



# FOUNDATIONS™

Daha Temiz, Daha Güvenli, Daha Verimli Toz ve Malzeme Kontrolü için Pratik Kaynak



---

# **FOUNDATIONS™**

Daha Temiz, Daha Güvenli, Daha Verimli Toz ve  
Malzeme Kontrolü için Pratik Kaynak

Dördüncü Baskı

Daha Temiz, Daha Güvenli, Daha Verimli  
Toz ve Malzeme Kontrolü için  
Pratik Kaynak

**Dördüncü Baskı**

***Hazırlayanlar***

R. Todd Swinderman, P.E.

Andrew D. Marti

Larry J. Goldbeck

Daniel Marshall

**&**

Mark G. Strebel

Martin Engineering

Neponset, Illinois

A.B.D.

***Tercüme ve Düzeltmeler***

İlker Tan

Eren Karayılan

Oğuzhan Cemoğlu

Özgür Meral

Reyhan Çabuker

Sabri Genç

Belirli bir proje için uygunluklarını belirlemek amacıyla bu kitaptaki bilgi ve ilkelerin uygulanması dikkatle değerlendirilmelidir.

Burada belirli konveyörler hakkında sunulan bilgi ve ilkelerin uygulanmasında yardım için Martin Engineering veya diğer bilgili mühendislere danışın.

## Sorumluluk Reddi

1. Martin Engineering bu kitabı, dökme malzeme taşıma sanayisine bir hizmet olarak basmaktadır. Bu kitap, yalnızca genel bilgi vermek amacıyla sağlanmıştır ve dökme malzeme taşıma işlemlerinde kaçak malzemelerin kontrolüne dair kapsamlı bilgi sağlama amacı gütmaz. Burada ifade edilen görüşler yazarlara aittir ve tartışılan konularla ilgili olarak yazarların ortak görüşünü temsil eder.
2. Bu kitabın içerdiği resim, grafik, tablo ve çizelgeler belirli noktaları iletmek için kullanılır; bu nedenle tüm detayları teknik olarak doğru veya eksiksiz olmayabilir. Bu kitapta sunulan hayali isim ve verilerin amacı konseptleri iletmektir ve gerçek kişi isimlerine veya verilerine herhangi bir benzerlik tamamen tesadüfi ve kasıtsızdır.
3. Bu kitap, içeriğinin doğruluğu veya eksiksizliğine dair herhangi bir beyan veya garanti olmaksızın sağlanmıştır. Yukarıdaki hususların genelliğini sınırlamak-sızın, bu kitabın “Güvenlik Hususları” başlıklı bölümlerinin amacı, belirli güvenlik hususlarını vurgulamaktır ve dökme malzeme taşıma işlemlerine dair tüm güvenlik hususlarını içeriyor olarak düşünülmemelidir.
4. Geçerli kanunun izin verdiği azami ölçüde, MARTIN ENGINEERING VEYA YAZARLAR, BU KİTAPTA SUNULAN BİLGİLER, İLKELER VEYA DİĞER İÇERİĞİN UYGULANMASINDAN KAYNAKLANAN HERHANGİ BİR ZARAR DAHİL FAKAT BUNLARLA SINIRLI OLMAKSIZIN, BU KİTAPTAN KAYNAKLANAN VEYA HERHANGİ BİR ŞEKİLDE BU KİTAPLA BAĞLANTILI YARALANMA VEYA HERHANGİ BİR DOLAYLI VEYA ÖZEL ZARARDAN HİÇBİR DURUMDA SORUMLU OLMAYACAKTIR. Her durumda, kanunun izin verdiği azami ölçüde, Martin Engineering ve yazarlarının kitapla ilgili iddialara karşı toplam sorumluluğu, bu kitabın yenisiyle değiştirilmesi maliyetiyle sınırlı olacaktır.
5. Bu ciltte sunulan bilgiler haber verilmeksizin değiştirilebilir. Martin Engineering, önceden haber vermeksizin veya basılmış önceki versiyonları değiştirme yükümlülüğü olmaksızın kitapta düzeltme, silme veya ekleme yapma hakkını saklı tutar. Eğer bir hata bulmuş veya gelecekteki baskılara bilgi girişinde bulunmak istiyorsanız, lütfen info@martin-eng.com.tr adresinden, +90 216 499 34 91 no’lu telefondan veya +90 216 499 34 90 no’lu fakstan Martin Engineering ile irtibata geçin.

## FOUNDATIONS™

ISBN 978-605-63434-0-7

Kongre Kütüphanesi Kontrol Numarası: 2007942747

Telif Hakkı © 2009-2012 Martin Engineering

P/N L3271-4-TR

Kapak Fotoğrafi © Lester Lefkowitz/Corbis Corporation

Tüm hakları saklıdır.

Bu yayın Martin Engineering şirketinin izni olmadan herhangi bir şekilde çoğaltılamaz.

Bu kitabın içeriğindeki bazı kısımlar başka telifli kaynaklardan izinle çoğaltılmıştır.

Türkiye’de basılmıştır.

Baskı Öncesi Hazırlık: Alternatif Yayıncılık Tan. Hiz. Ltd. Şti.

Tel.: 0212 220 96 88

Baskı: Matsis Matbaa Hizmetleri Ltd. Şti.

Sefaköy / İstanbul Tel.: 0212 624 21 11

## Metrik / İngiliz Ölçü Birimleri

Orijinal kaynak bilginin İngiliz ölçü birimleriyle belirtildiği yerler hariç, kitabın tamamında, yaygın İngiliz ölçü birimi dönüşümleriyle birlikte metrik ölçüler kullanılmıştır. Bu yerlerde, yaklaşık metrik dönüşümleriyle birlikte gerçek İngiliz ölçü birimleri kullanılmıştır.

Uluslararası Standartlaştırma Örgütü (ISO) tarafından basılan standartlarda geçerli uygulama olması nedeniyle, bu kitapta metrik ölçülerde ondalık işaretleri olarak virgöl kullanılmıştır



**Martin Engineering**

Tel: +90 216 499 34 91

Faks: +90 216 499 34 90

info@martin-eng.com.tr

www.martin-eng.com.tr

İçindekiler .....	v
Giriş .....	vi
Önsöz .....	viii
İthaf .....	x

### Birinci Kısım

<b>GÜVENLİ DÖKME MALZEME TAŞIMANIN TEMELLERİ</b>	
1 Toplam Malzeme Kontrolü .....	2
2 Güvenlik .....	14
3 Konveyörler 101– Konveyör Bileşenleri .....	28
4 Konveyörler 101– Bant .....	36
5 Konveyörler 101– Bandı Birleştirme .....	60

### İkinci Kısım

#### BANDI YÜKLEME

6 Yükleme Bölgesinden Önce .....	76
7 Hava Kontrolü .....	90
8 Geleneksel Transfer Şutları .....	100
9 Akış Yardımcıları .....	116
10 Bant Desteği .....	130
11 Yükleme Teknikleri .....	152
12 Aşınma Astarları .....	170
13 Kenar Sızdırmazlık Sistemleri .....	180

### Üçüncü Kısım

#### BANDIN DÖNÜŞ YOLU

14 Bant Temizleme .....	196
15 Tambur Koruma Sıyırıcıları .....	244
16 Bant Hizalanması .....	252

### Dördüncü Kısım

#### TOZ YÖNETİMİ

17 Toz Yönetimine Genel Bakış .....	280
18 Pasif Toz Kontrolü .....	296
19 Toz Bastırma .....	304
20 Toz Toplama .....	322

### Beşinci Kısım

#### MODERN KONSEPTLER

21 Temiz, Güvenli ve Verimli Konveyör Tasarımları .....	340
22 Tasarlanmış Akış Şutları .....	348
23 Hava Destekli Konveyörler .....	364
24 Bant Yıkama Sistemleri .....	376
25 Malzeme Bilimi .....	398

### Altıncı Kısım

#### KONVEYÖR BAKIMI

26 Konveyörün Erişilebilirliği .....	414
27 Konveyör Sistemi Muayenesi .....	424
28 Bakım .....	434
29 İnsan Faktörü .....	444

### Yedinci Kısım

#### DÖKME MALZEMELERİN TAŞINMASINDA BÜYÜK RESİM

30 Toplam Proje Yönetimi .....	454
31 Performans Ölçümleri .....	464
32 Belirli Endüstrilerle İlgili Hususlar .....	484
33 Özel Konveyörlerle İlgili Hususlar .....	504

#### Araştırma, Personel Gelişimi, Hizmetler ve Ürünler

Dökme Malzeme Taşıma Yenilik Merkezi .....	516
Foundations™ Eğitim Programları .....	518
Hizmetler .....	520
Ürünler .....	521

#### Ekler

Ek A: Referanslar .....	526
Ek B: Terimler Sözlüğü .....	532
Ölçü Kısaltmaları .....	542
Ek C: Güvenlik Etiketleri .....	544
Ek D: Denklem Dizini .....	552
Tablo Dizini .....	553
Konu Dizini .....	554
Ek E: Teşekkür ve Yazarlar .....	560

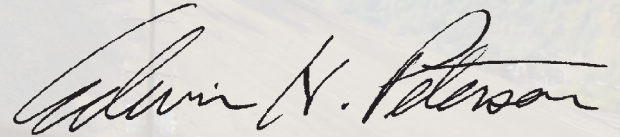
**“Toz ve döküntü kontrolü yalnızca bir bilim değil aynı zamanda bir sanattır; Martin her ikisinde de ustalaşmıştır.”**

1944 yılında bodrumdaki atölyemizde çalışırken, babam Edwin F. Peterson dökme malzeme taşınmasındaki sorunlara bir yanıt icat etti: bilyeli tip endüstriyel vibratör. Vibrolator® olarak tescillenen icadı Martin Engineering’in başarısının temelini teşkil etti. O günden bu yana tüm dünyaya yayıldık: Michigan, Brezilya, Çin, Almanya, Hindistan, Endonezya, Meksika ve Güney Afrika’da sahip olduğumuz ve işlettiğimiz iş birimleri, Avustralya, Kanada, Şili’de lisans verdiğimiz işletmeler var. Avrupa’da Fransa, Türkiye ve İngiltere’de şubelerimiz bulunmaktadır. Tüm dünyada 800’ün üzerinde çalışana sahibiz ve bu kendini adanmış çalışanlarımız sayesinde 2011 yılında 135 milyon USD üzerinde satışa ulaştık.

Babamın yolundan giden Martin, dökme malzeme taşınmasındaki sorunları çözmeye yenilikçi kalma kararlılığını sürdürmektedir. Martin’in değerlerinin özünde, endüstriyel malzeme taşıma ortamını daha temiz, daha güvenli ve daha verimli hale getirme arayışımız yatar. Yaklaşık 65 yıldır, dökme malzeme taşımada toz ve döküntüyü kontrol ederek ve popüler olmadan çok önce “yeşil”e geçerek, küresel çevremizi iyileştirmeye çalışıyoruz. Toz ve döküntü kontrolü yalnızca bir bilim değil aynı zamanda bir sanattır; Martin her ikisinde de ustalaşmıştır.

Tasarlanmış bant temizleme ve bant sızdırmazlığı sistemlerinin geliştirilmesinde öncü ve dünya lideri Martin, tüm dünyada endüstrinin ihtiyaçlarını karşılamak için sahip olduğu yeteneklerle yenilikçi olmaya devam etmektedir. Haziran 2008’de açılan Dökme Malzeme Taşıma Yenilik Merkezimiz endüstriyi iyileştirme taahhüdümüzün göstergesidir. Şirketimizin Neponset, Illinois, ABD’deki merkezinde yer alan Yenilik Merkezinin (CFI) bir yarısı tamamen bilim araştırma laboratuvarı ve diğer yarısı endüstriyel ürün geliştirme merkezidir. Müşterilerimizin dökme malzeme taşıma sorunlarını anlamalarına ve çözmelerine yardımcı olmaya odaklanmıştır. Toz ve döküntü kontrolü, *Mutlak ve Koşulsuz* Garantimiz sayesinde müşterimiz için her gün gerçekleşen bir hedefdir.

Dökme malzeme taşıma işiyle uğraşanlara *Foundations™: Daha Temiz, Daha Güvenli, Daha Verimli Toz ve Malzeme Kontrolü için Pratik Kaynak* kitabının dördüncü baskısını sunmaktan büyük memnuniyet duyuyorum.



**Edwin H. Peterson**  
Martin Engineering  
Yönetim Kurulu Başkanı

1940'lardaki kuruluşundan bu yana, Martin Engineering kendini dökme malzeme taşınmasında güvenlik, mükemmellik ve yenilikçiliğe adanmıştır. İlk ürettiğimiz vibratörlerden bugünün son teknoloji konveyör konseptlerine kadar, sürekli iyileştirme üzerindeki stratejik odağımız, malzeme hareketinin kontrolü ve bantlı konveyörlerin iyileştirilmesi için uygulamalarının gelişimini temsil eder. İyileştirmelerimizin çoğu temiz, güvenli ve verimli dökme malzeme taşıması için şirketlerin bantlı konveyörleri üzerinde toplam malzeme kontrolü sağlamaları gerektiğine dair köklü inancımıza dayanır.

Neponset, Illinois, ABD'de bulunan şirket merkezimizde Dökme Malzeme Taşıma Yenilik Merkezinin açılmasıyla birlikte, Martin, dökme malzeme taşıma sanayinde sürekli iyileştirme için önemli bir taahhüt ve beyanda bulunmuştur. Bu temel bilimden ve uygulamalı pratik araştırma tesisinden kazanılan bilgiyi üniversiteler, dernekler ve müşterilerle paylaşmak niyetindeyiz. Bu kaynaklar ve taahhütle, Martin, toz, döküntü ve kaçak malzemeleri kontrol etmek için bilgi sağlama ve teknoloji geliştirme konularında lider olmaya devam edecektir.

Tecrübe ve araştırmamıza dayanarak, etkileşimli çevrimiçi eğitim, çalıştaylar, seminerler, sertifikasyon programları, üniversiteler tarafından tanınan kurslar ve dernek konferanslarında teknik sunumlar içerecek kapsamlı bir eğitim programı sağlamayı hedefliyoruz. Dökme malzeme taşıma sanayisine en güncel araştırma, en güvenilir teknik veriler ve en iyi uygulamaları getirmek için katılımcı üniversitelerle yakın çalışma içinde olacağız. Martin, tamamı, bir yandan etkinlik verimini artırırken diğer yandan dökme malzeme taşıyan endüstrilerin Temiz Düşünmesine (*Think Clean*<sup>®</sup>) yardımcı olmaya kitapları ve çalıştaylarıyla tüm dünyada bilgi sunmaya devam edecektir.

Hepimizin bildiği gibi tehlikeli bir küresel endüstride çalışıyoruz ve endişemizi duyurmak için ne kadar haykırırsak azdır. Bizim işimizde önüne geçilebilecek çok sayıda yaralanma ve ölüm vakası bulunmaktadır. Güvenli konveyör işlemlerini ön plana çıkartmalıyız. Bu dördüncü baskı için *Foundations*<sup>™</sup> gözden geçirilirken, yazarlar, güvenlik vurgusunu kitabın başlangıç kısmına taşımaya dair bilinçli bir karar vermiştir. Güvenlik bölümündeki materyale ek olarak, okuyucu, güvenlik hakkında bütün kitaba yayılmış ek bilgi ve belirtmeler bulacaktır. Çoğu bölüm, okuyucunun dikkate alması için "Güvenlik Hususları" başlıklı ayrı bir kısım içerir. Açıkçası, endüstrimizde çalışanların hayatlarını koruma konusunda daha iyi bir iş çıkartmalıyız.

*Foundations*<sup>™</sup>, *Daha Temiz, Daha Güvenli, Daha Verimli Toz ve Malzeme Kontrolü için Pratik Kaynak*'ın bu baskısını okuyarak, Martin'in uzmanlığı ve felsefesi hakkında daha fazla bilgi edineceksiniz. Bu kitabın, konveyör işlemlerinizi daha temiz, daha güvenli ve daha verimli hale getirmenizde faydalı olmasını ümit ediyoruz.



Dünyada yaptığım yolculuklar sırasında tanıştığım mühendislerin çoğu tarafından en sık sorulan soru şudur: “Bu geçen 50 yılda dökme malzeme taşıma endüstrisinde gördüğümüz değişiklikler nelerdir?”

### Ne değişti?

**A. Bilgisayarlar:** İlk ve önemli değişiklik bilgisayardır: Yaptığımız her şeyi takip ediyor, kaydediyor ve koruyor. Elli yıl önce, konveyörler için tasarım öncelikleri kitaplarda bulunuyordu; bugün bilgisayar

veritabanlarında saklanıyor. Bunun sonucu olarak, yalnızca bilgisayar yardımıyla çizim ve hesaplamalar yapabilen makine mühendisleri mezun oluyor.

Gelişmiş bilgisayar programcılığı, mühendislerin, bir malzemenin akış karakteristikleri-

nin “sanal görüntüsünü” ve tasarımcıların görsel anlatımlarını görmesine izin verir. Bu programlar, mühendislerin konveyördeki her bir transfer noktasında en çok arzu edilen sonuçları elde edebilmesi için birden fazla tasarım olasılığı sağlar.

Bununla birlikte, bilgisayarla üretilen modelin yalnızca söz konusu dökme malzemeyle pratik deneyimi olan bir mühendis veya teknisyen onu gözden geçirdiğinde geçerli olduğunu unutmamak önemlidir. Ayrıca, deneyimli mühendis veya teknisyen, konveyör bileşenlerini, er ya da geç bakım yapılması gerekeceğini aklında tutarak onaylamalıdır; bu nedenle erişilebilir ve güvenle bakım yapılabilir şekilde tasarlanmaları gerekir.

**B. Pratik Deneyim:** Bugün tesislerin çoğu günde 24 saat, haftada 7 gün çalışıyor. Yönetim, bir tesisin, yarıya indirilmiş bir ekiple üretimi ikiye katlamasını bekleyebilir. Bu tesislerin, konveyör sorunlarını ortaya çıktıklarında gidermesi gerekecektir, fakat

operatörler kotaları karşılama ihtiyacı nedeniyle üretimi durduramaz.

Yeni mühendisler, deneyimli meslektaşlarıyla çıraklık programlarına yerleştirildikleri eski günlerde gerçek dünya durumlarına maruz kalıyorlardı. Tesisin üretime devam edebilmesi için arızaları hızla analiz etme ve giderme tecrübesi ediniyorlardı.

Modern mühendislik tekniklerinin sonucu olarak, dökme malzeme taşıma sistemleri, çok az veya sıfır pratik deneyime sahip detay desinatörleri tarafından tasarlanmaktadır. Tesisler ve madenler mekanik ekipmanı çalışır ve üretir durumda tutmaya çalışırken, operatörler, sistemin bakımı için birkaç önleme sahip bir tasarımı kabul etmeye zorlanmaktadır. 30 yıl önce kullanılan aynı mühendislik tasarımlarına sahip modern tesislere baktığımda, özellikle de tasarım gerekli tamirlerin kolaylıkla ve çabukça yapılmasını sağlayacak hiçbir önleme sahip değilken, arıza yapmaya veya aşınmaya yatkın bileşenleri günlük olarak kimin koruyabileceğini merak ediyorum.

Tasarımdaki iyileştirmeler en iyi şekilde pratik konveyör deneyimine sahip kişiler tarafından gerçekleştirilebilir. Deneyimli operatörler, bir tasarım ekibini, donanım arızalarını önceden görme konusunda yönlendirme ve sorunları mümkün olan en az duruş süresiyle gidermek için araçları sağlama bilgisine sahiptir. Tasarıma katkıda bulunmaları sağlanmalı ve teşvik edilmelidir.

**C. Çevre ve Güvenlik Yönetmelikleri:** Diğer farklar, günümüzde tasarım önceliklerine dahil edilmesi gereken artan çevre ve güvenlik kural ve yönetmelikleridir. Bu yönetmelikler, konveyörün üretim gereksinimleri kadar önemli hale gelmiştir. 1950’lerden beri, “Durt” (Dick Stahura tarafından bantlı konveyörlerden dökülen kaçak malzemeler için kullanılan özgün bir terim) tehlikesini gidermek için düzenleyiciler para cezasıyla tehdit edene veya operasyonları kapatana kadar beklemek yerine, “Durt” veya tozun, ilk tasarım sırasında ele alınması gereken bir güvenlik / sağlık / kar-zarar sorunu olduğunun farkındayım.

## “Bu geçen 50 yılda dökme malzeme taşıma endüstrisinde gördüğümüz değişiklikler nelerdir?”



## Gelecekte ne var?

**A. Temiz Konveyörler:** Bol bol mavi gökyüzü görüyorum; yıkanmış ve kurutulmuş konveyör bantlarıyla taşınan temiz malzeme görüyorum. Bu süper temiz sistemler, yalnızca onların üzerinde çalışacak kişilere değil, aynı zamanda çevreye karşı da nazik tasarımlar geliştirmek için, güvenlik, çevre ve proses teknisyenleriyle çalışacak, günümüzün kendini adanmış mühendisleri tarafından tasarlanacaktır. Bu mühendislerin hedefi, güvenli, temiz bir çalışma için tüm resmi yönetmelikleri karşılayan sistemler tasarlamaktır.

**B. Konveyörün Bakım Yapılabilirliği:** Konveyör tasarımı, hızlı, kolay, güvenli ve sezgisel bakıma dayanacaktır. Gelecekte yürürlüğe girecek güvenlik yönetmelikleri, yetkili konveyör teknisyenlerinin (YKT'ler) çalışma sırasında konveyör bantlarına bakım yapmasına izin verebilir. Yetkili elektrikçilerin gücü kesmeden bir elektrik panosunu muayene etmesine izin veren geçerli güvenlik yönetmeliklerine benzer şekilde, YKT'ler çalışan konveyörlere bakım yapabilir, kazalar azaltılabilir, daha çok üretim ve daha yüksek kar sağlanabilir. Ayrıca, iyileştirilmiş bakım yapılabilirliği ve "Durt" sorunlarının daha iyi kontrol edilmesiyle (konveyöre bağlı çoğu kazanın gerçek nedeni), YKT'ler konveyör üretim sürekliliğini önemli ölçüde arttıracaktır.

**C. Temizlik, Güvenlik ve Çevre:** Bireyler, topluluklar ve resmi kurumların, konveyör işlemlerinin temiz, güvenli ve çevreye duyarlı olması yönünde talepleri artacaktır. Bu talepleri görmezden gelen işletmelerin kapatıldığı veya ağır resmi cezalara maruz kaldığını görüyorum.

## Geçmiş 50, Gelecek 50 Yıl

Geçen 50 yılda, dökme malzeme taşımalarını daha temiz, daha güvenli ve daha verimli kılan birçok değişiklik meydana gelmiştir: her bir transfer noktası için ideal tasarımlar yapmak amacıyla bilgisayarların kullanılması, tasarımı optimize etmek için operatörlerin bilgi tabanını kullanan tasarım ekipleri, dökme malzeme taşımalarını hem işçiler hem de çevre için daha temiz ve güvenli kılmayı hedefleyen yönetmelikler.

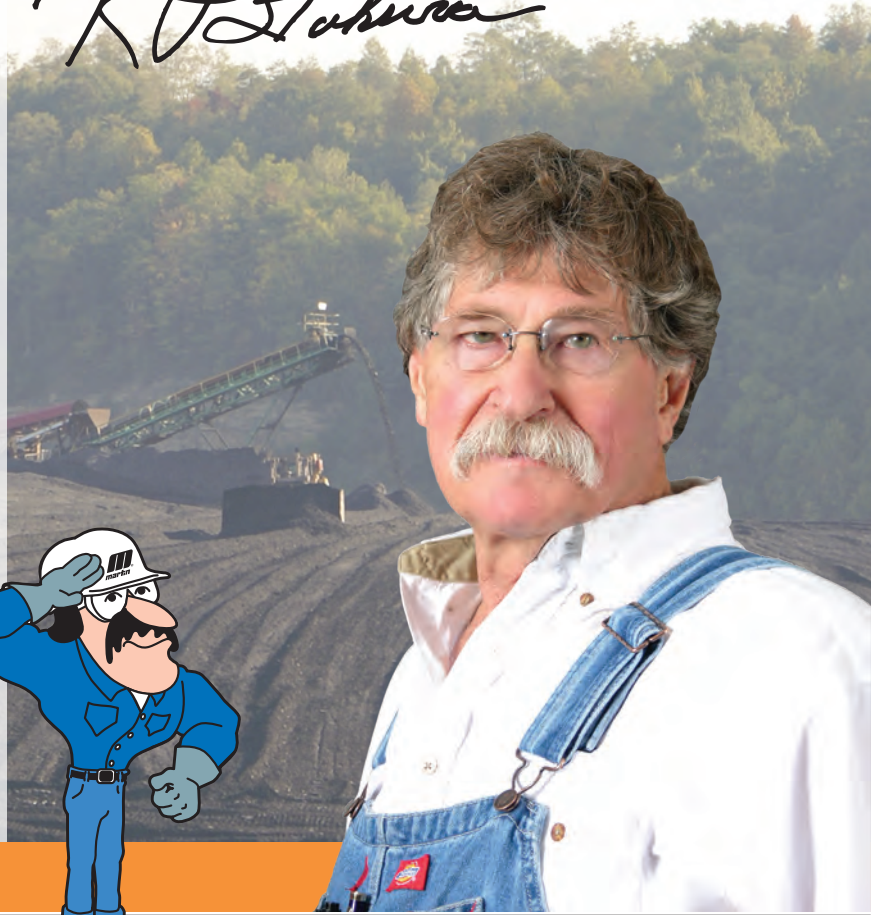
Endüstriyi çok daha temiz, bakım yapılabilir, verimli ve güvenli hale getirmek için gelecekteki 50 yıl içinde gerçekleştirilecek birçok pozitif değişiklik var. Dökme malzeme taşımalarını kökten değiştirecek iyileştirmeler yapılmaya devam edecektir. *Foundations*<sup>TM</sup>'in bir sonraki baskısında bu gibi gelişmelerden daha da fazla bulunacağımızı ümit ediyoruz.

"Temiz Düşünün!"

**Dick Stahura**

Ürün Uygulama Danışmanı

*R. Stahura*



**İTHAF**

*Foundations™ Daha Temiz, Daha Güvenli, Daha Verimli Toz ve Malzeme Kontrolü için Pratik Kaynak*'ın dördüncü baskısını aşağıdakilere ithaf etmekten gurur duyuyoruz:

**Dökme Malzeme Taşıyan Endüstrilerdeki Çalışanlar:** Güvenlik bölümü ve her bir bölümün güvenlik kısmı üzerinde çok düşünüldü. Bu nedenle, bu kitabı, maalesef konveyör bantları çevresinde çalışırken yaralanan tüm dünyadaki çalışanlara adıyoruz. Özellikle de hayatlarını kaybeden çalışanlara ve ailelerine adıyoruz. Ne kadar trajik de olsa, bu şanssızlıklar konveyör bantlarına bağlı tehlikeler ve güvenliğin önemi hakkındaki farkındalığı artırıyor.

**R. Todd Swinderman, P.E.:** Todd, bugün endüstrimizdeki yeniliklerin birçoğu arkasındaki itici güçtür. Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA) aracılığıyla endüstri için tutarlı standartlar geliştirme konusunda etkili olmuştur. Birliğin idarecilerinden biri, eski başkanı ve Martin Engineering'in CEO'su olarak hizmet eden Todd'un rehberliği, etkisi ve profesyonel mühendislik tecrübesi, tüm dünyadaki konveyör operasyonlarının her yönüne dokunmuştur.

**Peterson Ailesi ve (Geçmişteki, Günümüzdeki ve Gelecekteki) Martin Engineering Çalışanları:** 65 yıldan uzun süredir, Peterson Ailesi üyeleri hayatlarını, çalışma ortamını daha temiz, daha güvenli ve daha verimli hale getirerek dökme malzeme taşıyan endüstrileri geliştirmeye adanmıştır. Martin çalışanları daima müşterilerin, endüstrinin ve şirketin çıkarını dikkate almıştır. Şirketin kurucusunun vizyonunu gerçekleştirmek için sayısız saatler boyunca çalışmışlardır. Kendilerini adanmaları ve azimleriyle, çalışanlar, Martin'in konveyör araştırma ve yenilik konusunda dünyaya öncülük yapma geleneğinin sürdürülmesine yardımcı olmuştur.

Andrew D. Marti

Larry J. Goldbeck

Daniel Marshall

Mark G. Strebel

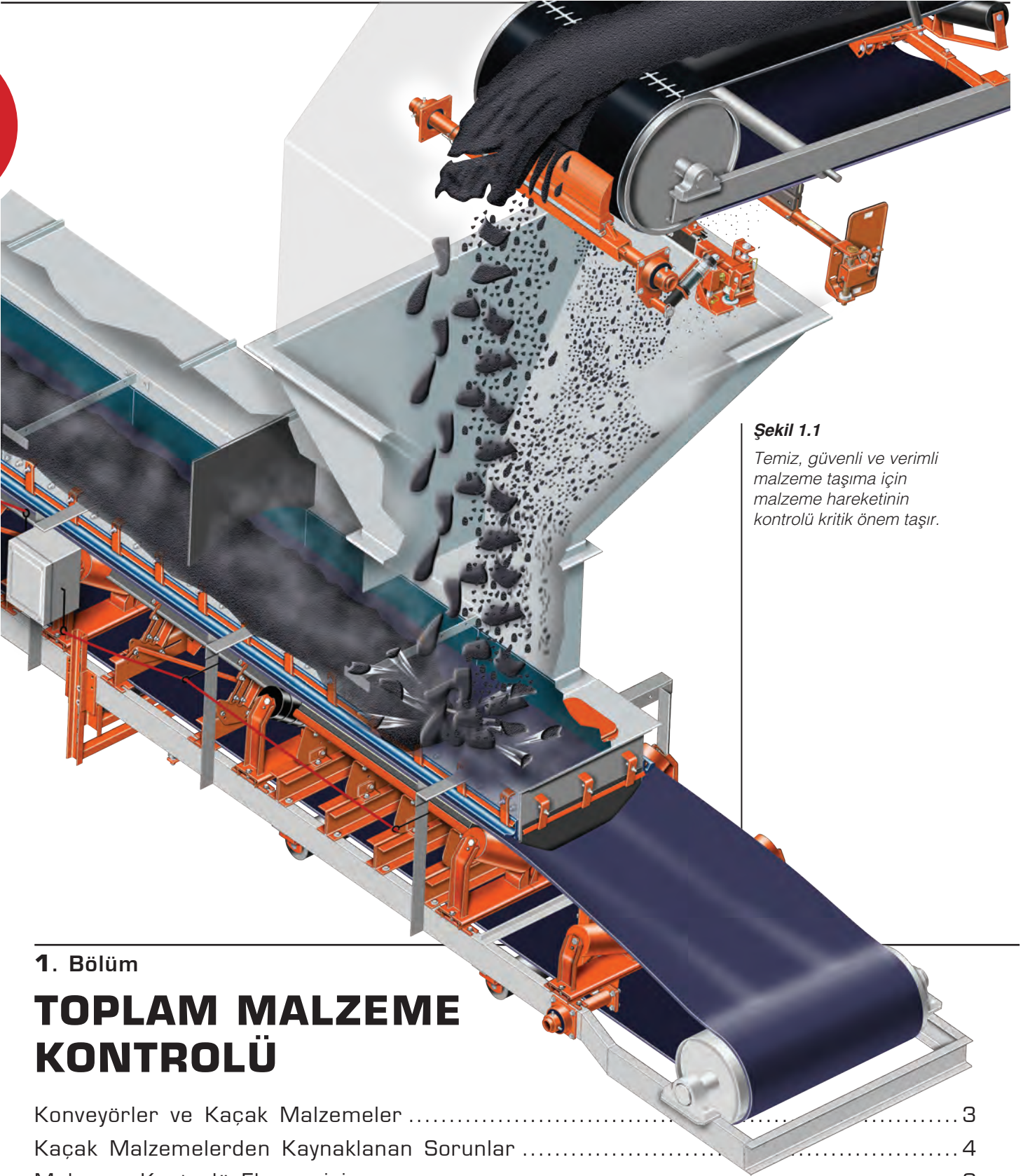




## 1. KISIM

# GÜVENLİ DÖKME MALZEME TAŞIMANIN TEMELLERİ

- 1. Bölüm ..... 2  
TOPLAM MALZEME KONTROLÜ
- 2. Bölüm ..... 14  
GÜVENLİK
- 3. Bölüm ..... 28  
KONVEYÖRLER 101— KONVEYÖR BİLEŞENLERİ
- 4. Bölüm ..... 36  
KONVEYÖRLER 101— BANT
- 5. Bölüm ..... 60  
KONVEYÖRLER 101— BANDI BİRLEŞTİRME



**Şekil 1.1**

*Temiz, güvenli ve verimli malzeme taşıma için malzeme hareketinin kontrolü kritik önem taşır.*

## 1. Bölüm

# TOPLAM MALZEME KONTROLÜ

Konveyörler ve Kaçak Malzemeler .....	3
Kaçak Malzemelerden Kaynaklanan Sorunlar .....	4
Malzeme Kontrolü Ekonomisi .....	9
Toplam Malzeme Kontrolü için Kayıt Tutma .....	11
Gelişmiş Konular .....	12
Toplam Malzeme Kontrolü Fırsatı .....	12

**Bu bölümde...**

Bu bölümde, kaçak malzemelerin sonucu olarak ortaya çıkan sorunlardan bazılarını anlatıyoruz: azaltılmış işletme verimi, tesis güvenliği, ürün kalitesi ve çalışan morali yanında artan bakım maliyeti ve dış kurumların incelemesine maruz kalma. Bu kayıptan kaynaklanan maliyetleri de tanımlıyoruz. Bu problemleri ele almanın bir yolu olarak, bu kitabın temelini oluşturan toplam malzeme kontrolü ihtiyacını tartışıyoruz (**Şekil 1.1**).

Bir dökme malzeme taşıma operasyonu, belirli bir hammadde miktarının girişini kabul etmek ve aynı malzeme miktarını prosesin diğer ucundaki bir veya daha fazla noktaya önceden belirlenmiş bir hızda güvenilir şekilde ulaştırmak üzere tasarlanır.

Ne yazık ki bu nadiren gerçekleşir. Taşıma sürecinde malzeme kayıpları, döküntü, emisyonlar, akış kısıtlamaları ve tıkanmalar gerçekleşerek üretim kaybı ve diğer ilişkili sorunlara neden olabilir. Bu sorunlar, dünyada dökme malzeme taşıyan endüstrilerde yıllık milyarlarca dolara mal olacaktır.

Bu kitap malzeme taşıma problemlerinin nedenlerinin bir çoğunu tanımlamaya çalışmakta ve malzeme taşımada verimi artırmaya yardımcı olmak için uygulanabilecek pratik stratejiler, eylemler ve ekipman önermektedir. Bu, Toplam Malzeme Kontrolü® adı verilen bir konsepttir.

Toplam Malzeme Kontrolü ve TMK, Currumbin, Avustralya'da bulunan, Martin Engineering lisansı sahibi Engineering Services & Supplies PTY Limited (ESS) şirketinin tescilli markalarıdır (*Referans 1.1*).

## KONVEYÖRLER VE KAÇAK MALZEMELER

Konveyörlerden malzeme kaçıışı, birçok tesiste her gün gerçekleşen bir olaydır. Transfer noktalarından dökülme, sızma veya tahliye noktasının ötesinde banda yapışan ve konveyör dönüşünde düşen geri taşınan malzeme şeklinde ortaya çıkar. Aynı zamanda, hava akımları ve yükleme

kuvvetleriyle yükten ayrılarak taşınan asılı toz şeklinde de ortaya çıkar ve daha sonra, yapıya, ekipmana ve zemine çöker.

Bazen belirli bir konveyörün sorunlarının kaynağı, kayıp malzeme yığınının yerinden belirlenebilir (**Şekil 1.2**). Geri taşınan malzeme konveyörün altına düşer, döküntü yanlara düşer ve toz, konveyörün üstündeki sistem ve yapılar dahil her şeyin üzerine düşer. Bununla birlikte, çoğu konveyör, bu belirtilerin hepsini göstererek suçu tek bir problem tipine yüklemeyi güçleştirir (**Şekil 1.3**).

Malzeme taşıma işlemlerini kuşatan diğer bir problem de akış kısıtlamalarıdır. Bir malzeme taşıma tesisi, belirli bir yükleme/boşaltma hızında çalışmak üzere tasarlanmıştır. Dikkatin çoğu döküntü maliyetine sarf edilirken, kısıtlanmış saatlik taşınan malzeme ve geciken üretimin maliyeti göz ardı edilemez.

Şut veya silo tıkanmaları bir üretim sürecini sekteye uğratarak duruş süresinde geçen saat başına ve kaybedilen fırsatlar



**Şekil 1.2**

*Kaçak malzemenin kaynağı bazen kayıp malzeme yığınının yerinden belirlenebilir.*



**Şekil 1.3**

*Birçok dökme malzeme taşıyan bantlı konveyör, döküntü, geri taşınan malzeme ve asılı tozun tüm belirtilerini göstererek, tek bir kaynağın belirlenmesini veya tek bir çözümün uygulanmasını daha da güçleştirir.*

nedeniyle binlerce dolara mal olan gecikmelere neden olabilir. Şut tıkanmaları çoğu zaman malzemenin kontrolden çıkmasına ve malzemelerin şuttan taşmasına neden olur.

Şut veya silo tıkanmaları çoğu kez, biriken malzemenin aniden tekneden besleme yapılan bandın üzerine düştüğü, ani malzeme kabarmalarına neden olur. Hem taşmalar hem de kabarmalar döküntüye büyük katkıda bulunan faktörlerdir. Bir konveyörün tahrik tarafının altında yatan malzeme, gerçekte ani kabarmalar ve taşmaların sonucu olabileceken, çoğu kez yanlışlıkla geri taşınan malzemeyle karıştırılır. Geri taşınan malzeme genellikle ince taneli olacaktır, bu nedenle 10 milimetreden (0,39 inç) büyük toprakların bulunması, genellikle kaçak malzemenin nedeninin bir kabarma veya taşma olduğuna işaret edecektir.

## KAÇAK MALZEMELERDEN KAYNAKLANAN SORUNLAR

### Kaçak Malzemelerin Sonuçları

Kaçak malzemeler, konveyörlerin hizmete alındığı ilk günden bu yana tesislerde var olmuştur: bu nedenle, bunların varlığı endüstrinin bir parçası olarak kabul edilmiştir. Aslında, düzenli olarak temizlik görevlerine atanan bakım ve üretim çalışanları, bu işi “iş güvenliğinin” bir şekli olarak görebilir.

Sonuç olarak, dökme malzeme taşıma sistemlerinden kaçan malzeme sorununa çoğu kez razı olunur. Bir kirlilik ve tehlike olduğu kabul edilmesine rağmen, bunu kontrol edecek etkili, pratik ve gerçek hayatta kullanılan hiçbir sistemin geliştirilmediğine inanılır. Bu nedenle, tesisler içerisindeki kaçak olan transfer noktaları ve diğer kaynaklardan sızan döküntü ve toz rutin ve olayların değiştirilemez seyri olarak kabul edilir. Kaçak malzemeler tesisin çalıştığını gösteren bir işaret haline gelmiştir: “Para kazanıyoruz ki kaçak malzeme var.”

Bir zamanlar, gerek bacalardan gerekse konveyör transfer noktalarından çıkan

kirlilik, endüstriyel gücün simgesi olarak görülmekteydi. Şimdi bu problemler olası hatalı yönetim ve atık göstergesi olarak kabul ediliyor. Bu kirlilik ve atık, hem verim hem de elde edilecek sonuçlarda iyileştirmeler için bir fırsat sunuyor.

Kontrol edilmediğinde, kaçak malzemeler, konveyörün, dolayısıyla tesisin verimi, üretkenliği ve karlılığında giderek artan bir düşüşü ifade eder. Bir konveyör sisteminden kaybedilen malzemeler, tesise birkaç açıdan maliyet doğurur. Aşağıdakiler bunlardan yalnızca birkaçıdır:

- A. Azalan işletme verimi
- B. Artan konveyör bakımı maliyetleri
- C. Azalan tesis güvenliği
- D. Düşen çalışan morali
- E. Azalan ürün kalitesi
- F. Dış kurumlar ve diğer gruplar tarafından daha detaylı inceleme.

Bu maliyetler aşağıdaki kısımlarda daha kapsamlı olarak anlatılacaktır.

### Azalan İşletme Verimi

Herhangi bir operasyondaki en pahalı malzemenin banttan dökülen malzeme olduğu söylenebilir. Temiz bir tesiste, “tüm” malzeme bir uçta konveyör bandına yüklenir ve daha sonra diğer uçtan “tamamı” boşaltılır. Malzeme yalnızca bir defa taşınır: banda yerleştirildiğinde. Bu, tabii ki, yüksek verimle eşit tutulur: Tesis malzemeyi mümkün olduğunca az taşımıştır. Diğer yandan, dökülmüş veya başka bir şekilde kaçak hale gelmiş malzeme, teslim alınmış, (bir ölçüde) işlenmiş ve daha sonra kaybedilmiş malzemedir. Ücreti ödenmiştir, fakat hiçbir mali getirisi olmayacaktır.

Aslında, kaçak malzeme, zaman ve para harcatan sürekli bir kaçak olabilir: Zamanla konveyör makaraları gibi ekipmanı aşındırabilir ve sisteme geri döndürülmeden önce - tabii eğer prosese geri döndürülebilirse - yeniden işlemek için ek işçilik gerekebilir. Bununla birlikte, bir kez kaçak hale geldiğinde, kirlenebilir ve sisteme geri döndürül-



mesi artık uygun olmayabilir. Eğer kaçak malzeme geri kazanılmazsa, verim daha önemli oranda düşer. Çoğu yerde, banttın düşen kireçtaşı veya kum gibi temel malzemeler dahi tehlikeli atık olarak sınıflandırılabilir ve önemli bir maliyetle atılmaları gerekir.

Kaçak malzemeler, temizlenmeleri ek işçilik gerektirdiğinden verimde de bir kaçak haline gelir. Üretim malzemeleri, büyük makineler tarafından, genellikle otomatik olarak veya uzaktan kumandalarla, büyük partiler halinde, kepçelere ve vagonlara doldurularak önemli miktarlarda taşınabilir. Buna karşın, dökme malzeme genellikle bir mini yükleyici, önden yükleyici veya eski yöntemle, her defasında bir kürek atan bir işçi tarafından toplanır.

### **Artan Konveyör Bakımı Maliyetleri**

Malzemelerin konveyörlerden kaçışı, konveyör sisteminin kendisinde de birçok soruna yol açar. Bu sorunlar bakım giderlerini artırır.

İlk ve en bariz ek gider, temizleme maliyetidir. Bu, malzemeyi kürekle alan veya vakumla çeken ve banda geri döndüren personelin maliyetini de içerir (**Şekil 1.4**). Bazı tesislerde, temizlik, kürekli bir adam anlamına gelir; diğerlerinde, maliyet yükselir, çünkü tekerli yükleyicilerde, “emici” kamyonlarda veya büyük malzeme yığınlarını taşımak için kullanılan diğer ağır hizmet ekipmanında harcanacak saatleri içerir. Takip edilmesi daha güç olan fakat dahil edilmesi gereken bir etken de, personelin dikkati temizlik faaliyetlerine yönlendirildiğinden yapılamayan diğer işlerin değeridir. Bakım faaliyetlerindeki bu gecikme, yıkıcı arızalarla ve hatta ek giderle sonuçlanabilir.

Malzemeler kaçtıkça, çeşitli konveyör bileşenleri ve yakındaki diğer ekipman üzerinde birikirler. Tıkandıklarında veya malzemelerin altında kaldıklarında makaralar arıza yapar (**Şekil 1.5**). Bir makara ne kadar iyi imal edilmiş olursa olsun, ince taneler en sonunda sızdırmazlıktan geçerek rulmana ulaşır. Rulmanlar takıldığında, bandın makara üzerindeki sürekli hareketi

şaşırtıcı bir hızla makaranın kabuğunu aşındırarak, sıkışan silindir üzerinde jilet gibi keskin bir kenar oluşturur ve bandın ömrünü tehdit eder (**Şekil 1.6**). “Kilitlenmiş” makara ve tamburlar banda uygulanan sürtünmeyi artırarak konveyörün tahrik motorundan ek güç tüketir.

Sıkışan makaralar, sistemde yangın olasılığı da dahil daha büyük riskler de oluşturur. Avustralya'daki bir kömür ihracat tesisi bir ana yükleme konveyöründe çıkan yangından zarar gördü. Yangına, sıkışmış bir makara neden oldu ve birikmiş döküntü yangını büyüttü. Yangın konveyörün ön tarafının büyük kısmını tahrip ederek 1600 mm'lik (60 inç) bandın arıza yapmasına ve elektrik kabloları ve kontrollerin yanmasına neden oldu. Çalışmanın devam etmesi için yapılan tamir işlemleri dört günde tamamlandı, fakat yangının toplam maliyetinin 12 milyon dolar olduğu belirlendi.



**Şekil 1.4**

Bazı tesisler için temizleme maliyeti vakum (“emici”) kamyonların veya diğer ağır hizmet ekipmanının çalıştırılması maliyetini de içerir.



**Şekil 1.5**

Kaçak malzeme, yük bölgesinin üzerini kaplayarak makara arızalarına, bant yangınlarına ve bandın merkezden kaçmasına neden olabilir.



**Şekil 1.6**

Makaralar tıkandıklarında veya malzemenin altında kaldıklarında arıza yapar. Bandın “kilitlenmiş” makaralar üzerinde hareketi, ruloları aşındırarak keskin kenarlar oluşturacaktır.

Başka bir risk de tambur ve makaraların yüzeyinde oluşan malzeme birikmesinin bandın merkezden kaçmasına neden olmasıdır (**Şekil 1.7**). Döner bileşenler üzerinde malzemelerin birikmesi, bant ve diğer ekipmanın hasarı yanında, personelin yaralanması riskiyle sonuçlanan önemli bant merkezleme sorunlarına yol açabilir.

Merkezden kaçan bir bant, atlayarak konveyör yapısının içine girebilir ve bant ve yapıyı aşındırmaya başlayabilir. Eğer bu durumun hemen farkına varılmazsa, değerli uzunlukta bant tertibatı ve yapısal çeliğin kendisi tahrip olabilir. İşlemlere devam etmeden önce bandın durdurulması, onarılması ve yeniden merkezlenmesi gerektiğinden, bant kayması üretimde kesintilere neden olur.

Özellikle çirkin bir durum da, kaçak malzemelerin bir soruna neden olması ve daha sonra delili saklamalarıdır. Örneğin, çelik konveyör yapıları çevresindeki rutubetli malzeme birikintileri, korozyonu hızlandırırken, aynı zamanda tesis personelinin problemi fark etmesini de güçleştirir (**Şekil 1.8**). Bu, en kötü durum senaryosunda, yıkıcı hasara yol açabilir.

Bu problemlerle ilgili olarak özellikle

rahatsız edici olan ise, kendi kendilerini yenileyip devam edebilir olmalarıdır: Döküntü makaralarda birikmelere yol açar; bu bandın kaymasına neden olur; bu da daha fazla döküntüye yol açar. Kaçak malzemeler gerçekten kısır döngü olan bir eylemler daresi oluşturur - bunların hepsi bakım maliyetlerini artırır.

### **Azalan Tesis Güvenliği**

Endüstriyel kazalar, hem personelin sağlığı hem de üretim hacmi ve verimi açısından maliyetlidir. 2005 yılında, Birleşik Devletlerdeki Ulusal Güvenlik Konseyi, işle bağlantılı bir ölümün maliyetini 1.190.000 USD olarak bildirdi; 38.000 USD olarak takdir edilen, sakat bırakan bir yaralanmanın maliyeti, maaş ve verim kayıpları, tıbbi ve idari giderleri içeriyor. Bu rakamlar herhangi bir mal hasarı tahminini içermektedir ve bir topluluğun uğradığı toplam ekonomik kaybı hesaplarken kullanılmamalıdır.

Birleşik Devletlerdeki Maden Güvenliği ve Sağlığı İdaresinden (MSHA) alınan istatistikler, madenlerde bantlı konveyörlerin çevresinde meydana gelen kazaların kabaca yarısının, döküntü ve birikmenin gerekli kıldığı temizlik ve tamirlere isnat edilebilir olduğunu gösteriyor. Eğer kaçak malzemeler giderilebilseydi, personelin bu tehlikelere maruz kalma sıklığı önemli ölçüde düşecekti. Aşırı döküntü başka, daha az belirgin güvenlik tehlikeleri de oluşturabilir.

Avustralya’da, Ana Endüstriler Departmanının düzenlediği bir güvenlik seminerinde, 1999 – 2005 arasındaki altı yıllık dönemde, New South Wales eyaletindeki yer altı kömür madenlerinde bulunan konveyör bantlarında 85 yangın bildirildiği belirtildi. Bunlardan 22’si kömür döküntüsüne ve 38’i konveyör merkezlemesine isnat edilebilir olarak tanımlandı. Raporun içerdiği 12 tavsiye arasında: “Bant merkezlemesini iyileştirin” ve “Konveyörleri döküntüde çalıştırmayı durdurun.”

2006’da Birleşik Devletlerde, bir yer altı kömür madeninde çıkan konveyör bandı yangını iki ölüme neden oldu. Bu yangının

**Şekil 1.7**

Tambur ve makaraların yüzeylerinde biriken malzeme, bandın merkezden kaçmasına neden olarak, bant ve diğer ekipmanda hasara yol açabilir.



**Şekil 1.8**

Çelik konveyör yapıları çevresindeki rutubetli malzeme birikmeleri korozyonu hızlandırırken, aynı zamanda tesis personelinin problemi fark etmesini de güçleştirir.



nedeni, kömür tozu, ince taneler ve döküntüyle birlikte gres ve yağ birikmelerini ateşleyen, merkezden kaçmış bir bandın neden olduğu sürtünme ısısına dayandırıldı.

Bugün birçok ülke, şirketlere yasal güvenlik prosedürleri uyguluyor. Bunların arasında, tüm işlerde tehlike analizi gerçekleştirme şartı da bulunuyor. Tasarım ve tesis işletmedeki uygulama kuralları, bir tehlike tespit edildiğinde buna karşı harekete geçilmesini gerektiriyor. Tehlike için kontrollerin hiyerarşisi genellikle en uygun eylemin “tehlikeye karşı hazırlık yapmak” olduğunu bildirir. Kontrol, tehlikenin şiddetine ve mevcut ekipmanın yerleşimine bağlı olacaktır.

### ***Düşen Çalışan Morali***

Bir bireyin işinin belirli detayları, işte elde edilen memnuniyet miktarını etkilese de, fiziksel çevrenin de bir işçinin işyerine karşı duyguları üzerinde önemli etkisi vardır.

Temiz bir tesis, çalışmak için daha güvenli bir yer sağlar ve bir kişinin işyerinden duyduğu gururu besler. Sonuç olarak çalışanlar daha iyi bir morale sahip olur. Morali daha yüksek çalışanların işlerine vaktinde gitme ve verilen görevleri daha iyi yerine getirme olasılığı daha yüksektir. Eğer çalıştıkları yer, sıkça ziyaret edilen güzel bir yerse, insanlar bu yerle gurur duyma eğiliminde olur ve onu bu şekilde tutmaya çalışır. Komşular, arkadaşlar ve özellikle işçilerin kendisi tarafından kirli ve verimsiz olarak algılanan bir tesiste çalışmaktan gurur duymak zordur.

Konveyör döküntüsünü temizlemek gibi tekrar eden ve ödüllendirici olmayan görevler içeren işlerin, en yüksek çalışan devamsızlığı ve işyeri yaralanmaları seviyesine sahip olduğu görülmüştür. Yarın yeniden orada olacağını bile bile, bugün bir döküntü yığını kürekle atarak temizlemek bezdirici bir çalışmadır.

### ***Azalan Ürün Kalitesi***

Kaçak malzemeler, tesisi, prosesi ve mamul ürünü kirletebilir. Malzeme hassas ekipman üzerine çökebilir ve sensör oku-

malarını olumsuz etkileyebilir veya sıkıca kontrol edilen formülleri bozabilir.

Kaçak malzemeler bir tesisin ürün kalitesine dair negatif bir imaj çizer ve genel çalışan emeği için kötü örnek teşkil eder. Son yıllarda popüler olan birçok kurumsal “Toplam Kalite” veya diğer kalite geliştirme programının en evrensel ve temel ilkesi, her işin her bir kısmının kalite standardını karşılayacak şekilde gerçekleştirilmesidir. Her bir çalışanın emeği, bütün kalite çabasına katkıda bulunmalı ve bunu yansıtmalıdır. Eğer çalışanlar, bir bantlı konveyör gibi operasyonun bir parçasının verimsiz çalıştığını (kirlilik yarattığını ve tesisin geri kalanını kaçak malzemeyle kirlettiğini) görürse, mükemmel performanstan azını kabul etmeye alıacaklardır. Olumsuz bir davranış, gevşek veya baştan savma bir performansa yol açabilir. Kaçak malzemeler, kalite programlarının ortadan kaldırmaya çalıştığı baştan savma uygulamaların gözle görülür bir örneğini sunar.

### ***Dış Kurumlar ve Diğer Gruplar Tarafından Daha Detaylı İnceleme***

Kaçak malzemeler paratoner gibi çalışır: Kolay bir hedef teşkil ederler. Dalgalandıran bir toz bulutu, düzenleyici kurumlar ve topluluk grupları da dahil ilgili üçüncü şahısların dikkatini çeker. Konveyörlerin altında veya yakındaki yollarda, binalarda ve ekipmanda oluşan malzeme birikmeleri, resmi kurumlara ve sigorta şirketlerine bir mesaj gönderir: Bu mesaj, tesisin operasyonlarında gevşek davrandığı ve ek denetimler veya dikkati hak ettiğidir.

Eğer bir tesis kirli veya güvensiz olarak anılırsa, bazı düzenleyici kurumlar, problemler çözülmünceye kadar işletmenin kapatılmasını emredebilir. Topluluk grupları medyada hoş olmayan şekilde yer alabilir ve çeşitli yasal izin duruşmalarında ve diğer kamusal toplantılarda meydan okumalarda bulunabilir.

Temiz bir işletme, düzenleyici kurumlardan daha az istenmeyen dikkat çeker; aynı zamanda çevresel eylem gruplarına daha az hedef olur. Daha az resmi ceza, daha

düşük sigorta, azaltılmış vekalet ücretleri ve topluluk ilişkileri programlarına duyulacak daha az ihtiyaç, maliyet tasarrufları sağlayabilir.

### Ek Asılı Toz Sorunu

Toz asılı hale geldiğinde ve konveyör sistemlerinden kaçtığına ciddi sorunlar doğar. Toz, döküntüden daha büyük bir problemdir: Döküntü tesisin zemininde zapt edilirken, asılı toz parçacıkları kolaylıkla bina dışına taşınır (**Şekil 1.9**).

*Madencilikte En İyi Çevre Yönetimi Uygulaması* dizisinde, Avustralya Çevre Bakanlığı (Avustralya hükümetinin Amerikan Çevre Bakanlığına eşdeğer kurumu) 1998 yılında toz kontrolü üzerine bir rapor yayınladı (*Referans 1.2*). Raporla çeşitli maden işleme tesislerindeki asılı tozun kaynağı analiz edilmekteydi. Rapor tozun başlıca kaynaklarının aşağıdaki şekilde olduğunu belirtti:

Kırma .....	Yüzde 1-15
Eleme .....	Yüzde 5-10
Yığıma .....	Yüzde 10-30
Geri Kazanma .....	Yüzde 1-10
Bantlı Konveyör Sistemleri ....	Yüzde 30-60

Temiz Hava Yasasında, Birleşik Devletler Çevre Koruma Dairesinin (EPA) yasa gereği ortam parçacıklarının seviyesini düşürmesi istenmektedir. Çoğu dökme malzeme taşıyan tesisin, kontrollü alanlarda solunabilir toz seviyelerini sekiz saat süreyle iki miligram / metreküp ( $2.0 \text{ mg/m}^3$ ) altında tutması gerekmektedir. Yeraltı maden işletmelerinin yakında  $1.0 \text{ mg/m}^3$  seviyelerini karşılaması istenebilir. Hava kalitesi standartlarına uyulmaması federal, eyalet ve yerel düzenleyici kurumlar tarafından uygulanacak katı cezalarla sonuçlanabilir.

**Şekil 1.9**

Konveyör ve transfer noktalarından kaçtığından, asılı toz ciddi bir sorundur.



Birleşik Devletlerdeki İş Güvenliği ve Sağlık İdaresi (OSHA), ekipmanın içindeki ve çevresindeki asılı tozun tehlikeli çalışma şartlarına yol açabileceğini belirledi. OSHA veya MSHA denetçileri bir sağlık ihlalini gösteren bir şikayet veya hava numunesi aldıklarında, dava açılabilir.

Solunabilir toz, 10 mikron çapından küçük parçacıklar, insan solunum sisteminin tabii savunması tarafından filtrelenmez ve akciğerlere derinlemesine nüfuz eder, burada sıkışabilir ve ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir. Bu sağlık sorunlarına işgücünde ve hatta semt sakinlerinde dahi rastlanabilir.

Asılı tozdan kaynaklanabilecek korkutucu bir olasılık da toz patlamaları riskidir. Toz kapalı bir alanda patlayıcı seviyelerde yoğunlaşabilir. Bu şekilde bir olay (tamir, yenileme, yasal para cezaları ve kaybedilen verimlilik maliyetleri açısından muazzam olması yanında) hepsinden büyük bir maliyetle sonuçlanabilir: bir insanın hayatına mal olabilir.

### ISO 14000 ve Çevre

Ticaretin sürekli küreselleşmesi daha birleşik standartlar vaat etmektedir. Uluslararası Standartlaştırma Örgütü (ISO) tarafından geliştirilen ISO 9000'in kalite prosedürlerini kodlamak için dünya çapında bir standart haline gelmesi gibi, ISO 14000'in geliştirilmesi de bir işletmenin çevre üzerindeki etkisi için uluslararası bir gündem belirleyecektir. ISO 14000, çevre yönetimi için isteğe bağlı yönergeler ve şartlar önermektedir. Program aşağıdakileri istemektedir:

- Bir şirketin çevre üzerinde önemli bir etkisi olan faaliyetlerinin tanımlanması
- İş çevreyi önemli derecede etkileyebilecek tüm personelin eğitilmesi
- Programın düzgün şekilde uygulanması ve sürdürülmesini sağlamak için bir denetim sisteminin geliştirilmesi

### Düzenleyici Sınırlar

Hiçbir düzenleyici kuruluş izin verilen kaçak malzemelerin miktarına dair belirli

sınırlar koymamış olsa da (konveyörün yanındaki bir yığın yüksekliği veya bir makaranın altındaki geri taşınan malzemenin miktarı) aslı toz miktarları için belirtilmiş sınırlar vardır.

OSHA yaklaşık 600 düzenlenmiş madde için İzin Verilebilir Maruziyet Sınırlarını (PEL) ve Eşik Sınır Değerlerini (TLV) belirlemiştir.

Bu düzenlemeler, gazlar için havadaki milyon parça başına parça (ppm) ve toz, duman ve buğu gibi parçacıklar için miligram / metreküp ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) olarak ifade edilen, izin verilen toz miktarını belirtir. Bu standartlara uymak veya yasal cezalar, yasal işlem, artan sigorta ücretleri ve hatta hapis gibi cezalara maruz kalmak şirketin sorumluluğundadır.

Bu OSHA prosedürleri nezaretçilerin, tavan, duvar, yer ve diğer yüzeylerdeki toz birikmelerinin farkında olması gerektiğini belirtir. Kaçak malzemelerin varlığı, nezaretçiler için uyarı vazifesi görür ve yüksek miktarlarda aslı toz olasılığını kontrol etmek için hava numunesi alma ihtiyacını doğurur.

ISO ve diğer kuruluşlar/gruplar düzenleyici sınırlar için zorlamaya devam ederken, bu sınırlar ülkeden ülkeye değişiklik gös-

termeye devam edecektir. Toz kontrolü de dahil çevre yönetmeliklerinin tüm dünyada daha da kısıtlayıcı hale gelmeye devam edeceğini söylemek yerinde görünüyor. Bu yönergelerin konveyörlerden çıkan kaçak malzemeleri de içerecek şekilde genişletileceği neredeyse kesindir.

## MALZEME KONTROLÜ EKONOMİSİ

### Küçük Bir Malzeme Nasıl Büyük Sorunlara Dönüşür

Konveyörlerden kaçan kaçak malzemeler, bir işletmenin mali refahına karşı ciddi bir tehdit oluşturur. Bariz olan soru şudur: “Nasıl bu kadar maliyetli olabilir?” Bir transfer noktası, ondan geçen malzemenin yalnızca çok küçük bir parçasını döker. Transfer noktasının sürekli hareket eden bir konveyörde bulunması durumunda, çok küçük bir malzeme çabucak birikerek büyük bir miktara dönüşebilir. Nispeten küçük miktarlarda kaçak malzeme zamanla büyük miktarlarda birikebilir (**Tablo 1.1**).

Gerçek hayatta, kaçak malzemeler transfer noktalarından, dakikada dört gramdan çok daha büyük miktarlarda kaçar. İsveç ve İngiltere’de gerçekleştirilen çalışmalar, gerçek kaçak malzeme kayıplarını ve bu kayıpların maliyetlerini incelemiştir.

Kaçak Malzemenin Zamanla Birikmesi					
Çıkan Kaçak Malzeme	Birikme				
	saat	Gün	Hafta	Ay	Yıl
	(60 dakika)	(24 saat)	(7 gün)	(30 gün)	(360 gün)
saatte bir “paket şeker” (4 gr)	4 g (0.1 oz)	96 g (3.4 oz)	672 g (1.5 lb <sub>m</sub> )	2,9 kg (6.3 lb <sub>m</sub> )	34,6 kg (75.6 lb <sub>m</sub> )
dakikada bir “paket şeker” (4 gr)	240 g (8.5 oz)	6,2 kg (13.8 lb <sub>m</sub> )	43,7 kg (96.3 lb <sub>m</sub> )	187,2 kg (412.7 lb <sub>m</sub> )	2,2 t (2.5 st)
saatte bir “kürek dolusu” 9 kg (20 lb <sub>m</sub> )	9 kg (20 lb <sub>m</sub> )	216 kg (480 lb <sub>m</sub> )	1,5 t (1.7 st)	6,5 t (7.2 st)	77,8 t (86.4 st)
saatte bir “kepçe dolusu” 20 kg (44 lb <sub>m</sub> )	20 kg (44 lb <sub>m</sub> )	480 kg (1056 lb <sub>m</sub> )	3,4 t (3.7 st)	134,4 t (15.8 st)	172,8 t (190 st)
dakikada bir “kürek dolusu” 9 kg (20 lb <sub>m</sub> )	540 kg (1200 lb <sub>m</sub> )	13 t (14.4 st)	90,7 t (100.8 st)	388,8 t (432 st)	4665,6 t (5184 st)

Tablo 1.1

## Kaçak Malzemelerin Maliyeti Üzerine Yapılan Araştırma

*Dökme Malzeme Taşıyan Tesislerde Toz, Kirlilik ve Döküntünün İngiltere Endüstrisine Maliyeti* başlıklı raporda, İngiltere’de alüminyum, kok kömürü, kireçtaşı, çimento ve çin kili gibi malzemeleri taşıyan sekiz tesis incelenmiştir. Maliyetler, enflasyondaki yıllık artışı yansıtacak şekilde düzenlenmiştir. Makine Mühendisleri Kurumu için derlenen bu çalışma, endüstriyel kaçak malzemelerin, saatlik taşınan malzeme tonu başına yüzde bir malzeme kaybına ve 40 peniye (0.70 USD) varan maliyetler eklediğini tespit etmiştir. Kısacası, konveyörde taşınan her ton için, önemli ek sabit maliyetler yanında, 10 kilogram (veya her kısa ton malzeme için 20 lbs) kayıp vardır.

Bu genel maliyet dört bileşen toplanarak belirlenmiştir. Bu bileşenler:

- Kayıp malzemenin değeri (malzeme yüzde biri olarak hesaplanmıştır)
- Döküntüyü temizlemeye ayrılan işçiliğin maliyeti, çıktı tonu başına ortalama 12.8 penidir (0.22 USD)
- Döküntüden kaynaklanan ek bakım için parça ve işçilik maliyeti, çıktı tonu başına ortalama 8.6 penidir (0.15 USD)
- Döküntüyü yeniden işleme maliyetleri ve tozlu ortamlar nedeniyle personelin gerekli tıbbi kontrolleri gibi, belirli endüstrilere özgü özel maliyetler; çıktı tonu başına 19.7 penidir (0.33 USD)

Not: Bu kayıp, stok sahalarından rüzgar tarafından uçurulan kaçak malzemelerin yanında, döküntü ve konveyör bandında geri taşınan malzeme gibi problemlerden kaynaklanan kaçak malzemeleri de içermektedir.

İsveç’teki Kraliyet Teknoloji Enstitüsü tarafından 40 tesis üzerinde gerçekleştirilen benzer bir çalışma, malzeme kayıplarının taşınan malzemenin yüzde birinin onda ikisini oluşturduğunu ve toplam eklenen maliyetlerin ton başına 13 İsveç Kronu (2.02 USD) olduğunu hesaplamıştır.

Bu iki incelemenin her ikisinde de, taşı-

nan ton başına en büyük maliyeti ekleyen, temizlik ve bakım için harcanacak parçalar ve işçilik değil de gerçekleşen malzeme kaybı olması ilginçtir. Bununla birlikte, üretim yerine zaman alan temizlik görevleri için işçilik kullanmanın dolaylı maliyetleri incelemeye dahil değildir. Bu rakamların hesaplanması güç olacaktır.

Bir taşıma sisteminin, örneğin bir günde işlenen malzeme miktarını düşüren aksaklığı için gerçekleşen maliyetleri hesaplamak daha kolaydır. Eğer bir bant günde 24 saat çalışıyorsa, bir bant firesi nedeniyle her bir saatin üretim kaybı, sistemin toplam kapasitesinden teslim edilmeyen malzemenin miktarı ve piyasa değeri olarak hesaplanabilir. Bu, tesisin gelir ve karlarını etkiler.

## Malzeme Kontrolü Ekonomisi

Kaçak malzemeyi kontrol etmek için kullanılan sistemlerin maliyeti genellikle bir konveyörün ömrü sırasında üç kez dikkate alınır. Birincisi sistem tasarımı sırasında, ikincisi sistemin ilk çalıştırılmasında ve üçüncüsü devam eden işlemler sırasında; daha sonra başlangıçtaki sistemlerin kaçak malzemeleri önlemediği fark edilir.

Yeni kurulumlarda malzeme kontrolü için tam gereksinimleri kestirmek çoğu kez çok güçtür. Çoğu durumda, benzer konveyörlerdeki benzer malzemelerle tecrübeye dayanarak, “içgüdüsel” mühendislik kararlarıyla yalnızca bir tahmin yürütülebilir. Hatırlanması gereken bir belit şöyle der: “Planlama aşamasında alınan 1 dolarlık bir kararın tasarım aşamasında değiştirilmesi genellikle 10 dolar veya sahada düzeltilmesi 100 dolar tutar.” Alınacak ders: Başlangıç sisteminin yetersiz tasarlandığı fark edildikten sonra ilave ekipman sığdırmaya çalışmaktansa en kötü durum şartları için plan yapmak daha iyidir.

Son tasarım ve şut saptırıcılarının yerleştirilmesi gibi konveyör transfer noktalarının detayları, bazen sistem başlatma mühendisine bırakılır. Özel olarak imal edilmiş sistemlerin tedarikçilerinin, kendi ekipmanlarının son (sahada) mühendisliğinden, montajından ve başlatılmasından sorumlu

olmalarına izin vermek avantajlı olabilir. Bu, ilave başlatma maliyetleri ekleyebilir, fakat doğru montaj ve ekipman performansına dair tek kaynaktan sorumluluk sağlanması için genellikle en etkili yoldur.

Tesisler çoğu kez yarı mamul çeliğin tonu başına maliyet ücretiyle kurulur. En iyi malzeme taşıma kontrolleri, tasarım aşamasında yerlerine koyulmasa da, gelecekteki bir tarihte üstün sistemlerin kurulmasına izin verecek yapı ve şutların monte edilmesini sağlamanın küçük bir ekstra maliyeti vardır. Ufak şeylerde tutumlu, büyük şeylerde müsrif davranarak ilk tasarımda yapılan seçimlerin sonuçları, doğan problemlerdir: kaçak malzemeler ve şut tıkanması artı yeniden baştan yapmanın ek maliyeti.

## TOPLAM MALZEME KONTROLÜ İÇİN KAYIT TUTMA

Bantlı konveyörlerin kilit bileşenlerinin mühendisliğine büyük dikkat sarf edilir. Sıklıkla, bu pahalı sistemlerin güvenilirliğini ve verimini etkileyen diğer etkenler göz ardı edilir. Kaçak malzemelerin maliyeti bu etkenlerden biridir.

Kaçak malzemeler konusunda kayıt tutma, işletmeler veya bakım personeli tarafından yapılan standart raporlamanın bir parçası değildir. Döküntünün miktarı, gerçekleşme sıklığı, tüketilen bakım malzemeleri ve işçilik maliyetleri, kaçak malzemelerin gerçek maliyetine ulaşmak için nadiren toplanır. Kaçak malzemelerin gerçek maliyetini tespit etmek için, temizlik için harcanan işçilik saatleri ve sıklık; konveyör yan kenarı ve konveyör bant tertibatındaki aşınma; satın alma fiyatı, işçilik ve fazla mesai dahil makara değişiminin maliyeti; hatta inatçı rulmanların malzeme birikmeleri nedeniyle sıkışmasını gidermek için harcanan ekstra güç gibi etkenlerin tamamını hesaplamak gerekir. Makaralar, tambur yalıtımı ve bandın kendisi gibi hizmet ömrü kaçak malzemeler tarafından kısaltılabilecek bileşenler, hizmet ömrünü ve değişim çevrimini belirlemek için incelenmelidir.

Bilgisayarlı bakım programlarına, değiş-

tirilmiş herhangi bir parçanın arıza nedeninin yazılacağı bir alan kolaylıkla eklenebilir. Bu programlardaki açılır istem menüleri, döküntü, toz girişi, su girişi ve malzemenin çizmesi nedeniyle aşınma (rulolar için) gibi nedenleri içermelidir.

Bu, bileşen arızalarının maliyeti ve nedenlerinin bilgisayarda raporlanmasına izin verecektir. Kurulan sistem için tam maliyetlerin belirlenebilmesi için bu program bant temizleme ve bant sızdırmazlık cihazları hakkında veri içermelidir.

Bazı bakım hizmetleri sunan şirketler, müşterilerinin konveyörleri hakkında konveyör veritabanları tutar, sistem özelliklerini, ekipmanın durumunu ve gerçekleştirilen bakım prosedürlerini kaydeder. Bu bilgiler, önleyici bakım faaliyetlerini programlarken ve dış kaynaklarının ne zaman kullanılacağını belirlerken faydalıdır. Bu bilgiler, bir işletmenin ekipmanını ve bütçesini daha iyi yönetmek için kullanılabilir.

Kaçak malzemelerin transfer noktalarında ölçülmesi zordur. Kapalı bir alanda, havadaki tozun bağlı yoğunluğunu belirlemek için opaklık ölçme cihazları kullanılabilir. Açık havadaki transfer noktaları için, toz ölçümü daha güç olsa da imkansız değildir.

Temel bir teknik, tanımlanmış bir alanı temizlemek ve temizlenen malzemenin ağırlığını (tartmak) veya hacmini ve temizlikte harcanan zamanı hesaplamaktır. Daha sonra, düzenli zaman aralıklarıyla tekrarlanan temizliklerle takip edilir. Bu aralığının haftalık, günlük veya saatlik olması tesis şartlarına bağlıdır.

Tespit edilmesi daha güç olan kayıp malzemelerin çıkış noktasıdır. Kaçak malzemeler, konveyörde geri taşınan malzeme, bant kayması nedeniyle döküntü, yan kenar sızdırmazlığında sızıntı, yükleme sırasında meydana gelen taşmalar veya merkezden kaçık yükleme nedeniyle oluşan döküntü, şut tertibatında korozyon veya eksik civatalar nedeniyle oluşan deliklerden sızıntı veya yukarıdaki zeminlerden dahi kaynaklanabilir.

Bir kaçak malzeme çalışması yapan kişi, sonuçları etkileyebilecek değişkenlerin sayısını hatırlamada tutmalıdır. Bu, incelemenin, makul bir zaman dilimine yayılarak gerçekleştirilmesini ve aşağıdakiler de dahil en yaygın işletme şartlarını içermesini gerektirir: çevre koşulları, işletme programı, malzemenin rutubet içeriği ve kaçak malzemelerle sorun yaratan veya sorunları karmaşık hale getiren diğer etkenler.

Döküntü miktarının ve bununla ilişkili işçilik, parçalar ve duruş süresi maliyetlerinin kaydının tutulması, bantlı konveyörlerin çalıştırılması için yönetim bilgi sisteminin kilit bir parçası olmalıdır. Kaçak malzemelere dair bir mühendislik çalışması ve toplam malzeme kontrolü için yapılan öneriler, yalnızca bir işletme dönemini kapsayan bu tür kayıtlarla donatıldığında makul görünebilir.

Çoğu konveyör sistemi için, kayıp malzemelerle ilişkili maliyetler, düzeltici tedbirleri kolaylıkla haklı çıkaracaktır. Yeterli kayıtların tutulduğu çoğu durumda, malzeme kontrolünde yapılan az bir iyileştirmenin, geliştirilmiş sistemler monte etmenin maliyetini hızla telafi ettiği görülmüştür. Yalnızca işçilik giderlerinden yapılan tasarruflar dahi, herhangi bir güçlendirme ekipmanının montajından sonra bir yıldan az bir sürede maliyete denk gelmektedir.

## GELİŞMİŞ KONULAR

### Riskin Yönetimi ve Yönetim için Risk

Birçok ülke, yetersiz tasarlanan, çalıştırılan veya bakımı yeterli yapılmayan konveyörlerden kaynaklanan döküntü ve toz gibi şartları en aza indirmekten yönetimi şahsen sorumlu tutmaya başlıyor. Örneğin Avustralya’da, ölüme veya ciddi fiziksel yaralanmaya neden olan, bilinen bir probleme karşı düzeltici faaliyet gerçekleştirilmesinin azami cezası 60,000 AUD ve yönetici için iki yıl hapis yanında şirkete 300,000 AUD para cezası uygulanıyor. Konveyörlerin çevresinde meydana gelen kazaların önemli bir kısmının doğrudan döküntü ve geri taşınan malzemenin temizlenmesiyle bağlantılı olduğundan şüphe yok, ayrıca bu problemleri kontrol altında almak için yöntemler ve ürünlerin var olduğu biliniyor. Sonuç olarak, bu problemleri görmezden gelmeyi seçen ve bunun neticesinde,

işçilerin sağlığını riske atan her yönetici, bu cezalara maruz kalma riskini taşıyor

Döküntüyü ve geri taşınan malzemeyi konveyörlerin altından ve çevresinden temizlerken karşılaşılan “tehlikelerin” olasılık ve akıbet seviyesini tespit etmek için standart bir endüstriyel “Tehlike Analizi” formatı kullanılması, çalışanlar ve yöneticiler için riskin belirlenmesini sağlar (**Tablo 1.2**).

En tutucu operatörler ve bakım personelinin çoğu, döküntü ve geri taşınan malzemeyi bantlı konveyörlerin altından veya çevresinden temizlerken meydana gelen bir güvenlik vakasının “Olasılığını”, “B”: Meydana geldi veya ramak kaldı” veya “C”: Olabilir veya olduğunu duydum” ve “Kişinin Akıbetini” “2: Ciddi Yaralanma” olarak değerlendirecektir. Bu “Olasılık” ve “Kişinin Akıbeti” değerlerini “Risk Hesaplayıcı Seviyesi”ne taşırsak, 5. veya 8. Seviye, temizlik faaliyetlerini, ciddi bir yaralanmanın “Çok Büyük Risk” kategorisine yerleştirir (**Tablo 1.2**).

Bu derecelendirmeler, operasyon müdürü için risk yönetiminin, bu tehlikeleri gidermek veya en aza indirmek için uygun dikkat ve tedbirlerin uygulanması gerektiği anlamına gelen bir durumu gösterir.

Sonuç olarak, yöneticiler, hem çalışanlarının refahı hem de kendi şahsi risklerini azaltmak için, (konveyör temizliği gibi) çalışanları tehlikeye atan durumları ortadan kaldırmak için ellerinden gelen her şeyi yapmalıdır.

## TOPLAM MALZEME KONTROLÜ FIRSATI

### Sonuç olarak...

Kaçak malzemelerin neden olduğu maliyetler anlaşıldığında, konveyörlerde ve transfer noktalarında malzemelerin kontrol edilmesi, bantlı konveyörler ve bu konveyörlere bel bağlayan işletmeler için büyük faydalar sağlar. Bu kontrolü gerçekleştirilmesinin zor olduğu ve bunu korumanın daha da zor olduğu görülmüştür.

Toplam malzeme kontrolünde planlı ve sürdürülen bir yaklaşım gereklidir. Bu,



birçok işletme için maliyetleri azaltmak ve verimi ve karlılığı artırmak için bir fırsattır.

Toplam malzeme kontrolü, malzemelerin bandın üzerinde ve sistem içinde tutulması anlamına gelir. Malzemeler, kayıp veya aşırı enerji tüketimi ve erken ekipman arızaları veya aşırı bakım maliyetleri olmadan, gerektiği yere, gerektiği durumda, gerektiği akış hızında taşınır. Toplam malzeme kontrolü tesis verimini artırır ve sahip olma maliyetini düşürür.

Bu kitap, bantlı konveyörlerde toplam malzeme kontrolünü gerçekleştirmek için bir programda kullanılabilecek birçok konsept sunmaktadır.

### İlerideki bölümlerde...

Güvenli Dökme Malzeme Taşımının Temelleri kısmında Toplam Malzeme Kontrolü hakkındaki bu ilk bölüm, dökün-

tü ve tozun azaltılmasının gerekliliğini ve faydalarını anlattı.

Sonraki bölüm olan Güvenlik, bu kısmı devam ettirerek dökme malzeme taşıma ekipmanı çevresinde güvenli uygulamaların önemi yanında toplam malzeme kontrolünün tesisteki güvenliği artıracığı yönleri açıklıyor.

### REFERANSLAR

- 1.1 Engineering Services & Supplies PTY Limited. Australian Registration #908273, Total Material Control and Registration #716561, TMC.
- 1.2 Environment Australia. (1998). *Best Practice Environmental Management in Mining: Dust Control*, (ISBN 0 642 54570 7).

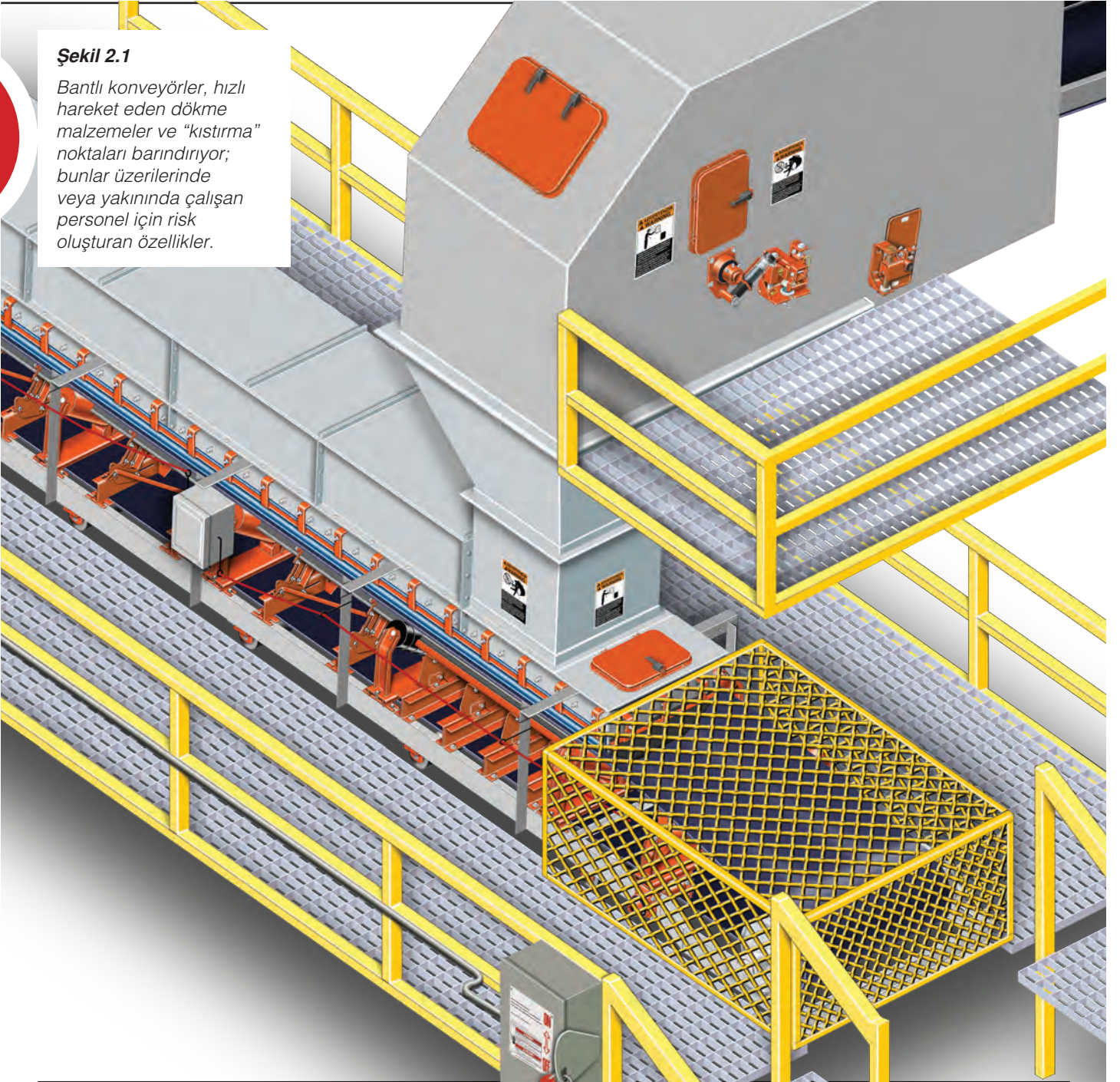
Tablo 1.2

Risk Matrisi Sistemi					
Adım 1: Olasılığı Belirle		Adım 2: Akıbeti Belirle (İkisinden Yüksek Olanı)			
Olasılık		İnsanların Akıbeti		Tesis, Mal, Verimlilik ve Çevrenin Akıbeti	
A	Günlük: Sıradan ve sık meydana gelme	1	Ölüm, kalıcı sakatlık	Aşırı tehlike, aşırı yeniden iş yapılanması. Büyük çevresel zarar.	
B	Haftalık: Meydana geldi veya ramak kaldı	2	Ciddi yaralanma veya hastalık (kaybedilen süre)	Yüksek seviyede hasar, önemli yeniden iş yapılanması. Ciddi çevresel zarar.	
C	Aylık: Olabilir veya olduğunu duydum	3	Sakatlık veya kısa süreli yaralanma (kaybedilen süre)	Orta seviyede hasar, ciddi üretim aksaması. Tersine çevrilebilir çevresel zarar.	
D	Yıllık: Olası değil	4	Tıbbi tedavi gerektiren yaralanma	Düşük seviyede hasar, hafif üretim aksaması. Küçük çevresel zarar.	
E	5 yılda bir: Pratik olarak imkansız	5	İlkyardım veya yaralanma yok	Göz ardı edilebilir hasar, minimum üretim aksaması. Çevresel zarar yok.	
Adım 3: Risk Seviyesi "Hesaplayıcı"—Riski Hesapla					
	A	B	C	D	E
1	1 AŞIRI	2 AŞIRI	4 AŞIRI	7 AŞIRI	11 CİDDİ
2	3 AŞIRI	5 AŞIRI	8 AŞIRI	12 CİDDİ	16 ORTA
3	6 AŞIRI	9 CİDDİ	13 CİDDİ	17 ORTA	20 ORTA
4	10 CİDDİ	14 CİDDİ	18 ORTA	21 DÜŞÜK	23 DÜŞÜK
5	15 CİDDİ	19 ORTA	22 DÜŞÜK	24 DÜŞÜK	25 DÜŞÜK

Avustralya'da kullanıldığı şekilde bir risk matris sisteminin tipik örneği, kaynağı bilinmiyor.

**Şekil 2.1**

Bantlı konveyörler, hızlı hareket eden dökme malzemeler ve "kıştırma" noktaları barındırıyor; bunlar üzerlerinde veya yakınında çalışan personel için risk oluşturan özellikler.



**2. Bölüm**

**GÜVENLİK**

Kayıt ve Problemler .....	15
Konveyör Güvenliği Uygulamaları.....	18
Güvenlik Eğitimi.....	24
Kişisel Sorumluluğun Önemi .....	25
Gelişmiş Konular .....	25
Konveyör Güvenliğinin Çifte Faydası.....	25

### Bu bölümde...

Bu bölümde, konveyörlerin üzerinde veya çevresinde çalışanlar için güvenlik uygulamaları ve eğitimin önemi üzerine odaklanıyoruz. Kazaların olası nedenleri, kazaların hem doğrudan hem de dolaylı maliyetleriyle birlikte incelenmektedir. Özel güvenlik uygulamaları yanında genel güvenlik prosedürleri de anlatılmaktadır. Hem yeni hem de eski çalışanlar için uygun eğitimin önemi ve bu tür eğitim için uygun içerik de tartışılmaktadır. Bu bölüm, konveyörlerin üzerinde ve çevresinde kazaların önlenmesi için gerekli kişisel sorumluluğun incelenmesiyle bitmektedir.

Konveyörler, esasen sıkıca gerdirilmiş ve bir bileşenler labirentinden geçirilmiş devasa bir kauçuk banda büyük miktarlarda mekanik enerji uygular (**Şekil 2.1**). Bu banda ağır bir yük yüklenir ve daha sonra yüksek hızda çekilir. Uygulanan kuvvetler ciddi büyüklükte ve potansiyel olarak tehlikelidir. Doğaları gereği, bantlı konveyörler hızlı hareket eden dökme malzemeler ve “kıstırma” noktaları barındırır. Bu özellikler, bantlı konveyörlerin üzerinde veya yakınında çalışan personel için riskler oluşturur. Bir bantlı konveyöre çok yaklaşması gereken herkes, bu sistemin gücünün daima farkında olmalı ve eğitimsiz veya dikkatsiz bir kişiyi yaralama veya öldürme potansiyeline saygı duymalıdır.

Bir konveyör sistemi 450 kilovat (600 bg) gücünde bir tahrike sahip olabilir - buna tonlarca malzeme yükünün tüm ataleti ve potansiyel enerjisi de eklenmelidir. Hareketli bir konveyör bandının bir işçiyle gireceği “halat çekme” mücadelesini nasıl kolaylıkla kazanacağı ve sonucun ciddi yaralanma veya ölüm arasında şansa kalacağı kolaylıkla görülebilir.

Maden kamyonlarından trenlere ve gemilere kadar tüm dökme yük taşıma şekillerinin kendilerine özgü tehlikeleri ve güvenlik hususları vardır. Her ne kadar bazı riskler de içerseler, uygun şekilde tasarlanan, çalıştırılan ve bakımı yapılan konveyörler, güvenli ve etkili bir malzeme taşıma yöntemi sağlar.

Kazalar olabilir, ama önlenebilirler de. Konveyör güvenliği, öngörülebilir tehlikeleri önleyen tasarımlarla başlar. Yönetim, güvenli ve bakımı kolay ekipmanı belirtmeli ve işçiler kurallara uymalıdır. Konveyörler ve konveyör transfer noktalarının tasarımı, yapımı, çalıştırılması ve bakımında güvenli uygulamaların tesisi ve sürdürülmesi, kazaların önlenmesine büyük ölçüde yardımcı olacaktır. İşleri gereği bantlı konveyör sistemlerine yaklaşan işçiler için güvenliği teşvik etme konusunda anahtar, uygun eğitimidir.

## KAYIT VE PROBLEMLER

### Konveyör Güvenliği ile Toz ve Döküntü Arasındaki İlişki

Bantlı konveyörlerden kaçan malzeme güvenlik risklerini birçok açıdan artırır (**Şekil 2.2**). Kaçak malzeme, konveyörlerin üzerinde ve çevresinde temizlik ve bakım yapacak personel ihtiyacını doğurur. Hareketli bandın yakınına personel yerleştirilmesi, dikkatsiz bir temasın ciddi bir yaralanma veya ölüme dönüşmesi için fırsat yaratır (**Şekil 2.3**).



**Şekil 2.2**

*Kaçak malzeme konveyörler üzerinde ve çevresinde çalışan personel için güvenlik risklerini artırır.*



**Şekil 2.3**

*Hareketli bir bandın yakınında çalışan personel, dikkatsiz bir temasın ciddi bir yaralanmaya veya ölüme dönüşmesine fırsat yaratır.*

### Konveyörler ve Güvenlik: Kayıtlara bir bakış

Malzeme yüklerinin büyüklüğü, çalışma hızları ve tükettikleri ve içerdikleri enerji nedeniyle, konveyörler benzersiz bir tehlike grubu oluşturur. Sonuç olarak, konveyörler, ciddi yaralanma ve ölümler içeren endüstriyel kazaların önde gelen sebebi olarak gösterilmişlerdir.

Birleşik Devletlerdeki Maden Güvenliği ve Sağlık İdaresinin (MSHA) hazırladığı bir rapor, 1996 yılından 2000 yılına kadar dört yıllık bir dönemde kaydedilmiş, cevher/cevher dışı madenlerde meydana gelen konveyör kazalarını inceledi. MSHA raporu (*Referans 2.1*). o kazalarla bağlantılı olarak aşağıdaki işçi faaliyetlerini listeledi:

- Yetersiz korumalı ekipmanın altında veya yakınında çalışma
- Hareket eden silindirlere malzeme çıkarmak için el veya alet kullanma
- Sıkışan silindirleri konveyör hareket ederken serbest bırakmaya çalışma
- Çalışan bir konveyör üzerindeki muhafazaları çıkarmaya veya monte etmeye kalkışma
- Bant çalışırken baş veya kuyruk tamburundan malzeme çıkarmaya kalkışma
- Hareketli bant konveyörleri çevresinde gevşek giysiler giyme
- Fişini çekmeden önce (hem düz hem de eğik bantlarda) duran konveyör bandını engellememe (duran bir konveyör bandında enerji depolandığı için)
- Konveyör bandını başlatmak amacıyla V-Kayışını çekmek için muhafazanın arkasından uzanma

22'si sakatlanma ve 13'ü ölümlü sonuçlanan toplam 459 kazayı kapsayan belgenin (*Referans 2.1*) analizinde, (10 ölüm dahil) bildirilen yaralanmaların 192'sinin (yüzde 42) yaralanan işçi bakım, yağlama veya konveyör muayenesi yaparken meydana geldiği görülmektedir. (3 ölüm dahil) bildirilen yaralanmalardan diğer 179'u (yüzde 39), kurban bantlı konveyörlerin çevresinde temizlik yaparken ve kürekle atarken meydana gelmiştir (**Tablo 2.1**).

MSHA raporu, kazaların olasılığında, kaza kurbanının yaşı, deneyimi veya iş unvanına dayalı hiçbir fark bulamamıştır.

2001-2008 yılları arasında Birleşik Devletlerde 233 ölümcül maden kazası üzerinde yapılan bir ön çalışma, konveyörlerin karıştığı 47 vakada 48 ölüm olduğunu ortaya çıkarmıştır (*Referans 2.2*). Veriler, ABD Çalışma Bakanlığının Maden Güvenliği Sağlık İdaresi tarafından hazırlanan raporlardan derlenmiştir.

Konveyöre bağlı ölümlere yol açanlar olarak en sık listelenen faaliyetler, yüzde 35 (veya 17 ölüm) ile Bakım (örneğin makaraların veya bant tertibatının değiştirilmesi veya tıkanıklıkların temizlenmesi) ve ikinci olarak yüzde 27 (veya 13 ölüm) ile Temizliktir (örneğin döküntüyü kürek veya hortumla temizleme veya bir makaradaki birikintiyi temizleme). Bu ölümlerin çoğu, kurbanın, muhafazasız bir kısırtma noktasına çok yaklaşarak veya hareketli bir konveyörün üzerinde çalışarak hareket eden konveyöre yakalanması sonucu meydana gelmiştir.

Tablo 2.1

1996-2000 MSHA Konveyör Kazası Verileri			
Yaralanma Nedeni	Ölümlerle sonuçlanan	Ölümlerle sonuçlanmayan	Toplam
Hareketli Banda Yakalanma	10	280	290
Bakım, Yağlama veya Muayene	10	182	192
Temizlik ve Kürekle Atma	3	176	179
<b>Toplam*</b>	<b>13</b>	<b>446</b>	<b>459</b>

\*Not: Her bir sütundaki toplam rakam, o sütunun toplam değeri değildir, herhangi bir spesifik kaza için belirtilmiş birden fazla sebep olabilir (*Referans 2.1*).



## KONVEYÖRLER ÖLÜMCÜL OLABİLİR

2

Kırıncıdan depoya uzanan 45 metre (150 ft) uzunluğundaki konveyör bandı boyunca yürürken, gerdirme tamburunun yapışkanla kaplanmış olduğunu fark etti. Değirmende 10 yıldır çalışıyordu ve tüm bu süre boyunca, bandı temiz tutması gereken baş tamburdaki kazıyıcının sürekli ayarlanması gerekiyordu. Neyse. Biraz sonra onunla ilgilenirdi. İlk önce gerdirme tamburunu temizlemeliydi.

Kırıncı operatörü, yerinden uzaktaydı ve hem kırıncı hem de konveyör duruyordu. Kontrol kutusuna geri gitti, konveyörü çalıştırdı, daha sonra bir önden yükleyici aldı ve gerdirme tamburuna geri sürdü. Yükleyicinin kepeçesini, içinde dikilip tambura uzanabileceği kadar yükseltti. Bir alet (sapı kesilerek 40 santimetreye (16 inç) getirilmiş sıradan bir bahçe çapası) kavrayarak kepeçeye tırmandı ve yapışkan tamburdan kazımaya başladı. Bunu daha önce de birçok kez yapmıştı ve tambur dönerken çok daha hızlı oluyordu. Bant yalnızca saniyede 2, 3 metre (450 ft/dk) hızla hareket ediyordu - bu da yalnızca saatte 8 kilometre (5 mil/s) yapardı.

Daha ne olduğunu anlamadan bir şey ilk önce aleti, daha sonra kolunu kavradı ve onu aniden kepeçeden çekip çıkardı. Ezilmekte olan kolundaki acı yalnızca, omzu ve boynu konveyör yapısının içinde ezilmeye kadar sürdü. Hemencecik öldü. 37 yaşındaydı.

Bu hikaye kurgu değildir. Seçilebilecek tek hikaye de değildir. Geçmişte bu tür sayısız olay vardır. Konveyör çok sık can alıyor veya sakat bırakıyor, kesiyor, eziliyor.

Konveyörler çok yaygın olduğu için onları hafife almak ve ilgisiz kalmak kolay. Hele saatte yaklaşık 8 kilometreye (5 mil/s) o kadar da hızlı hareket ediyormuş gibi görünmüyorlar. Bu hikayenin kurbanının banda yakalandığında yalnızca aleti düşürmüş olabileceğine inanmak kolay. Fakat öyle olmadı.

Saatte 8 kilometre (5 mil/s) yaklaşık olarak saniyede 2,2 metreye (7.3 ft/sn) karşılık gelir. O hızda, eğer tepki süreniz saniyenin dörtte üçü ise, aleti bırakmadan önce eliniz 1,6 metre (5.5 ft) gidecektir. Tepki süreniz saniyenin onda üçü kadar hızlı olsa dahi, eliniz 660 milimetreden (26 inç) fazla yol alacaktır. Eğer kısa bir alet kullanıyorsanız, dolanmak için bu mesafe yeterlidir. Eğer kapılan bir gevşek giysi parçasıysa, tepki sürenizin ne olduğu hiç fark etmez. Zaten çok geçtir.

*Ontario Doğal Kaynaklar Güvenlik Birliği tarafından yayınlanan "Güvenlik Hatırlatması" gazetesinden izin alınarak basılmıştır (Referans 2.4) (Ölçü dönüşümleri Martin Engineering tarafından eklenmiştir)*

Güney Afrika'da, Madenlerde Konveyör Bandı Sistemlerinin Güvenliği Araştırma Danışma Komitesinin raporu, 1988 – 1999 arasında (161 bantlı konveyör ölümü dahil) 3000'den fazla kazayı inceledi (Referans 2.3). Yukarıda atıfta bulunulan MSHA raporunda yansıtılan bulgularda, belge şuna dikkat çekti: "hareketli konveyörlerde çalışan kişiler, yetersiz koruma ve etkisiz

kilitleme, konveyör kazalarının en büyük sebepleri olarak göze çarpıyor." Rapora göre, yaralanmalar en sık, kuyruk tamburu, baş tambur, makaralar ve yükleme şutunda çalışan kişilerden kaynaklanıyor.

### Konveyör Kazalarının Maliyeti

Tıbbi tedavi, ücret kayıpları ve azalan verimlilik gibi kazalardan doğan bazı doğ-

rudan maliyetler tanımlanabilir. Kazalara bağlı daha az belirgin giderler “dolaylı” veya “gizli” maliyetler olarak bilinir ve doğrudan maliyetlerin değerinden birkaç kat daha büyük olabilir. Bu gizli maliyetler şunları içerir:

- A. Yaralanan işçi yerine geçici birini bulmak için harcanan para ve zaman
- B. Yaralanan işçiye yardım etmek için diğer çalışanlar tarafından harcanan süre
- C. Kazayı soruşturmak, kaza raporlarını hazırlamak ve çalışma programlarında ayarlamalar yapmak için yönetim tarafından harcanan zaman
- D. Aletler, malzemeler ve ekipmanın uğradığı mal hasarı
- E. Görevlerin gerçekleştirilmesinde yaşanan gecikmeler

2005 yılında, Birleşik Devletlerdeki Ulusal Güvenlik Konseyi işle bağlantılı bir ölümün maliyetini 1.190.000 USD olarak açıkladı; sakat bırakan bir yaralanmanın maliyeti ise 38.000 USD olarak hesaplandı. Konseyin hesabı, ücret ve verimlilik kayıplarını, tıbbi giderleri ve idari giderleri içeriyor. Rakamlar herhangi bir mal hasarı tahminini içermiyor.

Konveyöre bağlı kazaların sayısındaki hafif bir düşüşün dahi bir işletmeye ciddi miktarlarda para tasarrufu sağladığı kolaylıkla görülüyor.

## KONVEYÖR GÜVENLİĞİ UYGULAMALARI

### Genel Konveyör Güvenliği Uygulamaları

Konveyörün tasarımı veya çalıştığı koşullara bakılmaksızın gerçekleştirilmesi gereken belirli güvenlik uygulamaları vardır. Bunlar:

- A. Kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürleri  
Konveyör bandının tüm enerji kaynakları yanında konveyör aksesuarları ve bağlantılı proses ekipmanı için kilitleme

/ etiketleme / bloke etme / test etme prosedürleri tesis edilmelidir. Bandın üzerinde dökme malzemeler, düşen topaklar veya sistem gücü kesildiğinde dahi konveyörün hareket etmesine neden olabilecek potansiyel enerji nedeniyle tehlike arz edebilir. Yalnızca kilitleme ve etiketleme bir işçinin güvenliğini sağlamak için yeterli olmayabilir; bu nedenle, kilitleme ve etiketlemeden sonra, işçinin konveyörü bloke etmesi ve hareket edemeyeceğinden emin olmak için test etmesi (test etme) önemlidir. İster yapım, ister montaj, bakım veya muayene olsun - alanda herhangi bir işe başlamadan önce bu prosedürlere uyulmalıdır.

- B. Muayene/bakım programı  
Malzeme taşıma sistemi için resmi bir muayene ve bakım programı geliştirilmeli ve takip edilmelidir. Bu program, acil durum şalterleri, lambalar, kornalar, elektrik tesisatı ve uyarı etiketleri yanında konveyörün hareketli parçalarını ve yardımcı bileşenleri de içermelidir.
- C. İşletme hızına ve kapasitesine uyma  
Konveyörler, şutlar ve diğer malzeme taşıma ekipmanının tasarlandığı işletme hızı ve kapasitesi aşılmamalıdır.
- D. Çevrede güvenlik turu atma  
Bir konveyörü yeniden başlatmadan önce tüm alet ve iş malzemeleri bant ve şuttan kaldırılmalıdır. Konveyörü çalıştırmaya devam etmeden önce çevresinde bir “güvenlik turu” atılması önerilir.
- E. Acil durum kontrolleri  
Tüm acil durum kontrolleri sisteme yakın, kolay erişilebilir ve döküntü ve engellerden temizlenmiş olmalıdır.
- F. Kişisel Koruyucu Ekipman (PPE) ve giysi  
Konveyörün bulunduğu alanda, yerel şartlara göre (çoğunlukla bir baret, koruyucu gözlükler ve çelik burunlu ayakkabıları içeren) uygun kişisel koruyucu ekipman ve giysi giyilmelidir. Gevşek

veya büyük giysilere, açık uzun saç veya mücevhere izin verilmez.

#### G. Sistem çalışırken güvenli uygulamalar

Bir konveyör veya başka bir malzeme taşıma sistemini kurcalamamak, dürtmek veya içine uzanmamak veya sistem çalışırken, ruloları veya diğer bileşenleri temizlemeye veya ayarlamaya kalkışmamak önemlidir.

#### H. Konveyör üzerine hiçbir personel çıkmaz

Personelin, çalışan bir malzeme taşıma konveyörün üzerine oturmasına, üzerinden karşıya geçmesine veya üzerinde yolculuk etmesine asla izin verilmemelidir. (Dünyanın bazı bölgelerinde, insan taşıyan bantlı konveyörler, işçilerin görev alanlarına ulaşması için kabul edilen bir yöntemdir, fakat diğer bölgelerde bu kesinlikle yasaktır. Basitlik açısından, bu kitap, insan taşıyan konveyörleri, dökme malzemeler için kullanılan bantlı konveyörler üzerine yaptığı tartışmadan ayrı tutacaktır.)

#### Konveyör Tasarımı ve İşletilmesi için Güvenlik Standartları

Yukarıdaki uygulamalar, Birleşik Devletlerdeki Amerikan Makine Mühendisleri Birliği (ASME) tarafından ASME Standardı B20.1-2006 *Konveyörler ve İlgili Ekipman için Güvenlik Standardı* ve B15.1 *Mekanik Güç İletimi için Güvenlik Standardı*'nda yayınlanan, dünyadaki uygun düzenleme ve güvenlik kuruluşları tarafından belirlenen daha detaylı güvenlik yönergelerini veya özel bir tesisin kurallarını değiştirme amacını gütmeyiz. Bu referanslar yanında özel sistemlerin üreticileri tarafından sağlanan güvenlik talimatlarına da başvurun.

Avustralya'da, Avustralya Standart (AS) şartnamesi AS1755-2000 *Konveyör Güvenlik Ekipmanı*, konveyörlerin ve malzemele- rin taşınması için kullanılan ilgili sistemlerin tasarımı, yapımı, montajı ve muhafazası için geçerlidir.

Bu referanslara ve/veya ulusal veya uluslararası eşdeğerlerine, herhangi bir bantlı

konveyör sisteminin tasarımı ve yapımı için bir rehber olarak başvurulmalıdır.

#### Konveyör Elektrik Sistemleri ve Güvenlik

Konveyörlerin elektrik sistemleri genellikle yüksek voltajlar ve karmaşık kontrol ve haberleşme sistemleri içerir. Elektrik alışverişi, bir tesisin bakım departmanında neredeyse her zaman ayrı bir grup olarak düşünülür. Konveyör elektriği besleme ve kontrol sistemlerinde yalnızca özel olarak eğitilmiş ve sertifikalı işçiler çalışmalıdır.

#### Ön İş Güvenliği Değerlendirmesi

Bantlı konveyörlerde herhangi bir işe başlamadan önce, bir ön iş güvenliği değerlendirmesinin yapılması önerilir. Bu değerlendirme, bakımı yapılacak esas ekipman parçasıyla birbirine geçmiş olabilecek tüm ekipmanı içermelidir. Bu ön iş değerlendirmesinde, tüm alanın işçilerin çalışması için güvenli ve işi güvenle yapmak için uygun ekipmanın mevcut olduğundan emin olunmalıdır. Ayrıca, ön iş güvenliği muayenesi, çevredeki çalışma alanının yangın tehlikeleri, takılıp düşme tehlikeleri veya düşen nesnelere karşı yakından incelenmesini de içermelidir.

Ön iş güvenliği değerlendirmesinde sıkça göz ardı edilen bir husus da, tüm çalışanların bantlı konveyör üzerindeki faaliyetlerinin koordinasyonudur. Örneğin, ön şutta bant sıyrıcısı uçlarını değiştiren işçiler, eğer bandı değiştiren işçiler bandı hareket ettirirse yaralanabilir.



**Şekil 2.4**

*Kilitleme/etiketleme kuralları, konveyör sistemine (veya herhangi bir yardımcı ekipmana) giden gücün, sistemde çalışacak kişi tarafından kapatılmasını, kilitlenmesini ve etiketlenmesini gerektirir.*

### Kilitleme/Etiketleme Prosedürleri

Bir konveyör güvenliği programının can alıcı bir parçası da kilitleme/etiketleme prosedürüdür. Birleşik Devletlerde, kilitleme/etiketleme, İş Güvenliği ve Sağlık İdaresinin (OSHA) şart koştuğu bir prosedürdür; MSHA bu kuralın benzer bir versiyonunu uyarlamıştır. Bant gerilimi veya yükseltilmiş dökme malzemelerde depolanan potansiyel enerjinin karşısında tam güvenliği sağlamak için, ek kilitleme ve test bileşenleri önerilir.

Kilitleme/etiketleme kuralları, konveyör sistemine (veya herhangi bir yardımcı ekipmana) giden gücün, sistemde çalışacak kişi tarafından kapatılmasını, kilitlenmesini ve etiketlenmesini gerektirir (**Şekil 2.4**). Sistemin kilidini, yalnızca onu kilitleyen kişi açabilir. Bu şekilde, biri konveyör bandında çalışırken başka birinin bandı habersizce başlatması önlenir.

#### Tipik kilitleme/etiketleme prosedürleri:

##### A. Şahsi kilit

Her bir işçinin güç kesme şalterine veya

şalterlerine kişisel bir kilit yerleştirilmesi gerekir. Bu bir veya birden fazla kilitleme çubuğu gerektirebilir (**Şekil 2.5**).

##### B. Şahsi anahtar

Yalnızca kilidi yerleştiren çalışanın, onu açacak anahtarı vardır ve yalnızca o çalışan kilidi çıkarabilir.

##### C. Birden fazla kilit

Eğer belirli bir alanda birkaç işçi çalışıyorsa, her biri güç kaynağına bir kilit yerleştirmelidir. Bazı ekipmanlar kilitlenmesi gerekebilecek çok sayıda noktaya sahip olacaktır.

##### D. Şahsi etiket

Bir kilit yerleştiren her bir çalışan, adını ve irtibat bilgilerini içeren bir de etiket yerleştirmelidir.

### Bloke Etme Prosedürleri

Bir bantlı konveyör uygun şekilde kilitlendiğinde ve etiklendiğinde dahi, sistemde ciddi miktarlarda gerilim veya potansiyel enerji bulunabilir. Anlaşılması kolay şöyle bir senaryo örnek gösterilebilir: eğer bir eğik bant, bant üzerinde malzeme yüküyle acil durum nedeniyle kapatılırsa, malzemenin ağırlığı bantın geriye doğru dönmesine neden olacaktır. Hem bantın hareketi hem de malzemenin konveyörün aşağı doğru olan tarafından dökülmesi, şanssız veya dikkatsiz çalışan için yaralanma riski oluşturacaktır.

Yerçekimiyle gerdirmeye cihazının denge ağırlığının kaldırılması bu gerilimleri gidermeyebilir. Bu yöntem güvenilmemelidir. Uygun şekilde monte edilmiş frenler ve backstoplar bu geriye doğru dönüşü önlemeye yardımcı olabilir. Bununla birlikte, bir tesis, bir bantın kendi kendine hareket etmesini önlemek için backstop veya frenlere bel bağlamamalıdır. Bantın, bant gerilmesinin oluşturduğu iç gerilimler nedeniyle hareket ettiği durumlar olmuştur.

Bloke edilmiş şutlar, yük bölgesinde hapşolmuş malzeme, bantın altındaki malzeme veya arızalı rulmanlar, kayda değer bant gerilimleri oluşturacak kadar bantın hızını

**Şekil 2.5**

Konveyörün güç sistemine bir kilit yerleştirilmesi, biri konveyör bandında çalışırken başka birinin bandı habersizce başlatmasını önleyecektir.



**Şekil 2.6**

Bant kelepçeleme cihazı, bir makaraya değil, beklenen kuvvetleri engelleyebilecek bir yapı elemanına sabitlenmelidir.





kesebilir. Bant, işin o anda mevcut koşullarına bağlı olarak her iki yönde de hareket edebilir; bu koşullar iş ilerledikçe değişebilir ve değişir.

Eğer çalışanların, bandın üzerinde veya konveyör üzerindeki sıkıştırma noktalarının yakınında olması gerekiyorsa, bant, kendi gücüyle hareket etmemesi için fiziksel olarak kısıtlanmalıdır. Bu işleme konveyör bandının “bloke edilmesi” veya bloke etme denir. Bloke etme cihazını, beklenen kuvvetleri engelleyebilecek bir yapı elemanına sabitleyerek bandı fiziksel olarak kısıtlamak için bant kelepçeleri, zincirler ve ‘come-along’lar (dişli çark mandallı vinçler) kullanılabilir (**Şekil 2.6**).

Hareket önlemek için banda sıkıca kelepçelenecek şekilde tasarlanmış ekipman satın alınması önerilir.

### Test Etme Prosedürleri

Test etme prosedürü, işe devam etmeden önce sistemin sabit ve gücü kesilmiş olduğundan emin olmak için son bir kontrol sağlar. Bantlı konveyörü veya birbirine geçmiş ekipmanı, kilitleme kilidi yerleştirildikten sonra başlatmaya çalışmak iyi bir uygulamadır. Bu, hem yerel başlatma/durdurma istasyonlarını hem de sistemin uzaktan kumandalarını içermelidir. Bu sayede doğru kesicilerin gücünün kesildiğinden emin olunur.

### Ekipman Muhafazaları

Tahrik tamburları gibi döner ekipmanda ve yerçekimiyle gerdirme cihazları gibi ani hareketlere izin veren ekipmandaki sıkıştırma noktalarının, çalışanların kazara veya mantıksızca el uzatmasını önlemek için muhafazalarla donatılması önemlidir (**Şekil 2.7**).

Yürüme yollarını kullanması gereken personeli korumak için konveyörlerin yürüme yolları boyunca muhafaza bariyerleriyle tamamen kapatılması giderek yaygınlaşmaktadır (**Şekil 2.8**). Bu muhafazalar, personelin, yaralanma riski arz edecek kadar yaklaşmasına izin vermeden, hareketli parçaları ve sıkıştırma noktalarını gözlemle-



**Şekil 2.7**

Baş tamburları gibi döner ekipmanda ve yerçekimiyle gerdirme cihazları gibi ani hareketlere izin veren ekipmandaki sıkıştırma noktaları, işçilerin kazara veya mantıksızca el uzatmasını önlemek için muhafazalarla donatılmıştır.



**Şekil 2.8**

Yürüme yollarını kullanması gereken personeli korumak için konveyörlerin yürüme yolları boyunca muhafaza bariyerleriyle tamamen kapatılması giderek yaygınlaşmaktadır



**Şekil 2.9**

Muhafazalar, personelin, yaralanma riskiyle karşılaşacak kadar yaklaşmasına izin vermeden, hareketli parçaları ve sıkıştırma noktalarını gözlemlemesine izin veren metal örgü veya kafesten üretilir.



**Şekil 2.10**

Bandın yakınında çalışan personeli korumak için, bant “çekme halatlı” acil durdurma anahtarlarıyla donatılmalıdır..

mesine izin veren metal örgü veya kafesten üretilir (**Şekil 2.9**).

Her devletin yerine getirilmesi gereken kendine ait şartları olsa da, muhafazaların ekipmanın üzerine uygun şekilde yerleştirilmesi söz konusu olduğunda, yerel ve endüstriyel şartlar da derinlemesine soruşturulmalı ve uygulanmalıdır.

Aynı zamanda, çeşitli ekipman parçalarına bakım erişimi sağlanması gerektiği de unutulmamalıdır.

Bu ekipmanı korumak için monte edilen fiziksel muhafazalar dikkatle tasarlanmalıdır, aksi halde bakım verimini azaltırlar. Eğitimsiz bireylerin sisteme girmesini önlemek amacıyla, muhafazaların çıkarılması için özel bir alet gerektirmelidir. Muhafazalar, sıkıştırma noktasına erişmek için bir çalışanın muhafazalardan içeri veya muhafazaların çevresinden uzanmasını önleyecek yeterlilikte olmalıdır.

Bakım prosedürleri tamamlandıktan sonra, konveyörü yeniden başlatmadan önce muhafazaların ilk konumlarına döndürülmeleri önemlidir.

### Acil Durdurma Anahtarları

Bandın yakınında çalışan personeli korumak için, bant “çekme halatlı” acil durdurma anahtarlarıyla donatılmalıdır. Bu emniyet anahtarları, konveyör iskeleleri ve geçiş hakkı bulunan geçitler boyunca uygun şekilde monte edilmelidir (**Şekil 2.10**). Eğer bandın her iki yanında erişim veya bir yürüme yolu varsa, sistem konveyörün her iki yanı boyunca uzanmalıdır. Acil bir durumda, halat bir kez çekildiğinde, konveyöre giden gücün kesilip bandın durdurul-

ması için anahtarlar bandın güç sistemine bağlanmalıdır.

1995’te, Birleşik Devletlerdeki MSHA, maden işletmecilerini, konveyörler boyunca yerleştirilen çekme halatlı acil durdurma sistemlerinin olası arızaları konusunda uyardı. 1100 sistemde yapılan testlerden sonra, MSHA yüzde ikilik bir arıza oranı olduğuna dikkat çekti. MSHA bu problemleri birkaç etkene dayandırdı:

- A. Konveyörün devre dışı bırakılmasını önleyen, anahtar çevresindeki döküntü
- B. Kopmuş çekme kordonları veya kordonlarda aşırı gevşeklik
- C. Anahtar milinin kutuya girdiği yerde donmuş pivot yataklar
- D. Kutunun içindeki elektrik anahtarlarının arızası
- E. Anahtar veya kontrol devrelerinin hatalı bağlanması

Bu problemin çözümü, bakım yaparken dikkatli olunması ve konveyör güvenlik ekipmanının çalışmasının kontrol edilebileceği zamanlarda, okullardaki yangın tatbikatlarına benzer test tatbikatlarının uygun şekilde yapılmasıdır. Bu testler aylık olarak yapılmalıdır.

### Güvenlik İşaretleri

Sıkıştırma noktalarına, bakım erişim kapılarına ve konveyör ekipmanındaki diğer tehlikeli alanlara güvenlik yapıtırmaları ve uyarı etiketleri takılmalıdır (**Şekil 2.11**). Ekipman için güvenlik uyarıları sağlamak—ve mümkün olduğunda bunları uygulamak—üreticinin sorumluluğudur. Bu işaretler temiz ve okunaklı tutulmalı ve ekipman veya prosedürlerdeki değişikliklere uyacak şekilde yeniden uygulanmalıdır. Aşınmış, hasar görmüş veya okunamayan güvenlik uyarılarını değiştirmek operasyon yönetiminin sorumluluğundadır. Güvenlik işaretlerine uymak çalışanın sorumluluğundadır.

Uzaktan başlatılabilen ekipmanın uyarı işaretleri, konveyör boyunca dikkat çeken bir biçimde yerleştirilmelidir. Konveyör

**Şekil 2.11**

Sıkıştırma noktalarına, bakım erişim kapılarına ve konveyör ekipmanındaki diğer tehlikeli alanlara güvenlik yapıtırmaları ve uyarı etiketleri takılmalıdır



bantları birçok kez otomatik olarak veya bir operatör tarafından uzaktaki bir kontrol odasından, konveyörün yakınında hiç kimse yokken, tetiklendiğinde çalışmaya başlar.

Boşaltıldığında çalışanları ciddi şekilde yaralayabilecek, hava şutları gibi akış yardımcısı cihazlara sahip şutlar açıkça işaretlenmelidir. Bu durum şutun aynı zamanda, tekne girişi için kısıtlamalarla da işaretlenmesini gerektirir. Akış yardımcılarının gücü kesilmeli ve bunlar uygun şekilde kilitlenmeli / etiketlenmeli / bloke edilmeli / test edilmeli ve şut girişinden önce şutlar temizlenmelidir.

Güvenlik yapıştırmaları ve işaretleri, tanınmış konveyör ve ilgili ekipman üreticilerinin yanında tedarikçi firmalardan da temin edilebilir. Birleşik Devletlerdeki Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliğinde (CEMA), dökme malzeme konveyörleri ve birçok yaygın aksesuar için çeşitli güvenlik ve önleyici etiketler mevcuttur. Bu etiketler kuruluşun <http://www.cemanet.org> adresindeki web sitesinden görülebilir ve sipariş edilebilir.

Birden fazla dilin konuşulduğu tesislerde tüm işçileri korumak için işaretler içeren resimli diyagramlar gerekebilir (**Şekil 2.12**). Eğer gerekirse, güvenlik işaretlerindeki mesajların tercümesi, tam anlamı vermesi için yerel olarak gerçekleştirilmelidir. (Uluslararası Standartlaştırma Örgütü, tercüme edilmesi gereken kelimeleri kaldırmak ve yalnızca resimler içeren işaretlerin kullanılmasını amaçlamaktadır.)

### Yeni Konveyörlerin İlk Başlatılması Sırasında Güvenlik Hususları

Yeni konveyörler için ilk başlatma zamanı, en tehlikeli zamanlardan biri olabilir, çünkü sistem beklendiği gibi davranmayabilir ve başlatma kornaları ve sinyalleri gibi güvenlik ekipmanı düzgün çalışmayabilir. Bantı başlatmadan önce, konveyör yolu boyunca birden fazla gözetleyicinin yerleştirilmesi önerilir. Bu kişilerin, kontrol odası veya bantlı konveyörü başlatan kişiyle telsiz iletişimi olmalıdır.

Bandın düzgün çalışmasını sağlamak için gerekli olabilecek ayarlar, yalnızca konveyör uygun şekilde kilitlendiğinde / etiketlendiğinde / bloke edildiğinde / test edildiğinde yapılmalıdır. Bant çalışırken yapılacak en küçük bir ayar dahi bir kazayla sonuçlanabilir.

### Tehlikeli Düşünme

Birçok işlem, çalışırken konveyör sistemi üzerinde çalışmayı yasaklar. Bununla birlikte, aynı işlemler konveyör çalışırken çevresinde çalışmayı gerektirir. İşçiler muayene ve bakım prosedürleri ve kaçak malzemeyi temizlemek için konveyörlere gelir.

Madenler Bürosu Twin Cities Araştırma Merkezinden Richard J. Wilson'ın (*Referans 2.5*) işaret ettiği gibi:

Çoğu prosedür ana güç şalterinin, baş tambur veya kontrol odasında kilitlenmesini gerektirir. Bu yer çalışma alanından oldukça uzakta olabileceğinden, bu kurala uymak için kayda değer zaman



**Şekil 2.12**

*Birden fazla dilin konuşulduğu tesislerde tüm işçileri korumak için işaretler içeren resimli diyagramlar gerekebilir.*

ve çaba sarf etmek gerekebilir. Kilitleme prosedürünün uygulanması işin kendisinden daha uzun sürüyorsa, bazı rutin tamir işlerini bandı kilitlemeden çabucak yapmanın bakım personelinin aklına yatmasını hayal etmek güç değil.

Bu “kestirme”, kaza ve yaralanmalar için fırsat doğurur.

## GÜVENLİK EĞİTİMİ

Güney Afrika raporu (*Referans 2.3*) şuna dikkat çekiyor: “Kazaların çoğu, konveyör sistemlerinin doğal riskleri ve bu tür sistemlerin güvenli kullanımına dair bir anlayış eksikliğine dayandırılabilir.”

Kaza önleme konusunda en iyi yaklaşım, etkili ve tekrarlanan eğitimle birleştirilmiş, iyi tasarlanmış bir güvenlik programıdır.

### Yeni Çalışanlar için Konveyör Eğitimi

Konveyör bandı güvenliği, en yeni çalışanla başlamalıdır. En az tecrübeye sahip, en yakın zamanda işe alınan “yeni çalışanı”, “kimsenin istemediği işi” yapmaya gönderme eğilimi vardır: hareket eden konveyörlerin çevresini temizleme. Yeni bir çalışana, bir konveyör bandı çevresinde çalışma görevini vermeden önce, çalışan, bantlı konveyörlere özgü minimum dört saatlik sınıf eğitimine katılmalıdır.

### Konveyör Eğitimi Kursu

Her bir tesis, pozisyonları gereği konveyörlerin üzerinde veya yakınında çalışmalarını gereken kişiler için bir eğitim programına sahip olmalıdır (**Şekil 2.13**). Bu program, bantlı konveyörlerin yakınında çalışmanın risklerini ve güvenli prosedür-

lerini işleyecektir. Eğitim, bant işlemlerini, kaçak malzemeyi ve personel güvenliğini etkileyebilecek çeşitli bant durumlarına dair derinlemesine bir anlayış içermelidir. Konveyörün farklı durumlarını anlayarak kazalar azaltılabilir.

Bu kapsamlı eğitim, asgari olarak aşağıdakileri içermelidir:

- Bantlı konveyörler çevresinde genel güvenlik uygulamaları
- Kişisel koruyucu ekipman (PPE)
- Uygun personel temizliği ve kıyafeti
- Uygun kürekle atma teknikleri
- Güvenli muayene ve bakım uygulamaları
- Konveyörün problemlere neden olan (bakım ve güvenlik sorunlarına yol açan) durumları
- Yapı ve koşullara uyacak bant seçimi
- Kaçak malzeme kaynaklarının tespiti
- Kaçak malzemenin (toz ve döküntü) giderilmesi
- Bant merkezleme prosedürleri

### Yenileyici ve Hatırlatıcı Eğitim

Yeni çalışanlar yanında eski çalışanların da eğitime ihtiyacı vardır. Kıdemli çalışanlar konveyör bantları veya konveyör bandı güvenliği hakkında muhtemelen hiç veya çok az eğitim almışlardır.

Martin Engineering’in Foundations™ Çalıştayı gibi seminerler, operasyondan bakım işçilerine, konveyör mühendislerinden tesis yöneticilerine kadar personele odaklı konveyör eğitimi sunma konusunda etkili olduğunu göstermiştir. Buna karşılık gelen Foundations™ Sertifikasyon Programı, kendinden yönlendirmeli bir öğrenme deneyimi sağlamaktadır.

Normal eğitim ve yeniden eğitim devreleri arasındaki periyodik hatırlatıcılar da faydalıdır. Amerikan MSHA gibi kuruluşlar, etkili yenileme eğitim materyalleri sağlayabilen konveyör bandı kazalarına dair geçmiş olaylar için bir kaynaktır.

**Şekil 2.13**

Her bir tesis, pozisyonları gereği konveyörlerin üzerinde veya yakınında çalışmalarını gereken kişiler için bir eğitim programına sahip olmalıdır.



## KİŞİSEL SORUMLULUĞUN ÖNEMİ

Birçok açıdan, tesis güvenliği tesis temizliği gibidir: Her ikisi de tutuma dair konulardır. Tesis yönetimi, işletme geneli için bir tavır belirleyebilir; bununla birlikte, bir tesisin güvenlik sicilinde en büyük etkiye, her bir işçinin şahsi tepkisi sahip olacaktır.

Güvenlik yalnızca bir tesisin güvenlik departmanının veya resmi bir kuruluşun sorumluluğu değildir. Aksine, kendisi ve iş arkadaşları için güvenliği sağlamak her bir işçinin sorumluluğudur.

Kişisel sorumluluk aşağıdakileri içerir:

- Toz ve gaz maskeleri, kulak tıkacı, baretler ve çelik burunlu ayakkabıları içeren kişisel güvenlik ekipmanı kullanımı
- Güvenlik uygulamalarına dikkat etme
- Temiz ve güvenli bir çalışma alanı sağlamak için iyi temizlik standartları
- Güvenli çalıştırma ve bakım prosedürlerini öğrenmek için ekipman kılavuzlarının derinlemesine incelenmesi
- Diğer işçilerin güvensiz eylemlerini durdurmaya ve uygun güvenlik prosedürleri hakkında diğerlerine koçluk etmeye isteklilik

## GELİŞMİŞ KONULAR

### “Yeni Jenerasyon” Muhafaza Sistemleri ve Konveyörün Durma Süresi

“Yeni jenerasyon” muhafaza teknolojilerinin, geleneksel bariyerli muhafazaya kıyasla yaralanmaları önlemek için yeterince hızlı tepki verip vermeyeceği konusunda bir soru işareti vardır. Belirleyici faktörler, ekipmanın algılama mesafesi, muhafaza cihazının yanıt hızı, koruma cihazının en yakın hareketli parçaya uzaklığı, konveyör bandının durma süresi ve kişinin hareket hızıdır.

Neredeyse her konveyör tasarım programı, konveyör için durma süresini, tahrik bileşenlerini optimize etmek için bant gerginliğinin kontrolüne dayanarak he-

saplar. Bandın ani duruşu, başlaması veya geri dönüşü, konveyör ve aksesuarlarıyla ciddi dinamik problemlere neden olabilir. Dinamik kaygıların hesaba katılmadığı kısa konveyörlerde dahi, bir bandın durmasının 5 saniye sürmesi normaldir. Dinamik sorunların hesaba katıldığı uzun sistemlerde, konveyörün durmasının 30 saniye sürmesi normaldir. Bir kişinin temel tepki süresi genellikle bir gözlemcinin bir uyarıcının varlığını algılaması için gereken süre olarak tanımlanır. Ortalama bir kişi için tepki süresinin yaklaşık 0,2 saniye olduğunu ve bir konveyör bandının durmasının vakit aldığını düşünürsek, bir kişinin konveyöre yakalanması için gerekenden daha fazla vakit vardır.

Bu nedenle, bir işçinin güvenlik kurallarını ve/veya sistemlerini ihlal etmesi ve sıkışması durumunda, konveyör yüksek olasılıkla zamanında durdurulamayacaktır.

## KONVEYÖR GÜVENLİĞİNİN ÇİFTE FAYDASI

### Sonuç olarak...

Konveyörlerin karıştığı kazaları ortadan kaldırmak mümkün mü? Muhtemelen değil. Bununla birlikte, iki yönlü bir yaklaşımla sıfır kaza için çalışabiliriz:

- Yeni işe alınanları ve eski çalışanları bantlı konveyörlerin üzerinde ve çevresinde nasıl güvenle çalışılacağı konusunda eğiterek
- Çalışanın bantlı konveyörlerin yakınında çalışmasını gerektiren problemlerin birçoğunu gidererek

Bir kazanın maliyetinin, kuruluştaki bir eğitim programı başlatmanın maliyetini veya tam zamanlı bir eğitmenin yıllık maaşını dahi kolaylıkla geçebileceğini akılda tutun.

Konveyör güvenliğini iyileştirmek için konveyör işlemleri ve bakımına dair eğitim sağlamanın, işletme sonuçlarını da iyileştirme potansiyeli vardır. Aslında, güvenli konveyör işlemleri eğitimi bir taşla iki kuş vurur: İşçi güvenliğini sağlamak için bir

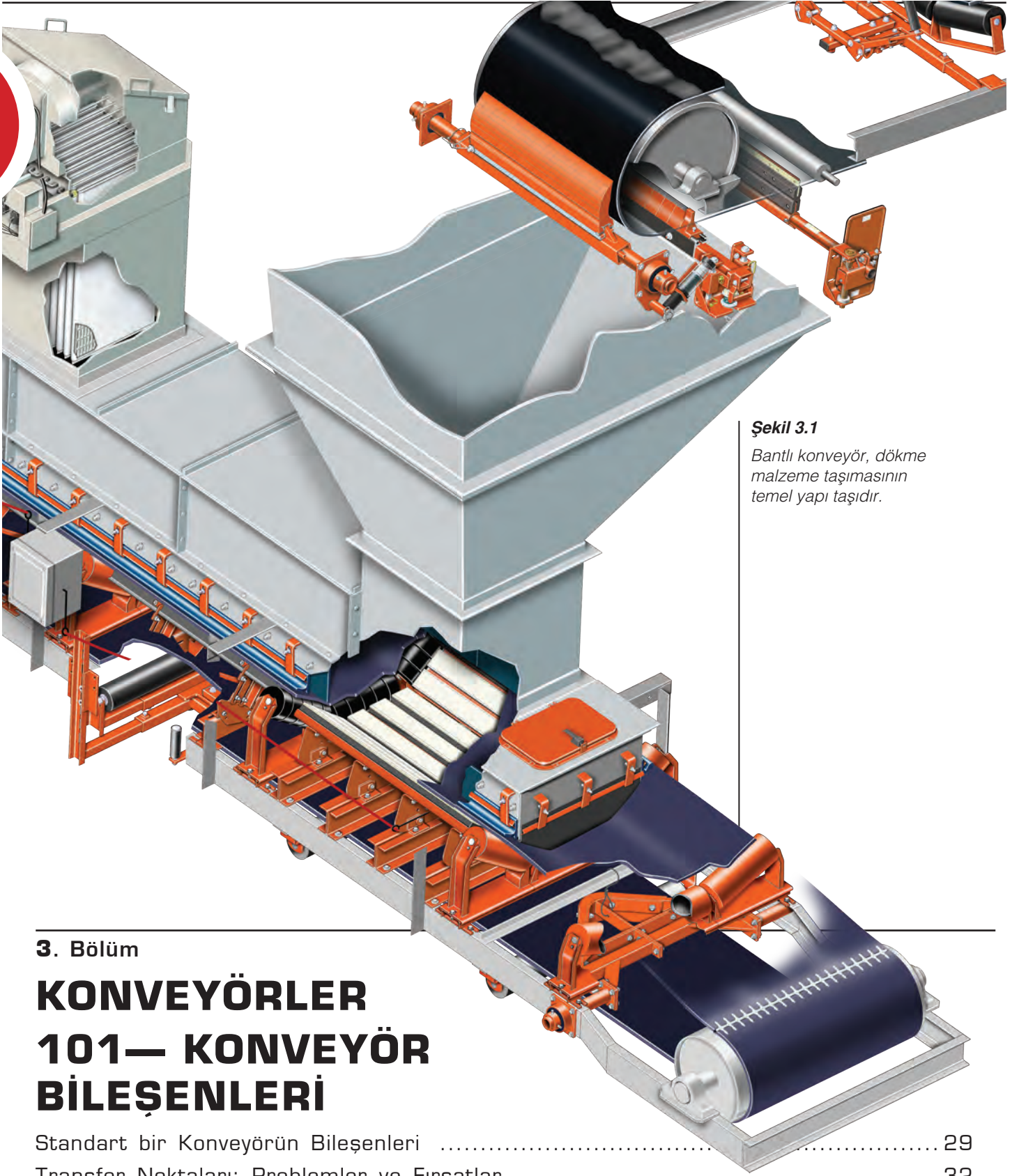
fırsat sunarken, eşzamanlı olarak tesisin işletme verimini de artırır..

### **İlerideki bölümlerde...**

Güvenli Dökme Malzeme Taşımanın Temelleri başlıklı kısmın ikinci bölümü olan Güvenlik hakkındaki bu bölüm, Toplam Malzeme Kontrolünü takip etmekte ve toplam malzeme kontrolü yokluğunun nasıl kazalara neden olduğunu açıklamaktadır. Sonraki üç bölüm Konveyörler 101'e (Konveyörlere Giriş) odaklanmakta, "Konveyör Bileşenleri"yle başlayıp, "Bant"la devam etmekte ve nihayetinde "Bant Birleştirme" konusuyla bitmektedir.

**REFERANSLAR**

- 2.1 Padgett, Harvey L. (2001). *Powered Haulage Conveyor Belt Injuries in Surface Areas of Metal/Nonmetal Mines, 1996–2000*. Denver, Colorado: MSHA Yaralanma ve İstihdam Bilgileri
- 2.2 Maki, D. Michele, PhD. 2009. Conveyor-Related Mining Fatalities 2001-2008: Preliminary Data. Martin Engineering için Hazırlanan Yayınlanmamış Rapor.
- 2.3 Dreyer, E., and Nel, P.J. (Temmuz 2001). *Best Practice: Conveyor Belt Systems*. Proje Numarası GEN-701. Braamfontein, Güney Afrika: Madenlerde Güvenlik Araştırma Danışma Komitesi (sic) (SIMRAC), Maden Sağlığı ve Güvenliği Konseyi.
- 2.4 Ontario Tabii Kaynaklar Güvenliği Birliği. *Safety Reminder gazetesi*. P.K. 2040, 690 McKeown Avenue, North Bay, Ontario, Kanada, B1B 9P1 Telefon: (705) 474-SAFE.
- 2.5 Wilson, Richard J. (Ağustos 1982). *Conveyor Safety Research*. Madenler Bürosu Twin Cities Araştırma Merkezi.
- 2.6 Giraud, Laurent; Schreiber, Luc; Massé, Serge; Turcot, André; ve Dubé, Julie. (2007). *A User's Guide to Conveyor Belt Safety: Protection from Danger Zones*. Guide RG-490, 75 sayfa. Montréal, Quebec, Kanada: IRSSST (Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail), CSST. İngilizce ve Fransızca olarak <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSSST/RG-490.pdf> adresinden PDF formatında ücretsiz indirilebilir.



**Şekil 3.1**

*Bantlı konveyör, dökme malzeme taşımasının temel yapı taşıdır.*

### 3. Bölüm

# KONVEYÖRLER 101— KONVEYÖR BİLEŞENLERİ

Standart bir Konveyörün Bileşenleri .....	29
Transfer Noktaları: Problemler ve Fırsatlar .....	32
Sistem Mühendisliği .....	34
Güvenlik Hususları .....	35
Bantlı Konveyörler: Basit ve Karmaşık .....	35



### Bu bölümde

Bu bölümde, dökme malzemeleri taşıma- da kullanılan bantlı konveyörlerin en yaygın bileşenlerini anlatıyor ve konveyör bandını çalıştırmak için gerekli gücü hesaplamak için bir denklem sunuyoruz. Malzeme kontrolüne yardımcı olacak bir sistem mühendisliği yaklaşımı kullanmanın faydaları yanında, transfer noktalarını tasarlamının üç yöntemi de açıklanmaktadır.

Bantlı konveyörler, onlarca yıldır büyük miktarlarda malzemeyi uzun mesafelerde taşımak için kullanılmaktadır. Konveyörler, malzeme taşıma için güvenilir ve maliyet açısından etkin bir yöntem oldukları zaman içerisinde tekrar tekrar ispatlamıştır. Bantlı konveyörler malzemeleri, dik yokuşlardan yukarı, köşelerin çevresinden, tepe ve vadilerin üzerinden, su kütlelerinin üstünden ve yerin üstünden veya altından taşıyabilir. Bantlı konveyörler kırma, eleme, vagon ve gemi yükleme ve boşaltma gibi diğer proseslere ve stok sahası ve geri kazanma işlemlerine de iyi entegre olur.

Bantlı konveyörler, büyük, ağır, keskin kenarlı toplaklardan ince parçacıklara; ıslak, yapışkan, suludan kuru toza; ham cevherden döküm kumuna; ağaç uzunluğunda kütüklerden talaşa ve hatta patates cipslerine kadar değişen malzemeleri taşıma yeteneğini göstermiştir.

Tüm malzeme taşıma sistemleri arasında, bantlı konveyörler genellikle ton başına en düşük taşıma maliyeti, ton başına en düşük bakım maliyeti, ton başına en düşük enerji ve ton başına en düşük işçilikle çalışır. Bir konveyör sistemini açıklarken, taşınacak dökme malzeme ve prosesin geneli dikkatle göz önünde bulundurulmazsa bu avantajlar fark edilmeyebilir.

Birçok konveyör sistemi tasarımı mevcuttur. Birçoğu belirli bir endüstri veya dökme malzemeye özgü benzersiz ve zor problemleri çözmek için geliştirilmiştir. Herhangi bir seçimde, belirli tasarım esasları, döküntünün kontrolünde veya kaçak malzemenin tozunun alınmasındaki başarı ve başarısızlığı belirleyebilir.

Bu bölüm, dökme malzeme taşımada kullanılan en yaygın bileşenleri anlatacaktır.

## STANDART BİR KONVEYÖRÜN BİLEŞENLERİ

### Temel Konular

Birçok tesis için, bantlı konveyör, dökme malzeme taşımada temel yapı taşıdır (**Şekil 3.1**). Esas itibarıyla, bantlı konveyör, iki veya daha sonra tamburun etrafına gerdirilmiş, tanımlanan bir hızda hareket eden, belirli bir malzeme miktarı taşıyan güçlendirilmiş bir kauçuk banttır. Hareket hattı eğimli veya kavisli hale geldiğinde, konveyörün karmaşık bir prosese veya tesise eklenmesi gerektiğinde veya malzeme besleme hızı şartlarını veya diğer kısıtlamaları karşılamak gerektiğinde karmaşıklıklar ortaya çıkar.

Bantlı konveyör nispeten basit bir ekipman parçasıdır (**Şekil 3.2**). Temel tasarımı o kadar dayanıklıdır ki, en olumsuz koşullar altında dahi aşırı yüklense, su bassa, kaçak malzemenin altında kalsa veya başka birçok şekilde hor kullanılsa da malzemeyi taşıyacaktır. Bununla birlikte, doğru şekilde tasarlanan, çalıştırılan ve bakımı yapılan bir bantlı konveyörle işlevsel olmayan bir sistem arasındaki fark genellikle, sistemin işletme ve bakım maliyetleri arasında kendini çabucak belli eder.

Dökme malzemeler için kullanılan bantlı konveyörlerin genişliği, demir cevheri pelet tesisleri gibi uygulamalarda görülen 5000 milimetre (200 inç) genişliğinde bantlarla, 300 milimetre (12 inç) ila 3000 milimetre (120 inç) arasında değişir. Konveyörler herhangi bir uzunlukta olabilir.



**Şekil 3.2**

*Bantlı konveyör nispeten basit bir ekipman parçasıdır.*

Yük kapasitesi konveyör bandının genişliği ve hızıyla sınırlı olmakla birlikte, çoğu kez her gün saatte birkaç bin ton malzeme taşıyan konveyörler vardır.

Her dökme malzeme taşıyan bantlı konveyör, altı ana elemandan oluşur:

- A. Bant  
Malzemenin üzerinde taşındığı hareket eden yüzeyi oluşturur
- B. Tamburlar  
Bandı destekler ve gerginliğini kontrol eder
- C. Tahrik  
Bandı hareket ettirmek için bir veya daha fazla tambura güç verir
- D. Taşıyıcı şasi  
Dönen bileşenleri destekler ve hizalar
- E. Bant destek sistemleri  
Bandın taşıma ve dönüş yollarını destekler
- F. Transfer sistemleri  
Konveyörün yükünü yükler veya boşaltır

Her konveyörün başka bir parçası da sistemin çalışmasını iyileştirmek için monte edilmiş yardımcı ekipmandır. Bu ekipman, gergi mekanizmaları, bant sıyrıcılar, döküntü demir detektörleri, yükleme tekneleri ve sızdırmazlıkları, bant destek sistemleri,

sıyrıcılar, emniyet şalterleri, toz bastırma ve toz toplama sistemleri ve hava koşullarına karşı koruma sistemlerini içerir.

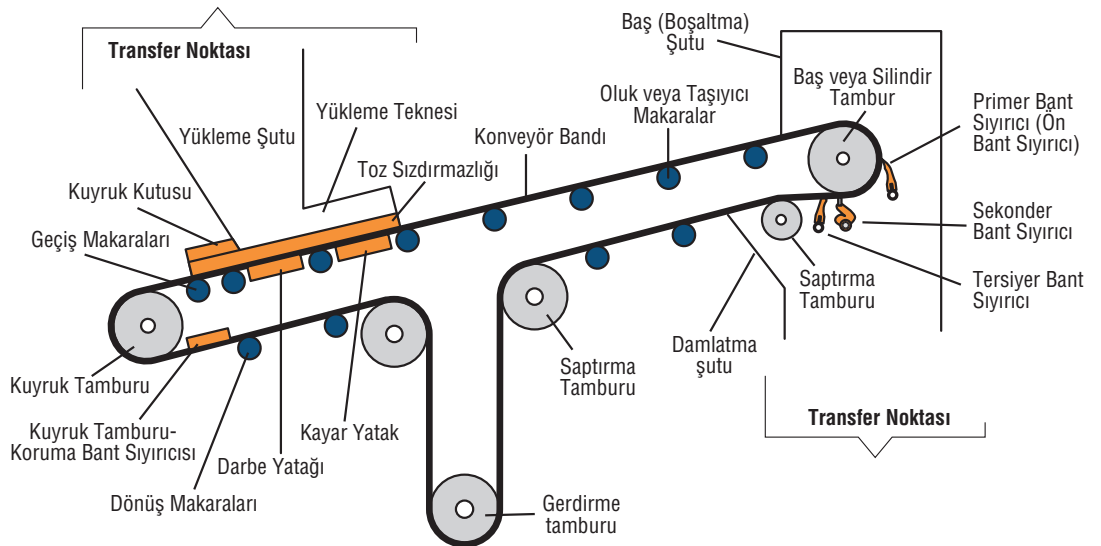
### Standart Bir Bantlı Konveyörün Bileşenleri

Her bantlı konveyör bir şekilde farklı olsa da, birçok ortak bileşeni paylaşırlar (**Şekil 3.3**). Bir konveyör, uç tamburları arasında gerilmiş sürekli bir kauçuk banttandır. Bir tarafı kuyruktur. Bu genellikle yükün yüklendiği yerdir, fakat yükleme konveyör boyunca herhangi bir yerde gerçekleşebilir ve birden fazla yük bölgeleri olan konveyörler nispeten yaygındır. Konveyörün diğer ucuna ön denir. Yük genellikle önde boşaltılır, fakat bant sıyrıcılar veya yayıcılar kullanıldığında, yük, konveyör boyunca herhangi bir yerde boşaltılabilir.

Bant, üst (taşıyıcı) tarafta makaralar adı verilen düz ve oluk makaralarıyla desteklenir. Oluk makaralar bandı U şekline sokarak, konveyörün yük kapasitesini artırır. Konveyörün, bandın yükleme noktasına döndüğü alt (dönüş) tarafında, bant dönüş makaralarıyla desteklenir. Dönen bileşenler çerçevelere monte edilir ve boyuna giriş adı verilen çelik bir yapıyla desteklenir. Yer altı veya yerüstü konveyörleri gibi bazı uygulamalarda, konveyörün dönen bileşenleri asılı çelik halatlara monte edilir.

**Şekil 3.3**

Her bantlı konveyör bir şekilde farklı olsa da, birçok ortak bileşeni paylaşırlar.



Konveyörlerin genellikle elektrikle çalışan tahrik motorları çoğunlukla konveyörün baş tamburunu çevirmek için yerleştirilir. Motor(lar) konveyör boyunca herhangi bir noktaya yerleştirilebilir. Uzun veya ağır yüklü konveyörlerde çoğunlukla birden fazla motor kullanılır.

Bantta, bant ve yükü hareket ettirecek gerekli gerilimi korumak amacıyla bandın tahrik tambura sıkıca sarılı kalmasını sağlamak için gerdirmeye tamburu adı verilen bir gergi mekanizması kullanılır. En yaygın, yerçekimli gerdirmeye cihazı olarak anılan ve bantta gerilim yaratmak için bir denge ağırlığı kullanan otomatik bir gergi mekanizmasıdır. Yerçekimiyle saptırma cihazı çoğunlukla bandın dönüş tarafındaki silindir tamburun yakınına monte edilir. Bant, yerçekimiyle saptırma cihazının denge ağırlığına bağlı gerdirmeye tamburunun içine yönlendirmek için saptırma tamburları kullanılır.

Saptırma tamburu adı verilen diğer bir tambur tipi çoğunlukla, bandın bu tamburla temasını artırmak ve daha küçük silindir tamburun banda gerekli gerilimi ilemesine izin vermek için bandın dönüş yolundaki baş tamburdan hemen sonra yerleştirilir.

Yük genellikle kuyruk tarafı yakınında, yükleme bölgesi adı verilen bir alanda yüklenir. Yükleme bölgesinin bileşenleri muhtemelen bir yükleme şutu, kuyruk tamburu, makaralar, bant destek sistemleri, yükleme tekneleri, aşınma astarları, toz sızdırmazlıkları, giriş sızdırmazlıkları ve çıkış sızdırmazlıklarından oluşacaktır.

Bir konveyörün ön veya boşaltma tarafı genellikle baş tamburu, bir bant temizleme sistemiyle birlikte bir boşaltma şutu, bir sızıntı şutu ve akışı izlemek ve korumak için diğer ekipmandan oluşacaktır.

Transfer noktası, dökme malzemenin bir ekipman parçasından diğerine hareket ettiği yerdir. Bir transfer noktası, bir yükleme veya boşaltma bölgesi olabilir veya bir konveyörün diğerini beslediği bir durumda, bir transfer noktası hem yükleme hem de boşaltma bölgesini içerebilir. Bununla bir-

likte, bir transfer noktası, bir bandın başka bir dökme malzeme taşıma veya işleme sistemini beslediği veya bandın başka bir dökme malzeme taşıma veya işleme sisteminden yük aldığı yer de olabilir.

Bu sistemler, herhangi bir tipte depolama tekneleri olabilir; kamyonlar, vagonlar, filikalar veya gemiler veya diğer proses ekipmanı parçaları.

Taşınan malzemeye bağlı olarak, konveyörün hareket yoluna veya herhangi bir uçtaki transfer noktasına diğer çeşitli yardımcı ekipman da monte edilebilir.

### Konveyör Tahrik Gücü

Yukarıda belirtildiği gibi, konveyörler, tahrik tamburuna bir motor takılarak tahrik edilir. Konveyörün güç gereksinimini tespit etmek (yani gerekli motorun büyüklüğünü belirlemek), bant hareketine geçirecek gerilimi ve bandın hızını belirlemektir.

Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliğinin (CEMA) *DÖKME MALZEMELER için BANTLI KONVEYÖRLER* yayınının altıncı baskısı, bir “Temel Konveyör”ün güç gereksinimini belirlemek için, aslen Deutsches Institut für Normung (DIN) tarafından geliştirilmiş bir denklem sunmaktadır.”

Konveyör güç gereksinimleri üzerinde en büyük etkiye sahip faktörler, yükün ağırlığı ve yükün kaldırılması gereken yükseklik miktarıdır. Çeşitli konveyör bileşenlerinin sürtünmesi normalde güç gereksiniminin küçük bir parçasıdır. Bant yatay olduğunda, bu sürtünme, göz önünde bulundurulması gereken en önemli husus haline gelir. Konveyör bandını çalıştırmak için gerekli gücü bulmak için gerilim kullanılır (**Denklem 3.1**).  $\Delta T$  değeri, bileşenlerin direncinin üstesinden gelmek ve yükü taşımak için tahrik tamburu tarafından banda aktarılması gereken tüm pozitif ve negatif gerilimlerin toplamıdır. Bileşen gerilimi için hesaplamalardan her biri, bu kitapta veya CEMA'nın *DÖKME MALZEMELER için BANTLI KONVEYÖRLER* yayınının altıncı baskısında bulunabilir. Gerçek malzemeyi ve konveyör bandını kaldırmak için eklenen gerilim, CEMA'nın *DÖKME MALZEME-*

**Denklem 3.1**

Gerekli Güç Hesabı

$$P = \Delta T \cdot V \cdot k$$

**Eldeki veri:** Saniyede 3 metre (600 ft/dk) hızla hareket eden bir banda 5400 newton (1200 lb<sub>f</sub>) gerilim eklenmiştir. **Bulunacak:** Konveyör bandını çalıştırmak için gerekli güç.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
<b>P</b>	Gerekli Güç	kilovat	beygir gücü
<b>ΔT</b>	Banda Eklenen Net Gerilim	5400 N	1200 lb <sub>f</sub>
<b>V</b>	Bant Hızı	3 m/s	600 ft/dk
<b>k</b>	Dönüşüm Katsayısı	1/1000	1/33000
Metrik: $P = \frac{5400 \cdot 3}{1000} = 16$			
İngiliz: $P = \frac{1200 \cdot 600}{33000} = 22$			
<b>P</b>	Gerekli güç	16 kW	22 hp

LER için **BANTLI KONVEYÖRLER** kitabında hesaplanmaktadır.

Her bir bileşen için gerilim bulunduğunda, toplam güç gereksinimine ulaşmak için bunlar eklenebilir.

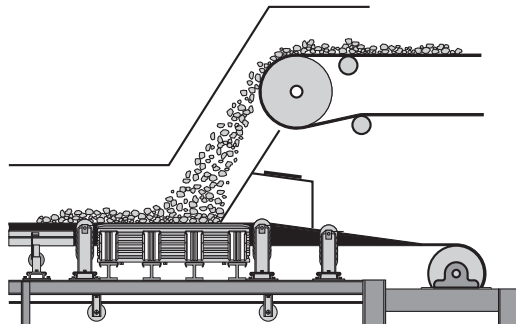
Konveyör bandının bir aşırı yük durumunda veya sınırında çalıştırılmadığından emin olmak için güç gereksinimlerine makul bir güvenlik katsayısı eklenmelidir. Bu değer, tahrik bileşenlerini seçerken bir ASGARİ değer olarak kullanılmalıdır.

**Geleneksel Konveyörün Değeri**

Malzeme taşıması için alternatifler sunan çok çeşitli gelişmiş konveyör sistemleri vardır. (Bkz. Bölüm 33: Özel Konveyörlerle İlgili Hususlar) Genel amaçlar için geleneksel makaralı bantlı konveyör, bu diğer sistemlere göre değerlendirilmesi gereken performans standardı ve değer lideridir. Açılı makaralı bantlı konveyörler, zorlu koşullarda uzun bir tatmin edici performans geçmişine sahiptir.

**Şekil 3.4**

Tipik bir transfer noktası, malzeme akışını besleme yapılan banda, tekneye veya diğer proses ekipmanına yönlendiren şutlardan oluşur.



Bir bantlı konveyörün genel başarısı büyük ölçüde transfer noktalarının başarısına bağlıdır. Eğer malzeme kötü şekilde yüklenirse, konveyör, banda, dönen bileşenlerine ve/veya yapısına zarar verecek, işletme verimini azaltacaktır. Eğer malzemenin kaçmasına izin verilirse, bu kaçak malzeme sayısız bakım sorunlarına neden olacak, üretim verimi azalacak ve işletme ve bakım maliyetleri artacaktır.

**TRANSFER NOKTALARI: PROBLEMLER VE FIRSATLAR****Transfer Noktası Zorluğu**

Tipik bir transfer noktası, malzemenin akışını yönlendiren metal şutlardan oluşur (Şekil 3.4). Aynı zamanda, akışı düzenlemek, akışı (bant, tekne veya diğer ekipman gibi) alıcı yapıya uygun şekilde yerleştirmek ve kaçak malzemenin çıkmasını önlemek için kullanılan sistemler de içerebilir.

Transfer noktaları genellikle konveyörlerle, aşağıdaki nedenlerden biri veya hepsiyle monte edilir:

- Malzemeyi depolama veya proses ekipmanına taşımak veya bunlardan almak
- Malzeme hareketinin yatay yönünü değiştirmek
- Akışı ara depoya yönlendirmek
- Tek bir konveyör için çok uzun bir mesafede etkili tahrik gücü sağlamak

Bandı yüklemek için kullanılan yöntem ve ekipman, bandın ömrünü uzatmaya, döküntüyü azaltmaya ve bant hareketini uygun yolda tutmaya çok yardımcı olur. Şutların ve diğer yükleme ekipmanının tasarımı, kapasite, taşınan malzemenin özellikleri, bandın hızı ve eğimi ve konveyördeki yükleme bölgelerinin sayısı gibi koşullardan etkilenir.

Malzemenin bozulmasını ve bileşen aşınmasını en az indirmek için, ideal bir transfer noktası, belirtilen miktarda malzemeyi, aşağıdaki şekilde yükleme yaparak besleme yapılan bant üzerine yerleştirir:

- A. Bandın merkezinde
- B. Değişmeyen bir hızda
- C. Bant hareketinin yönünde
- D. Bandın hareket ettiği aynı hızda
- E. Bant tamamen oluk biçimine getirildikten sonra
- F. Minimum çarpma kuvvetiyle

Aynı zamanda, aşağıdakiler için yeterli alan ve/veya sistemler de sağlar:

- A. Kenar ve arka sızdırmazlığı
- B. Geri taşınan malzemenin temizlenmesi
- C. Kaçak malzeme yönetimi
- D. Muayene ve bakım

### Fakat gerçek hayatta...

Bu tasarım hedeflerinin hepsini tek bir transfer noktası tasarımında gerçekleştirmek zordur. Gerçek koşulların gerektirdiği uzlaşma, büyük ihtimalle tavizlere yol açacaktır. Herhangi bir konveyörün yükleme noktası, bandın ömründe neredeyse daima tek en kritik etkidir. Konveyör bandının en çok aşınmaya maruz kaldığı ve neredeyse darbelerinin tamamını aldığı yer bu noktadır. Döküntü veya toz oluşumuna yol açan kuvvetlerin malzeme ve banda etki ettiği konveyör transferlerindedir. Konveyörün iş hacmi ve kaçak malzemenin kontrolünde ideal bir transfer noktası zorunludur (**Şekil 3.5**).

Problem, transfer noktalarının, bazıları geçen malzemelerden ve diğerleri yük böl-

gelerine giren ve çıkan bantlardan kaynaklanan, birçok ve çoğu kez çelişen gereksinimin etkileşiminin merkezinde olmasıdır.

Malzeme özellikleri, hava hareketleri ve çarpma seviyeleri, kaçak malzeme kaçışını önlemek için tasarlanmış her sistem tarafından ele alınmalıdır. Ayrıca, tesisin genel prosesi tarafından zorunlu kılınan birçok şart, transfer noktalarını ek kuvvet ve sınırlamalara maruz bırakacaktır.

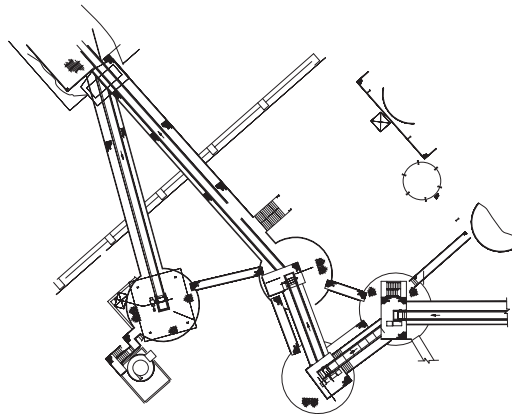
### Transfer Noktalarının Mühendisliği

Transfer noktalarını tasarlamak için kullanılan üç temel yaklaşım vardır. İlk ve en yaygın olanı, geleneksel yöntem olan konveyörlerin ana yerleşimine uyacak şekilde “göz kararı” bir çözüm tasarlamaktır. Bu tasarlanan çözümdür (**Şekil 3.6**). İkinci yöntem transfer noktalarının kritik bileşenlerini belirlemek ve transfer noktası sorunlarını en aza indirmek için genel konveyör yerleşimini tasarlamaktır. Bu da belirtilen çözümdür (**Şekil 3.7**).



**Şekil 3.5**

Uygun bir transfer noktası, konveyörün malzeme kontrolü için zorunludur.



**Şekil 3.6**

İlk ve en yaygın transfer noktası tasarlama yöntemi, geleneksel yöntemin ana yerleşimine uyacak şekilde “göz kararı” bir çözüm tasarlamaktır.

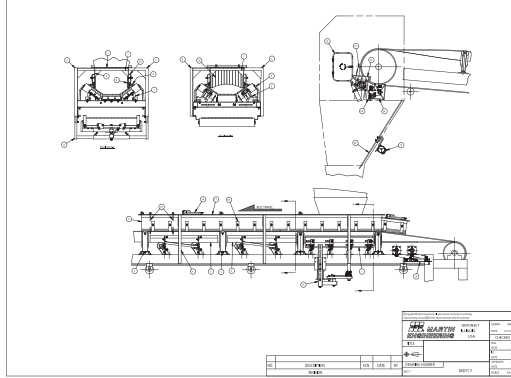
Üçüncü yöntem tasarlanmış bir çözümdür. Bu yöntem, dökme malzemenin özelliklerinin analiz edilmesi ve dökme malzemenin izlediğini yolun bozulmasını en aza indiren ve malzemeyi bir sonraki banda uygun yönde ve besleme yapılan bandın hızında yerleştiren özel tasarım şutların üretilmesi için kullanılır. Bu üçüncü sınıf transfer noktaları, dökme malzemenin akış özelliklerine dair test edilmesini gerektiren teknik özelliklerle simgelenir. Malzemenin bir banttandır diğerine transferi, toz, döküntü ve aşınmayı en aza indirmek için akış mekaniği kullanılarak tasarlanır. Bu mühendislik, yeni yapım için yapılabildiği gibi, mevcut transfer noktalarının yeniden mühendisliği olarak da yapılabilir (**Şekil 3.8**).

Tasarlanmış bir transfer noktasının teknik özellikleri aşağıdakileri içermelidir:

- Malzeme özellikleri ve akış hızları
- Temizlik için harcanan işçilik saatleri ve/veya çalışma saati başına döküntü miktarı açısından minimum performans gereksinimleri
- Yıllık bakım ve tedarikçi tarafından belirtilen aralıklarda periyodik yenileme için maksimum bütçe gereksinimleri

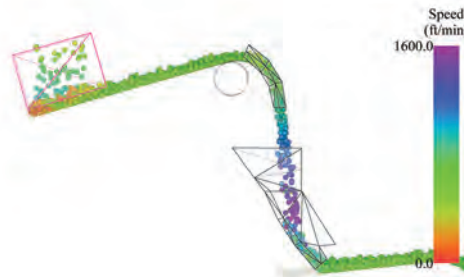
**Şekil 3.7**

İkinci yöntem, belirtilen çözüm olacak olan, transfer noktasının kritik bileşenlerini tespit etmektedir.



**Şekil 3.8**

Tasarlanmış bir transfer noktası çözümü, belirli bir işlemin gereksinimlerini karşılamak amacıyla özel tasarım şutlar üretmek için dökme malzemelerin özelliklerinin analiz edildiği yöntemdir.



- Temizlik ve bakım için ergonomik erişim gereksinimleri
- Aşınma parçaları için mühendislik çözümleri ve teknik özellikler yanında tam bakım kılavuzları

## SİSTEM MÜHENDİSLİĞİ

### Bir Adım İleri, Bir Adım Geri...

Ne yazık ki, konveyör transfer noktaları gibi karmaşık sistemlerin çalışmasını iyileştirmek, zar zor tanımlanmış bir problemi çözmeye meselesi değildir. Bunun yerine, bu karmaşık işletim sistemlerindeki bir problemi çözmeye kalkışmak, genellikle başka bir problem ortaya çıkarır veya yaratır. Bu ikinci problem, asıl problemi çözmek kadar zor olabilir; tabii eğer daha zor olmazsa.

Kaçak malzeme problemleri çoğunlukla birden fazla sebep ve etkiyi birleştirdiğinden toplam malzeme kontrolünü başarmak asla kolay değildir. Örneğin, yeni bir kenar sızdırmazlığı sistemi, bir transfer noktasından malzeme dökülmesini önleme konusunda çabuk bir iyileştirme sağlayabilir. Bununla birlikte, eğer şutun içinde hiçbir aşınma astarı mevcut değilse, yan kenardaki malzemenin kuvveti ve/veya ağırlığı, yeni sızdırmazlıklara zarar veren bir iç basınç yaratacak ve aşınma ve erken arızaya yol açacaktır. Sonunda, döküntü miktarı, önceki kabul edilemez seviyesine döner. Döküntü, yüksek maliyetini, konveyörün veriminden ve işletmenin genelinden çıkarmaya devam edecektir.

### Sistem Yaklaşımı

Herhangi bir mühendislik iyileştirmesinin anahtarı, problemin tüm bileşenlerini içeren detaylı bir çözümdür. Bu tür bir sistem yaklaşımına girişmenin maliyeti, tek bir bileşenin modelini yükseltme maliyetinden daha yüksek olacaktır. Bununla birlikte, yatırımın getirisi yapılan masrafı haklı çıkaracaktır.

“Sistem mühendisliğinden” bahsetmek kolaydır; asıl zor olan bu yaklaşımın uygulanmasıdır.



## GÜVENLİK HUSUSLARI

Herhangi bir dökme malzeme taşıma sisteminin tasarımı, bir güvenlik kaygısıyla başlamalıdır. Sistemin her gün çalıştırılması ve bakımıyla görevlendirilen personelin güvenliği için her husus dikkate alınmalıdır. Acil durum çekme kordonları, sıfır enerji anahtarları, dönen bileşen muhafazası ve parmaklık ve muhafazalara sahip yürüme yolları, konveyör sistemlerine dahil edilmesi gereken temel güvenlik özelliklerinden yalnızca birkaçıdır.

Konveyör sisteminin üzerinde veya çevresinde gerçekleştirilecek herhangi bir iş

için uygun kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürleri şarttır.

Yükleme ve boşaltma noktalarının uygun şekilde tasarlanması, konveyör sistemlerinin güvenle çalıştırılmasına ve bakımına yardımcı olacaktır. Transfer edilen malzemenin tamamen zapt edilmesi, kaçak malzemenin yürüme yolu, basamaklar ve merdivenleri engellemesini ve tehlike oluşturmasını önleyecektir. Aşırı tozun giderilmesi, çalışanların karşılaştığı sağlık risklerini ve taşıma ekipmanının bakım/onarım maliyetlerini azaltacaktır.

Kapsamlı bir yaklaşımın geliştirmesi, malzeme hakkında bilgi sahibi olmayı; prosesi anlamayı, bir sistemi uygun şekilde tasarlamak, kurmak ve işletmek için kaynakların tahsis edilmesini ve bu sistemi en yüksek verimde çalıştırmak ve toplam malzeme kontrolünü başarmak için sürekli bakımı gerektirir.

## BANTLI KONVEYÖRLER: BASİT VE KARMAŞIK

### Sonuç olarak...

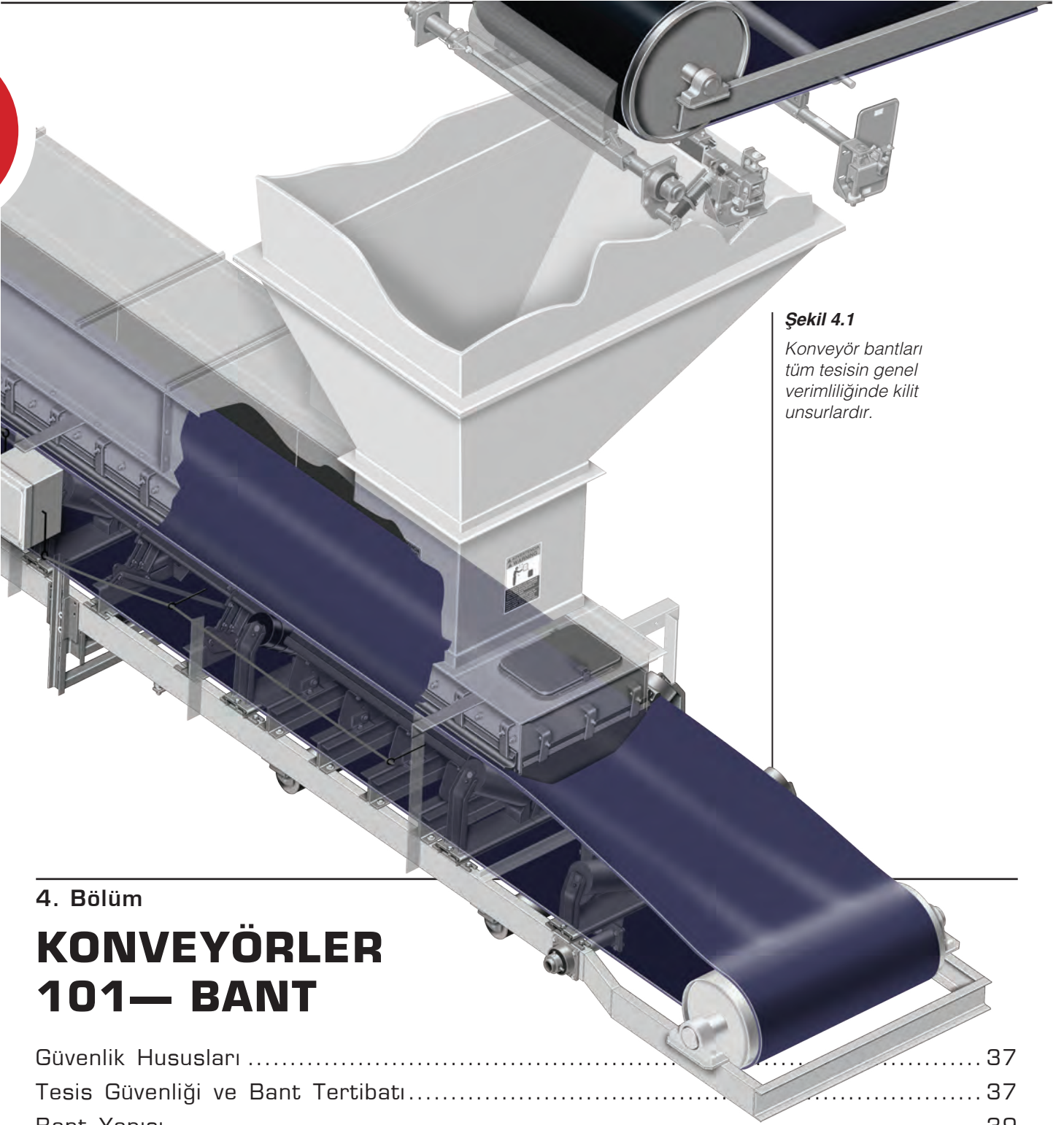
Dökme malzeme taşıyan bantlı konveyörler, evrensel fizik kanunlarına tabi basit makinelerdir. Bununla birlikte, içlerinden geçen büyük miktarlarda serbest malzeme ve bu malzemeye kazandırdıkları enerjiden kaynaklanan çok çeşitli belirsizliklere açık olduklarından karmaşıktırlar. Yeterli derecede zapt edilmediğine, bu hareket halindeki malzeme, döküntü, geri taşınan malzeme ve toz olarak bir tesise yayılabilir, verimi düşürür, ekipman ömrünü kısaltır ve maliyetleri yükseltir. Malzeme özellikleri ve ekipman performansının temellerinin anlaşılması ve bu kitapta tartışılan çözümlerin uygulanması, malzeme taşıma verimi ve karlılığında önemli artışlar sağlayabilir.

### İlerideki bölümlerde...

Güvenli Dökme Malzeme Taşımalarının Temelleri kısmında, Konveyör Bileşenleri hakkındaki bu üçüncü bölüm, Konveyörler 101'e ait üç bölümün birincisidir. Bantlı konveyörlerin temelleri ve azaltılmış toz ve döküntü için malzeme kontrolü hakkındaki bu kısmın devamındaki 4. ve 5. bölümler, "Bant" ve "Bandı Birleştirme" konularını anlatmaktadır.

### REFERANSLAR

- 3.1 Herhangi bir bant tertibatı üreticisi veya çoğu distribütör, kendi özel ürünlerinin yapısı ve kullanımı yanında genel olarak konveyör bantları hakkında çok çeşitli materyal sağlayabilir.
- 3.2 Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (2005). *BELT CONVEYORS for BULK MATERIALS*, Altıncı Baskı. Naples, Florida.
- 3.3 <http://www.conveyorbeltguide.com> adresindeki web sitesi, bant tertibatının birçok yönünü kapsayan değerli ve ticari olmayan bir kaynaktır.



**Şekil 4.1**

*Konveyör bantları tüm tesisin genel verimliliğinde kilit unsurlardır.*

#### 4. Bölüm

## **KONVEYÖRLER 101— BANT**

Güvenlik Hususları .....	37
Tesis Güvenliği ve Bant Tertibatı .....	37
Bant Yapısı .....	39
Bant Seçimi .....	44
Bandı Depolama ve Taşıma .....	48
Bant Hasarı .....	50
Bant Tamiri .....	56
Bandın Ömrünü Koruma .....	58
Bant Tertibatı Kilit Unsurdur .....	59



**Bu bölümde...**

Bu bölüm, bantların yapısı ve uygun şekilde kullanımına odaklanarak, güvenli dökme malzeme taşımalarının temelleri ve konveyörlerin temelleri hakkındaki tartışmayı devam ettirmektedir. Uygun şekilde depolama ve taşıma yanında, bant seçiminde dikkat edilecek hususlar dahil edilmiştir. Ayrıca, çeşitli bant hasarı türleri ve bantı tamir etme ve ömrünü koruma yöntemleri de tartışılmaktadır.

Bir bantlı konveyör sistemi birçok bileşenden oluşur, fakat hiçbiri banttan daha önemli değildir (**Şekil 4.1**). Bant tertibatı, konveyör maliyetinin önemli bir kısmını oluşturur ve başarılı şekilde çalışması, konveyörün bulunduğu tesisin tamamındaki genel verimliliğin kilit unsuru olabilir. Bu nedenle, bant tertibatı özenle seçilmeli ve faydasını korumak için mümkün olan tüm önlemler alınmalıdır.

Bu bölüm, genellikle dökme malzeme taşımada kullanılan ağır hizmet bant tertibatına odaklanır. Dökme malzeme taşımaları için en yaygın bant tertibatı tipleri, kauçuk ve polivinil klorür (PVC) kaplamalarıyla ve sentetik kumaş veya çelik kablolardan oluşan bir iç germe karkasıyla yapılır.

**TESİS GÜVENLİĞİ VE BANT TERTİBATI****Konveyör Bandının Yangın Direnci**

Konveyör bandı yangını, önemli bir risktir. Bant tertibatının kendisi yanabilir; bununla birlikte, bandın, yangını, bir tesis içinde çok kısa zamanda büyük mesafelere yayabilme riskini bandın uzunluğu ve hareketi belirler.

Konveyör bant tertibatındaki yangınlar en çok, hızı kesilmiş (veya kayan) bir banda karşı dönen bir tamburun veya sıkışmış bir makara üzerinde hareket eden bandın neden olduğu sürtünmeden çıkan ısı tarafından başlatılır. Banda kazara sıcak ve yanan malzeme yüklendiğinde de çıkan konveyör yangınları olmuştur. Herhangi bir konveyör bandının yangın riskini en aza indirmek için en iyi uygulamalar arasında şunlar bulunur:

- Düzenli bant muayeneleri gerçekleştirmek
- Konveyör bandı boyunca mevcut tüm yanıcı malzeme birikmelerini temizlemek
- Sıkışmış rulolar, aşırı ısınmış rulmanlar veya bant kaçıklığı gibi potansiyel yangın kaynaklarını gidermek,

Yangın riski, bir konveyör yangınının yol

**GÜVENLİK HUSUSLARI**

Herhangi bir hareket eden makineyle olduğu gibi, konveyör bandına da saygıyla ve yaralanmalara neden olduğu bilinciyle yaklaşılmalıdır. Ölüme veya ciddi yaralanmaya yol açabilen konveyör bandı, sayısız fiziksel yaralanma riski barındırır. Bu kaygıların çoğu, temas yanıkları ve hareketli banda temas etmekten kaynaklanan sıkışma riski gibi bandın konveyör sistemlerinde hareketinden doğar. Hasarlı alanları aramak veya merkezlemesini kontrol etmek için hareketli bir bant incelenirken özel dikkat gösterilmelidir.

Bant tertibatının ruloları büyük ve

taşınması zordur, dikkatle taşınmalıdır.

Taşınırken boşalıp gevşememeleri için sabitlenmeli ve uygun ekipman ve tedbirlerle manevra yaptırılmalıdır.

Bir bant tamir edilirken, işçiler ağır kaldırma, keskin aletler ve endüstriyel kimyasallara maruz kalır. Konveyörün üzerinde veya çevresinde bir işe başlamadan önce uygun kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürleri izlenmelidir.

Uygun PPE kullanılmalı ve üreticilerin, kimyasalların taşınmasına dair prosedürlerine uyulmalıdır.

açabileceği zehirli gazlar, yoğun duman ve zararlı buharlarla birleştiğinde, bant tertibatı, bu şartların en tehlikeli olduğu uygulamalarda (yer altı madenciliği ve özellikle yer altı kömür madenciliği) düzenlenir.

Birçok ülke, yer altı uygulamalarında kendi kendine sönen bant tertibatının kullanımını zorunlu kılarak, küçük bir Bunsen Beki Testini geçen, alev geciktirici bant tertibatı şartını değiştirdi.

TÜM konveyör bantlarının, yeterli ısı ve hava akışı verildiğinde yanacağı unutulmamalıdır. Bununla birlikte, farklı konveyör bantlarının yanma özelliklerini ölçmek ve sınıflandırmak için, standartlaştırılmış laboratuvar testleri, resmi düzenleyici kuruluşlar tarafından kabul edilmiştir. Çok genel anlamda, “kendi kendine sönen” bant, tutuşturma kaynağı ortadan kaldırıldığında, laboratuvar ortamında bir yangını yaymayacak bant olarak kabul edilir.

Kendi kendine sönen bant tertibatının maliyeti alev geciktirici bant tertibatından daha yüksektir. Bu maliyet artışı, genellikle yüzde 10 ila 50 arasında olmakla birlikte, karkas yapısına ve kaplama kalınlıklarına bağlı olarak değişecektir.

Birleşik Devletler dışında, konveyör bandı tertibatı için yangın emniyeti standartları, Avustralya, Kanada, Çin, Almanya, Hindistan, Endonezya, Polonya, Rusya ve Güney Afrika’yı kapsayan en büyük kömür madenciliği ülkelerinde benzerdir. Örneğin Almanya’da, katı şartlar 30 yıldan daha uzun bir süredir uygulanmaktadır.

Rehberlik ve yönetim hizmeti sağlayan sayısız uluslararası düzenleyici ve danışmanlık kuruluşu ve resmi kurum vardır. Bunlarla sınırlı olmamakla birlikte bu kurumlar arasında şunlar bulunur: İngiliz Standartları Enstitüsü (BSI), Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA), Deutsches Institut für Normung (DIN), Avrupa Standartları (EN) ve Uluslararası Standartlaştırma Örgütü (ISO).

Bu ve diğer ülkelerdeki testler şunları içerir:

- A. Tambur Sürtünme Testi (DIN 22100 ve diğerleri)
- Tambur sürtünme testi, belirli bir süre sonrasında ve belirli bir gerilim altında yüzey sıcaklığının gerekli maksimum değer in altında kalıp kalmadığını ölçer. Test prosedürü, sıkışan bir tamburdan kayan bir bant veya sabit bir konveyör bandı altında dönen tambur simülasyonu yapar. Bu testi geçmek için, bant tertibatının yüzey sıcaklığı, görünür hiçbir alev veya kızarma olmadan 325 santigrat derece (617° F) altında kalmalıdır.
- B. Yüzey Direnci Testi (ISO 284/EN 20284/DIN 20284)
- Konveyör bandı yüzeyinde elektrostatik yük birikerek bir alev alıcı gaz ve hava karışımını tutuşturabilir. Bant tertibatının yüzey direnci düşük tutulduğunda (bant kaplaması daha iletken yapıldığında), konveyör bandı yükün serbestçe akmasına izin verir ve kıvılcım riskini giderir.
- C. Yüksek Enerjili Propan Ocağı Testi (EN 12881)
- Bir konveyör bandının yangını yayıp yaymayacağını belirlemek için, 2 ila 2,5 metre uzunluğunda 1200 milimetre genişliğinde bir bant numunesi (80-100 inç uzunluk, 48 inç genişlik) bir propan ocağıyla tutuşturulur. Tutuşturma kaynağı kapatıldıktan sonra, alevler belirli bir sürede kendi kendine sönererek, bandın tanımlanmış alanını hasar görmeden bırakmalıdır.
- D. Laboratuvar Ölçeğinde Galeri Testi (DIN 22100 ve 22118)
- 1200 milimetre uzunluğunda ve 120 milimetre genişliğinde (48 inç x 4,8 inç) bir numune propan ocağının üzerine yerleştirilir. Tutuşturma kaynağı kapatıldıktan sonra, alevler kendi kendini söndürmeli ve tanımlanan boyda uzunluk hasar görmemiş olmalıdır.
- Birleşik Devletlerde, konveyör bandı tutuşabilirlik standartları, diğer ülkelerde kullanılanlardan daha sıkı kabul edilebilir, çünkü yangını bastırmak için bir toplam

sistem yaklaşımı benimsenmiştir. ABD yönetmelikleri yalnızca konveyör bandı tertibatını değil, hava izleme ve motor kayması algılama cihazlarını da içerir.

Birleşik Devletlerde, yeraltı kömür madenleri dışında her şey için uygulamalara yönelik mevcut alev direnci şartı, Federal Yönetmelikler Yasasında (CFR) yayınlandığı şekliyle, oldukça basittir:

Bunsen Beki Testi. (CFR Bölüm 30, Kısım 18.65)

Küçük (yaklaşık 150'ye 12 milimetrelik) (6'ya 1/2 inç) bir bant parçası bir dakika boyunca Bunsen beki alevi üzerinde tutulur, bu süre dolduğunda alev kaldırılır ve üç dakika boyunca bir hava akışı uygulanır. Belirlenen uzunlukta bir süreden sonra, alevlerin süresi kaydedilir. Dört numunenin ortalaması bir dakikadan fazla yanmamalı veya üç dakikadan fazla kızarma göstermemelidir.

1969 Federal Kömür Madeni Sağlığı ve Güvenliği Yasasına göre uygulanan bu test, 1970'lerin ortasından bu yana Avrupa'da yürürlükte olan yer altı konveyör bantları standardına benzerdir. Bununla birlikte, daha katı yönetmeliklerin gelmesiyle birlikte, Avrupa'da alev geciktirici bantların kullanımına yalnızca yerüstü uygulamalarda izin verilmekte, yer altında kendi kendine sönen bantlar gerekmektedir.

Birleşik Devletler şu anda, yeraltı kömür madenlerine alev dayanıklı bantlar için daha katı bir standarda sahiptir. Aralık 1992'de, ABD Çalışma Bakanlığı, Maden Güvenliği ve Sağlığı İdaresi (MSHA), konveyör bandı test gereksinimleri için güvenlik standartlarını uluslararası seviyeye getirecek yeni bir kural önerdi (Federal Sicil, Böl. 57, No. 248). Yaklaşık on yıl sonra, Temmuz 2002'de, önerilen bu kural geri çekildi. Geri çekme için belirtilen sebepler, konveyör bandı yangınlarının sayısının önemli ölçüde düştüğü ve bant izlemede iyileştirmelerin uygulanmakta olduğu idi.

2006 Maden İyileştirme ve Yeni Acil Müdahale (MINER) Yasasında yapılan tavsiyeler, yeraltı kömür madenleri için Aralık

2008'den itibaren geçerli olan, 1992'de önerilen kural için yapılan çalışmaya dayanan bir laboratuvar ölçeğinde alev dayanıklılık testi (Bant) içeren yeni bir kuralla sonuçlandı (CFR Bölüm 30, Kısım 14.20).

Bir bandın bant yöntemini geçmesi için, alevlerin yayılmasını büyük ölçüde sınırlayan, iyileştirilmiş yangın direnci yeteneği olmalıdır.

Test, 152'ye 23 santimetrelik (60'a 9 inç) üç bant numunesinin, 168 santimetre (66 inç) uzunluğunda 456 santimetre (18 inç) kare bir test odasına yerleştirilmesini gerektirir. Ocak alevini numunenin ön kenarına 5 dakika boyunca uyguladıktan ve alev söndükten sonra, test edilen her bir numune, genişliğinin tamamı boyunca hasarsız bir kısım göstermelidir.

Bu yazının yazıldığı tarihte, MSHA tarafından son yayınlanan kural, yeraltı kömür madenlerinde hizmete sokulan konveyör bantlarının alev karşı, 31 Aralık 2009'dan itibaren daha önce istenenden daha dayanıklı olmasını gerektiriyor. Kural aynı zamanda mevcut bant tertibatının on yıl içinde değiştirilmesini gerektiriyor. Ek, güncel bilgi için MSHA veya tanınmış bir bant tertibatı tedarikçisiyle temasa geçilebilir.

### **Diğer Bant Tertibatı Güvenliği Hususları**

Bazen başka standartlar uygulanır. Bazı ülkeler, örneğin bandın zehirliliği, hijyeni veya kaplama pürüzlülüğüne dair çok daha katı gereksinimlere sahip. Tam şartnameler belirli bir coğrafi bölge veya endüstrideki standartlarda bulunabilir. Prosedür ve standartlar DIN, EN, ISO, BSI, CEMA ve diğer standartlar altında sunulmaktadır. Elbette, bant tertibatının üzerinde taşınan malzemelerle uyumlu olması zorunludur.

## **BANT YAPISI**

### **Bant Karkası**

Konveyör bandı tertibatı iki parçadan oluşur: iç karkas ve dış kaplamalar. Karkas, konveyör üzerinde taşınan yüke temas eden

gerilebilir elemanı içerdiğinden bandın en önemli yapısal kısmıdır. Karkasın başlıca amacı, yüklü bandı kaldırmak ve hareket ettirmek için gerekli gerilimi iletmek ve bandın üzerine yüklendikçe malzeme tarafından serbest bırakılan darbe enerjisini emmektir. Hangi bant destek sistemi kullanılırsa kullanılsın, eğer bant karkası ilk darbe enerjisini kaldıramazsa, bant zamanından önce arızalanacaktır. Karkas, uygun birleştirme tekniklerine izin verecek yeterlilikte ve yüklü bandın başlatılması, hareketi ve duruşu sırasında ortaya çıkan kuvvetleri kaldıracak güçte olmalıdır. Karkas aynı zamanda makaralar arasında uygun destek ve hizalamayı korumak için gerekli dengeyi de sağlar.

Çoğu karkas bir veya daha fazla kat örülmüş kumaştan yapılırsa da, ağır hizmet bant tertibatları kumaşın bir kısmı veya tamamı yerine paralel çelik teller içerebilir. Karkas kumaşı genellikle, belirli bir desende örülen ipliklerden yapılır. Konveyöre paralel olarak uzunlamasına giden ipliklere çözgü iplikleri denir ve bunlar gerilim taşıyıcı elemanlardır. Enine veya çapraz liflere atkı iplikleri denir ve bunlar, öncelikle darbe direnci, mekanik sabitleme elemanı tutma, yük desteği ve genel kumaş sağlamlığı için tasarlanır.

Yıllar önce, konveyör bantları, tekstil takviyesi olarak genellikle pamuktan yapılan iplikler kullanıyordu. Gelişmiş kaplama yapışkanlığı ve hor kullanıma karşı mukavemet için, kaplama ve karkasın arasına çoğu kez kırıcı bir kumaş yerleştiriliyordu. 1960 ve 1970'lerde, karkas takviyeleri değişime uğradı. Bugün, çoğu bant karkası, naylon, polyester veya ikisinin birleşimi gibi suni kumaşlarla yapılıyor. Bu kumaşlar, dayanıklılık, yapışkanlık, hor kullanıma direnç, sabitleme elemanı tutma ve esneklik ömrü dahil hemen hemen her açıdan eski doğal kumaşlardan üstün. Bugün, bazı konveyör bandı uygulamaları için aramid lifler içeren kumaşlar kullanılıyor. Aramid kumaşlar, yüksek mukavemet, düşük uzama ve ısı direnci sunuyor. Bu suni kumaşlarla birlikte kırıcı dokümanlar nadiren kullanılıyor, çünkü çok az veya hiçbir iyileştirme sağlamıyor.

## Karkas Tipleri

Dört tip bant karkası vardır:

### A. Çok katlı bant tertibatı

Çok katlı bant tertibatı genellikle, elastomer bir bileşimle birbirine bağlanmış, pamuklu dokuma, suni ipek veya bu kumaşların birleşimi iki veya daha fazla kat veya katmandan yapılır. Bant mukavemeti ve yük desteği özellikleri, kat sayısına ve kullanılan kumaşa göre değişir. Çok katlı konveyör bandı en çok 1960'ların ortasında yaygın olarak kullanılıyordu; oysa bugün yerini azaltılmış katlı bant tertibatı aldı.

### B. Azaltılmış katlı bant tertibatı

Azaltılmış katlı bantlar, çok katlı bantlara kıyasla daha az kata sahip veya özel dokuma karkaslardan oluşur. Çoğu durumda, azaltılmış katlı bant, çok katlı bir banda kıyasla daha yüksek birim mukavemeti sağlamak için daha az katlı bir karkasta yoğunlaştırılmış, daha yüksek dirençli sentetik tekstil lifleri kullanımına bağlıdır. Bant imalatçıları tarafından sağlanan teknik veriler genellikle, azaltılmış katlı bant tertibatının, çok katlı bant tertibatı için belirtilen tüm uygulamalar için kullanılabileceğini gösterir.

### C. Çelik kablolu bant tertibatı

Çelik kablolu bant tertibatları, germe elemanı olarak kauçuğa tamamen gömülmüş tek kat paralel çelik kablolarla yapılır. Çelik kablolu bant tertibatının karkası, iki tip yapıda mevcuttur. Tamamı lastik yapı yalnızca, çelik kablolar ve kauçuk kullanır; kumaş takviyeli yapıda, kabloların üzerinde ve/veya altında bir veya daha fazla kat kumaş vardır, fakat kablo lastiğiyle kablolardan ayrılmıştır. Her iki tipte de uygun üst ve alt kaplamalar mevcuttur. Çelik kablolu bant tertibatı, öncelikle arzu edilen bant mukavemetine bağlı olarak, geniş bir kablo çapı ve aralığı yelpazesi kullanılarak üretilir. Çelik kablolu bant tertibatı çoğunlukla, kumaş bantların kapasitesi üzerinde işletme gerilimi gerektiren uygulamalarda kullanılır. Diğer bir uygulama alanı da, gerdirme sisteminin

hareket edebileceği mesafedeki sınırlamalar nedeniyle, bant tertibatının önemli ölçüde gerilmesine izin verilemeyen konveyörlerdir.

#### D. Katı dokuma bant tertibatı

Bu bant tertibatı tipi, genellikle PVC'yle emprenye edilmiş ve kaplanmış, nispeten ince üst ve alt kaplamalara sahip tek kat katı dokuma bir kumaştan oluşur. PVC bantların yüzeyi, eğimlerde taşımaya yardımcı olmak için çoğunlukla pürüzlüdür; fakat pürüzlü yüzey, bant temizliğini güçleştirir. PVC'nin aşınma direnci kauçuktan düşüktür, bu nedenle bazı katı dokuma bantlar, PVC göbek ve kauçuk kaplamaların birleşimiyle yapılır.

#### Üst ve Alt Kaplamalar

Kaplamalar, bandı yük aşınmasından ve bandın bozulmasına yol açan diğer koşullardan korur. Konveyör bandının üst ve alt kaplamaları, banda yok denecek kadar az yapısal mukavemet kazandırır. Üst kaplamanın amacı karkası çarpma hasarı ve aşınmasından korumaktır. Alt kaplama, bandın tahriki ve merkezlenmesi için bir sürtünme yüzeyi sağlar. Genellikle, üst kaplama alt kaplamadan daha kalın ve hasara karşı artırılmış potansiyeli sayesinde aşınma, çarpma hasarı ve aşınmasına karşı daha dayanıklıdır. Aşınma ve kesik o kadar şiddetli olabilir ki, 18 milimetre (0.75 inç) veya üstü kalınlıkta bir üst kaplama gerekir. Her durumda, kaplama seçiminin amacı, karkası, karkas ömrünün pratik sınırına kadar korumak için yeterli kalınlık sağlamaktır.

Kaplamalar, doğal ve sentetik kauçuklar, PVC ve yağ, yangın veya aşınmaya direnç gibi özel uygulama gereksinimlerini karşılamak üzere özel olarak formüle edilmiş malzemeler dahil, birçok elastomerden yapılabilir.

Taşıyıcı tarafı aşındığında, kullanıcılar, bandı ters çevirmeye teşvik edilebilir. Genellikle, üst tarafta derin aşınma meydana geldikten sonra bandın ters çevrilmesinden uzak durmak daha iyidir. Bant ters çevrildiğinde, tambura düzensiz bir yüzey verilir,

bu da gerilimin yetersiz yanal dağılımına yol açarak bandın kaymasına neden olabilir. Başka bir problem de, daha önce bandın taşıyıcı yüzeyi olan tarafın içine ince yük taneleri gömülmüş olabilir; bant ters çevrildiğinde, bu malzeme tambur kaplaması, makaralar ve diğer bant destek sistemleriyle aşındırıcı şekilde temas ettirilecektir. Ayrıca, yıllarca tek bir yönde oluk biçimine sokulduktan sonra, bant bir “duruş” alma eğiliminde olur (bir yöne yatkınlık) ve bandı ters çevirmek için gereken oluğun ters çevrilmesine direnir. Bazen bu sorunun üstesinden gelmek haftalar sürebilir ve bant merkezleme sorunlarına yol açabilir.

Bazı bant tertibatı üreticilerinin logolarını, bandın taşıyıcı yüzeyine basma uygulaması özellikle dikkatle getirilmelidir (**Şekil 4.2**). Bant kenarının yakınında olduğunda dahi, bu girintili alan, taşınan malzeme için bir tuzak haline gelir ve alanın pürüzlülüğü, kabartılmış alanın altından geçeceği bant temizleme ve sızdırmazlık sistemlerine zarar verebilir. Kullanıcıların, bu tedarikçi logolarının, bant tertibatının taşıyıcı olmayan dönüş tarafına yerleştirilmesini belirtmeleri önerilir.

#### En-Boy Oranı

Bazı bantlar, her iki tarafta da aynı kaplama kalınlığına sahip olsa da, çoğu bant, gereken aşınma direncindeki fark nedeniyle, tambur tarafındaki kaplama bandın taşıyıcı tarafından biraz daha ince (kalınlıkta daha hafif) üretilir. Üst ve alt kaplamaların kalınlığı arasındaki farka bandın en-boy oranı denir. Bununla birlikte, iki kaplama arasındaki fark çok büyük olamaz, aksi takdirde bant çanak şeklini alabilir.

En-boy oranları iyi tasarlanmamış



**Şekil 4.2**

*Bant üreticisinin bandın taşıyıcı tarafına logo işleme kötü bir uygulamadır, çünkü geri taşınan malzeme logoya yakalanabilir.*

bantlarla ilgili sorun, daha büyük kauçuk kütlesinin daha küçükten daha fazla büzülecek olmasıdır. Dolayısıyla, eğer bir bant, aşırı büyük üst-alt kaplama oranına sahipse ve üst kaplama yaşlanma, ultraviyole ışığa maruz kalma veya diğer etkenler nedeniyle büzülürse, bant çanak şeklini alacak ve makaralarla temas halinde olan alt kaplamanın alanını azaltacaktır. Bu, bant hareketini hizada tutmayı güçleştirecektir. Bir tesis, hizmet ömrünü uzatmak için kalın bir üst kaplama elde etmek adına alt kaplamadan çok daha kalın bir üst kaplamaya sahip bant tertibatı sipariş ettiğinde bu problemin ortaya çıkma ihtimali yüksektir. Tutarlı büzülme ve daha tutarlı merkezleme sağlamak için, 900 milimetreye (36 inç) kadar olan bantlar için 1,5-1'lik bir en-boy oranı önerilirken 1000 ila 1600 milimetre (42 - 60 inç) arasındaki bantlar için 2-1'lik bir en-boy oranı önerilir. 1600 milimetre (60 inç) üzerindeki bantlar için 3-1'lik bir en-boy oranı önerilir. 3-1 en boy oranına sahip bant tertibatı birçok amaç için uygundur ve bant tertibatı distribütörlerinin stoklarında en yaygın olarak bulunan orandır.

### Profil Destekli Bantlar, Profiller, Çavuş Bantlar ve Mapalar

Malzemenin taşınmasına yardımcı olmak için bant yüzeyinde bazen yükseltilmiş elemanlar kullanılır (**Şekil 4.3**). Bu profil destekli bantlar, profiller, çavuş bantlar ve mapalar genellikle, bir konveyörün malzemeyi, düz bir bantla yapılabilecekten daha yüksek bir eğim açısında taşımaması sağlamak için kullanılır. Bu özellik, engelsiz bir eğimde kolaylıkla aşağı yuvarlanacak

topaklar veya taşlar taşınırken kullanışlıdır.

Profil destekli bantlar veya profiller, bant kenarları tarafından oluşturulmuş hatlara dik monte edilmiş duvar veya raflar olarak görülebilir. Çavuş Bantlar, V şeklindeki bir düzendedir. Mapalar, bantın yüzeyindeki ayrı “adalar” veya ayaklardır. Bunların tümü, çok çeşitli desen ve stillerde mevcut olup yükseklikleri uygulama tarafından belirlenir. Bantın ilk imalatı sırasında yüzeyin içine entegre biçimde imal edilebilir veya bant tertibatının yüzeyine civatayla tutturulabilir veya vulkanize edilebilirler.

Profil destekli bant, çubuk, çavuş bant veya mapalar ne kadar uzun olursa, hasara karşı o kadar savunmasız olacaklarını ve bantı temizlemenin ve sızdırmazlığını sağlamanın o kadar güç olacağını hatırla tutun.

Bant ve taşınan malzeme arasındaki çekişi artırmanın bir yolu da tersine çevrilmiş çavuş bantları olan bir üst kaplama kullanmaktır. Bant kaplamasından yukarı uzatılmak yerine, tersine çevrilmiş çavuş bantlar, bir lastiğin sırtı gibi üst kaplamanın içine girintilidir. Oluklar bant kaplamasının içine bir frezeyle açılır; oluklar çavuş bant açısında veya kenara 90 derece açıyla banda dik olabilir. Bu tasarım geleneksel sistemlerde temizlik ve bant sızdırmazlığı konusunda daha büyük başarı sağlamasına rağmen girintili destekleri malzemeyle doldurmak da mümkündür.

### Bant Tertibatı Dereceleri

Çeşitli ulusal ve uluslararası kuruluşlar, genel amaçlı dökme malzeme taşımada kullanılan bant tertibatı için derecelendirme sistemleri oluşturmuşlardır. Farklı uygulamalarda hangi derecelerin kullanılacağına dair son kullanıcılara bir referans sağlamak amacıyla tasarlanan derecelendirmeler, belirli bir uygulamada herhangi bir performans garantisi vermeden farklı laboratuvar testi kriterleri belirtir.

Birleşik Devletlerdeki Kauçuk İmalatçıları Birliği (RMA), bant tertibatı kaplamaları için iki standart derece belirlemiştir. RMA, I. Derece bant tertibatı, daha yüksek

**Şekil 4.3**

Destekler, profiller, çavuş bantlar ve mapalar, bantın daha yüksek bir eğim açısında malzeme taşımaması sağlayan, bantın yüzeyindeki yükseltilmiş elemanlardır.



kauçuk gerilme ve uzama şartlarını karşılar ve genellikle II. Derece kaplamaların performansına göre gelişmiş kesme ve oyma direnci gösterir. Derecelendirmenin mutlaka genel aşınma direncini göstermediğini unutmamak gerekir.

Uluslararası Standartlaştırma Örgütü (ISO) da ISO 10247 kapsamında benzer bir derecelendirme sistemi oluşturmuştur. Bu standart H (Şiddetli Kesme ve Oyma Altında Hizmet), D (Şiddetli Aşınma Altında Hizmet) ve L (Orta Derecede Hizmet) kategorilerini içerir. H kategorisi, aşağı yukarı RMA'nın I. Derecesiyle karşılaştırılabilir; D ve L kategorileri de yaklaşık olarak RMA II. Derece bant tertibatıdır.

Ayrıca, yeraltı madenlerinde sıcak malzemelerle kullanım veya yağ veya kimyasallara maruz kalma gibi stresli uygulamaların özel gereksinimlerini karşılamak için üretilen bant tertibatı tipleri vardır. Çoğu şeyde olduğu gibi, ilk önce çalışma koşullarına dair bir anlayış edinmek ve daha sonra, bant tertibatı kategorilerini seçmeden önce, tanınmış tedarikçilere danışmak en iyisidir.

### Bant Tertibatında Aşınma Direnci

Konveyör bantlarında meydana gelen iki tip aşınma vardır. Biri, malzemenin bant kaplamasına sürtünmesiyle ortaya çıkar. Bir nesneyi zımparalayan ağaç işçisi gibi, bu aşınma, yüzeye baskı uygulayan malzemenin etkisi altında nispeten eşittir. Aşınmanın gerçek hızı, yüklenen malzemenin yoğunluğu ve bantın hızı tarafından değiştirildiği şekliyle, malzemenin doğasına bağlı olacaktır. Buna çarpma hasarı denir.

Aşınmanın daha agresif bir biçimi de bantı kesen veya oyan keskin kenarlı malzemelerin yüzeye verdiği zarardır. Buna genellikle darbe hasarı denir.

Bant kaplamasının aşınmasını ölçmek için kullanılan iki test tipi vardır. Biri, (eski den DIN 53516 olarak bilinen) ISO 4649 A ve B Tipi Aşınma Testi Metodolojisidir. Bu test, bir kauçuk kaplama numunesi kullanır ve bu numuneyi sabit bir süreyle, dönen, aşındırıcı bir tambura tutar. Kaplama numunesi, hacim kaybını hesaplamak

için öncesinde ve sonrasında tartılır. Sayı ne kadar düşükse (ne kadar az malzeme kaybedilmişse) aşınmaya direnç o kadar yüksektir. İkinci bir test yöntemi, Amerikan Test ve Malzeme Derneği (ASTM) tarafından ASTM Test Yöntemi D2228 olarak da adlandırılan Pico Aşınma Testidir

Bu testte, bant kaplamasından alınan küçük bir numuneyi aşındırmak için tungsten karbür uçlar kullanılır. Yukarıdaki gibi, numune, prosedürden önce ve sonra tartılır ve ağırlık kaybı hesaplanır. Sonuçlar bir indeks olarak verilir, bu nedenle sayı ne kadar yüksekse, aşınma direnci o kadar iyidir.

Çoğu başvuru kaynağı, bu testlerden hiçbirinin saha uygulamalarında gerçek performansın tam bir tahmini olarak görülmemesi gerektiği konusunda uyarır

### Bant Tertibatındaki Yeni Gelişmeler

Son zamanlarda ortaya çıkan bir yenilik, enerji tasarruflu bant kaplamalarının geliştirilmesidir. Düşük Yuvarlanma Direnci (LRR) Kaplamalar olarak adlandırılan bu alt kaplamalar, bantı çalıştırmak için gerekli gerilimi azaltır; çünkü bant, makaralar üzerinden hareket ederken daha az rulo izi direnci vardır. Üreticilere göre bu bant tertibatı, işletme enerjisi tüketiminde yüzde 10 veya daha fazla tasarruf sağlayabilir. Bu tasarruf, kauçuk bant tertibatı konveyör sisteminin makaralarıyla buluştuğunda gerçekleşir. Enerji tasarruflu kaplamanın yuvarlanma direnci daha azdır, çünkü alt kaplama, düz bir yapıya, konveyörün dönen bileşenleri üzerinden geçerken deforme olan geleneksel bantlardan daha çabuk döner.

Üreticiler, bu enerji tasarruflu kaplamanın sağladığı faydaların en iyi şekilde, sistemin sürtünmesinin makaraya bağlı dirençler tarafından belirlendiği, geniş, tamamen yüklü, yüksek yoğunluklu malzeme taşıyan bantlar kullanan konveyörlerde görülebileceğini belirtiyor. LRR bileşim, diğer kaplama bileşimlerine göre daha yüksek bir maliyete sahip. Bununla birlikte, faydalarının tam olarak hayata geçirilebileceği tesislerde, bileşen, hem enerji maliyetlerini

azaltarak hem de yeni sistemlerde konveyörün, daha küçük motorlar, tamburlar, dişli kutuları, miller, rulmanlar, makaralar ve çelik yapılarla donatılmasına izin vererek, yapılan ek harcamayı telafi eder.

Kullanıcı, bir LRR kaplamanın işletme giderlerini düşüreceğini varsayamaz veya her bir bant özel bir uygulama için birleştirildiğinden, LRR'yi doğrudan şart koşamaz. Bir LRR bantla sağlanan güç tüketimi ve sıcaklık koşulları arasındaki ilişki doğrusal değildir ve genellikle küçük bir uygulama alanı vardır. 20 derecede enerji tasarrufu yapmak için tasarlanmış özel bir LRR alt kaplamanın, 0 veya 30 derecede çalıştırılması daha maliyetli olabilir, bu nedenle her bant, her bir uygulamanın iklim koşullarına göre tasarlanmalıdır.

Bant yapısındaki başka bir yeni gelişme de, bantla geri taşınan malzemeyi önlemek için yapışmayan bant kaplamalarının kullanımıdır. Bu bant tertibatı, geri taşınan malzemenin bant üzerinde birikmesini önlemek için bant tertibatına yapışmayan bir astar uygulanarak oluşturulur. Bu astar, bant temizliği ihtiyacını azaltmalı, böylelikle kaplamanın aşınmasını azaltarak bantın ömrünü uzatmalıdır. Bu astar aynı zamanda yağ ve grese karşı dayanıklıdır ve iklim koşulları ve yaşlanmadan etkilenmez. “Yumuşak” üretilen ön sıyrıcıların “temizleyici kenarı” dahi astarı çıkarabileceğinden, yapışmayan bant tertibatı kullanılacağı zaman geleneksel bant sıyrıcılarının (kazıyıcıların) çıkarılması gerektiği unutulmamalıdır.

Konveyörler bir sistem olarak tasarlanmıştır ve orijinal bant özelliklerindeki herhangi bir değişiklik, konveyörün çalışmasını olumsuz etkileyebilir. Herhangi bir uygulama için en uygun bant tertibatını belirlemede bant tertibatı üreticilerine danışılmalıdır.

### **Kesik Kenar veya Kalıplanmış Kenar**

Bir bantta kenar oluşturmanın iki yöntemi vardır: kalıplanmış kenarlar veya kesik kenarlar.

Kalıplanmış kenarlı bir bant, bant için belirtilen tam genişlikte imal edilir, bu nedenle bantın kenarları kauçuğun içinde

kapalıdır. Sonuç olarak, karkas kumaşları elemanlara maruz kalmaz. Kalıplanmış kenarlı bir bant özel sipariş üzerine yapıldığından, teslim süresi muhtemelen daha uzun olacak ve genellikle kesik kenarlı banttan daha maliyetli olacaktır.

Kesik kenarlı bant önce üretilir ve daha sonra siparişi yerine getirmek için gerekli belirtilen genişlikte kesilir veya yarılr.

Bu yöntemi kullanarak, üretici ürettiği bir parça banttan iki veya üç müşterinin siparişini karşılayabilir. Sonuç olarak, bu durum kesik kenarlı bant tertibatının üretimini daha maliyet etkin (dolayısıyla ekonomik) kılar; bunun için bu bant tipi daha yaygın hale gelmiştir. Belirtilen genişlikte kesme işlemi imalat sırasında veya üretici veya bir bant tertibatı distribütöründe, bant ikinci bir işlemde daha büyük bir rulodan kesildiğinde yapılabilir.

Kesik kenarlı bir bant, daha geniş herhangi bir bant tertibatından kesilebilir. Bu, onu daha kolay bulunur kılar. Bununla birlikte, bazı dezavantajları vardır. Bantın kesik kenar(lar)ında, bantın karkası açıkta kalır; bu nedenle karkas, depolama, taşıma ve kullanımdaki kötü koşullardan doğan problemlere karşı daha savunmasızdır. Ayrıca, kesme işlemi de problemlere açıktır. Kör kesme uçları, bant dış kavisi (bantın kenarında bir kavis) gibi problemlere yol açabilir. Buna ek olarak, kullanılmış veya yeniden kesilmiş bant tertibatı alındığında, yaşı, çevreye maruziyeti ve uygulama geçmişi gibi bilinmeyenler de beraberinde gelir.

Çelik kablolu bant tertibatı önceden belirlenmiş bir genişlikte üretilir; bu nedenle kalıplanmış kenarlara sahiptir. Kumaş katlı bant tertibatı kalıplanmış veya kesik bir kenarla temin edilebilir.

## **BANT SEÇİMİ**

### **Bir Bantın Teknik Özelliklerini Belirleme**

Uygun bant tertibatının seçimi ve mühendisliğinin, bir bant tertibatı üreticisi



veya distribütörü için çalışan veya bağımsız bir danışman olarak çalışan bir uzmana bırakılması en iyisidir. Teknik özellikleri uygun şekilde belirtilmiş ve üretilmiş bir bant, en düşük maliyetle optimum performans ve hizmet ömrünü verecektir. Hatalı seçim veya ikame, felakete sonuçlanabilir.

Bir konveyör bandının özellikleri belirtilirken detaylandırılması gereken birtakım işletme parametreleri ve malzeme koşulları vardır.

Detaylandırılacak malzeme koşulları arasında şunlar vardır:

#### A. Kalınlık

Kalınlık varyasyonlarını, 2,4 milimetre (0.094 inç) gibi ince kaplamalar için +/- yüzde 20'lik bir değişken ölçekle ve 19 milimetreden (0.75 inç) büyük kaplama kalınlıkları için +/- yüzde 5'le sınırlayın.

#### B. Dış Kavis veya İç Kavis

Dış kavis veya iç kavis, yüzde birin dörtte biriyle sınırlayın (0,0025). Bu 10 metrede +/- yüzde 25'lik bir dış kavis veya iç kavis boyutu sağlar (25 fitte 0.75 inç). Dış Kavis, bandın dışbükey, iç kavis ise içbükey bir kenarıdır. RMA, iç kavis (veya dış kavis), bant kenarı boyunca aralarında 15–30 metre (50-100 fit) bulunan iki noktanın ortasında, gerçek bant kenarı ve iki nokta arasına düz olarak gerilmiş bir şerit arasındaki mesafenin oranı olarak tanımlar. Bu değeri yüzde olarak ifade etmek için, oranı yüzde bir olarak hesaplayın ve 100'le çarpın. Örneğin, eğer 30 metrelik bant tertibatının 450 milimetresi eğimliyse (0,45 metre), bu yüzde 1,5'lik bir dış kavise eşit olacaktır. İngiliz ölçü birimlerinde, 100 fut uzunluktaki bir bant tertibatında 18 inçlik bir mesafe (1.5 ft) yüzde 1,5'lik bir dış kavis olacaktır.

#### C. Bant yüzeyi

Bant yüzeyinin pürüzsüz, düz ve tek tip +/- 5 sertlik puanına sahip olmasını isteyin. Birleşik Devletlerde sertlik Shore A Durometresinde ölçülür. Okumalar 30 ila 95 puan arasında değişir—duromet-

renin gösterdiği sayı ne kadar büyükse bileşim o kadar serttir. Uluslararası Kauçuk Sertliği Dereceleri (IRHD) ölçeği, 0 esneklik katsayısından (0) sonsuza (100) kadar, 0 - 100 aralığına sahiptir.

#### D. Üreticinin logosu

Üreticinin logosunun kaldırılmasını veya üst kaplama yerine, bant temizleme ve sızdırmazlık sistemlerine müdahale etmeyeceği alt kaplamanın içine gömülmesini isteyin.

Bir konveyör bandının özelliklerini belirlerken detaylandırılacak işletme parametreleri şunları içerir:

#### A. Yüklü ve yüksüz çalışma saati

B. Transfer noktasının, oluk açısı ve geçiş mesafesi yanında malzeme yolu, düşme yüksekliği ve hızı içeren detayları

C. Topak büyüklükleri ve malzeme sıcaklık aralığı dahil, taşınacak malzemenin mümkün olduğunca eksiksiz şekilde tanımı

D. Kullanılacak bant temizleme sisteminin tanımı

E. Uygulanacak kimyasal işlemlerin (örneğin buz çözücü maddeler veya toz bastırıcıları) tanımı

F. (Yakındaki prosesler veya diğer kaynaklardan doğan) atmosferik kirlenici maddelerin tanımı

G. Bandın dayanması gereken şiddetli yerel hava şartlarının özellikleri

#### Yapınızı Tanırsanız, Bandınızı Tanırsınız

Bandın özelliklerini anlamadan bir konveyör yapısına herhangi bir bant yerleştirilmesi, sistemin performansını zayıflatacak ve bandın performansını düşürecektir. Bandın merkezden kaçması, kısalan bant ömrü, hasarlı bant ekleri, programlanmamış duruş süresi ve ilave bakım giderleri şeklinde problemler olabilir.

Sistemde kullanılan bandın doğru seçim olduğundan emin olmak için konveyör yapısı ve dönen bileşenlerin detaylı bir analizi gerekir. Mevcut bir yapıya bant seçilmeden

ve takılmadan önce tüm parametrelerin tamamen anlaşılması önerilir. Bant tertibatı tedarikçilerinin tavsiyesini göz önünde bulundurmaya daima akıllıcadır.

### Yapı ve Dönen Bileşenlerle Uyumluluk

Bant tertibatı satın almak giysi satın almak gibidir. En iyi şekilde oturması için, mevcut yapıya göre dikilmelidir. Konveyör bantları farklı kapasite, uzunluk, genişlik, oluk açısı ve gerilimler için tasarlanır. Bir bant, konveyör yapısıyla uyumlu olmalıdır ve uyumluluk, bant genişliğinden fazlasını içerir.

Ne yazık ki, bu husus bir tesisin işletme seviyesinde çoğunlukla anlaşılmaz. Genellikle “bant tertibatı, bant tertibatıdır” felsefesi yerleşmiştir. Bu, bant tertibatı denkleminin karmaşıklığının eksik anlaşılmasından kaynaklanır. Bu felsefe, tasarruf yapma veya daha hızlı hizmete geri döndürme ihtiyacının doğduğu zamanlarda uygulanır. Bu durumlardaki tipik tepki, stoktan, bakım depolarında bulunan artık parça veya yedek bir bant kullanmak veya bir bant tertibatı distribütörü veya kullanılmış ekipman satıcısı gibi bir dış kaynaktan kolaylıkla temin edilebilen bant tertibatını kullanmaktır.

Konveyör sistemiyle tamamen uyumlu olmayan bir “kelepir” bant kullanmak yanlış bir tasarruftur. Bantın yapıya uyumsuzluğu, düşük bant performansına ve bant tertibatı yatırımında düşük getiriye yol açan yaygın bir problemdir. Bu uyumsuzluk, bir yedek bantın takıldığı veya mevcut bant tertibatına parçaların eklendiği konveyörlerde görülen merkezleme problemlerinin en yaygın nedeni de olabilir. Uyumun temellerinin anlaşılması, bant ve konveyörden iyi performans elde etmek için zaruridir.

Bir konveyör bantının özelliklerini belirtmek önemli bir sorumluluktur. Konveyör prosesinin bu kısmında sorumluluğu bir uzmana vermek işletmenin kendi yararına. Bu uzman, üreticiler tarafından sağlanan bantların yetenekleri hakkında bilgi sahibi olmalı ve sorulacak uygun soruları bilmelidir.

### Bant Gerilimi Derecesi

Her bir bant mukavemetine (dayanacağı çekme kuvveti miktarına) göre derecelendirilir. Bir bantın mukavemeti (veya daha doğrusu, dayanabileceği gerilim) Birleşik Devletlerde, genellikle PIW olarak kısaltılan, İnç Genişlik başına Pound olarak değerlendirilir.

Dünyanın diğer yerlerinde, bant, newton / metre (N/mm) veya kilonewton / metre (kN/m) metrik birimlerinde nihai kopma mukavemeti olarak derecelendirilir.

Mukavemet derecesi, bantın karkasının içerdiği takviye, kumaş katlarının sayısı ve malzemesinin tipi veya çelik kablolu bantsa, kabloların boyutunun bir fonksiyonudur. Yukarıda belirtildiği şekilde, bir bantın üst ve alt kaplamaları, bantın mukavemet veya gerilim derecesine çok az etkide bulunur.

İster karkas gerilimi derecesi ister nihai kopma mukavemeti olsun bantın mukavemeti, bant tertibatına uygulanabilecek kuvvet miktarını temsil eder. Malzeme yükü, gerdirmeye eğilimi ve eğim çekimi şeklinde bu bantın daha büyük taleplerle zorlanması, bantın kopma olasılığı da dahil ciddi problemlere yol açacaktır. Bantın nominal gerilimi ne kadar yüksekse, bantın yapıyla ve dönen bileşenlerle uyumu o kadar kritik hale gelir.

Her bir konveyör yapısı, belirli bir gerilim derecesine sahip bant gerektirecektir. Bu kararı etkileyen faktörler şunlardır:

- Yapının uzunluğu
- Konveyörün eğim açısı
- Arzu edilen kapasite
- Bantın genişliği
- Dönen bileşenlerin sürüklenme ve ataleti

### Minimum Saptırma Yarıçapı

Bant tertibatı, üretici tarafından belirlenen minimum tambur büyüklüğüyle tasarlanır. Bir bantı çok küçük bir yarıçapın üzerinde bükmek, bantta zarar verebilir. Bu, katların ayrılmasına, kat arızasına veya bantın üst kaplamasının çatlamasına neden olabilir. Yetersiz tambur büyüklüğü

de mekanik eklemelerin çıkmasına neden olabilir. Minimum tambur çapı, çelik veya kumaş takviyeli katların sayısı ve malzemesi, bandın nominal gerilimi ve üst ve alt kaplamanın kalınlığı tarafından belirlenir.

Bir konveyör sistem ilk tasarlandığında, (örneğin, yükleme bölgesindeki yüksek darbe seviyeleri karşısında bant ömrünü uzatmak için) konveyör sisteminde daha kalın bir bant kullanma arzusu, daha büyük çaplı tamburların monte edilmesini gerektirebilir.

Bir işletme, bandın taşıyıcı tarafında bir tür yüzey hasarı fark ettiğinde, yaygın bir hata yapar. Anlık tepki, daha uzun bir hizmet ömrü elde etme beklentisiyle, konveyöre çok daha kalın bir bant takmaktır. Eğer daha kalın bant, yapıdaki tamburlardan daha büyük bir minimum tambur büyüklüğüne sahipse, bant esasen daha kısa bir ömre sahip olabilir ve çözmek için daha kalın kaplamanın seçildiği problemi daha da kötüleştirir.

#### Oluk Açısı

Bantlar, konveyörün daha fazla malzeme taşımaması sağlamak için oluklaştırılır. Oluk açısı arttıkça daha fazla malzeme taşınabilir. Tüm düz kauçuk veya PVC bantlar, makaralar tarafından oluklaştırılabilir. Maksimum oluk açısını bant karkasının tipi, bandın kalınlığı, bandın genişliği ve bandın gerilim derecesi belirler. Bant tertibatı üreticisinin teknik veri formlarında, oluk haline gelebilme değeri genellikle çeşitli oluk açıları için izin verilen minimum bant genişliği olarak gösterilir.

Belirli bir bandın maksimum oluk açısının aşılması, bandın kalıcı olarak bir çanaklaşmış pozisyonda deforme olmasına neden olabilir. Çanaklaşma bir bandın sızdırmazlığının sağlanmasını ve temizlenmesini güçleştirir, merkezlenmesini neredeyse imkansızlaştırabilir. Çanaklaşma arttıkça, konveyörün dönen bileşenleri ve bant arasındaki yüzey teması azalarak dönen bileşenin bantı doğru şekilde yönlendirme yeteneğini azaltır.

Eğer bandın oluk haline gelebilirliği

aşılırsa, bant doğru şekilde oluk biçimini almayabilir ve sızdırmazlık ve merkezleme problemleri oluşturabilir. Eğer bant çok sertse ve doğru şekilde oluk biçimini almıyorsa, bandın içinde uygun şekilde hareket etmeyecektir (yolunda durmayacaktır). Bu sorun da çabucak konveyörün yanlarından döküntüye ve bandın kenarlarının zarar görmesine dönüşecektir (**Şekil 4.4**).

Bandın oluk haline gelebilirliğinin aşılması durumunda ortaya çıkabilecek başka bir problem de, üst ve alt kaplamaların ve makara birleşme yeri alanındaki karkasın zarar görmesidir.



**Şekil 4.4**

*Oluk haline gelebilirliğinin aşılması, bandın hasar görmesiyle sonuçlanabilir.*



**Şekil 4.5**

*Bant kenarlarını yükseltmek ve yükü taşıyan oluğu oluşturmak için geçiş makaraları kullanılır.*



**Şekil 4.6**

*Birleşme yeri arızasına hatalı geçiş mesafesi neden olur (uç tamburunun merkezinden ilk tam oluk silindirene kadar olan mesafe).*

Ayrıca, eğer bandın oluk haline gelebilirliği, oluk makaralarıyla uyumlu değilse, konveyörü çalıştırmak için tasarımında öngörülenden daha fazla güç gerekebilir.

### Geçiş Mesafesi

Bant, kuyruk tamburundan düz bir pozisyonda geçer. Bant, kuyruk tamburunu terk edip yükleme bölgesine girdiğinde, bant kenarları yükseltilir ve malzemenin taşıdığı oluk oluşturulur (**Şekil 4.5**).

Bu oluk, geçiş makaraları (düz ve konveyörün son oluk açısı arasındaki açılarda sabitlenmiş makaralar) tarafından oluşturulur.

Konveyörün baş tamburunda, tahliye noktasına ulaşmadan hem önce konveyörün oluklu bir profilden düz profile geçirildiği, benzer fakat ters bir geçiş alanı vardır.

Banda bir oluk biçimi verilirken, bandın dış kenarları bandın merkezinden daha fazla gerilir. Eğer geçiş çok kısa bir mesafe

içinde gerçekleştirilirse, bandın makara birleşme yeri alanlarında hasar oluşabilir (düz merkezi rulo ve açılı kanat rulosu arasındaki kesişme üzerinde bulunan noktalar) (**Şekil 4.6**).

Gerekenden daha kısa bir geçiş alanına sahip konveyörlere sıkça rastlanır. Bunun birkaç nedeni vardır: hatalı mühendislik veya geçişin öneminin anlaşılması, yer yokluğu veya maliyetleri düşürme arzusu. Bu nedenle, daha uzun bir geçiş mesafesi gerektiren bir yedek bant takarak problemi artırmamak çok daha fazla kritik önem taşır.

Bir konveyörün geçiş alanı uzatılabilir. Bunu yapmanın iki yolu vardır. Biri, yük bölgesinden önceki mesafeyi uzatmak için kuyruk tamburunu geriye taşımaktır. İkinci yöntem, bandın, yükleme bölgesinden girmeden önce kısmen oluklaştırıldığı ve yük yüklendikten sonra son oluk açısına geçişini tamamladığı iki aşamalı bir geçiş alanı uygulamaktır. (*Bkz 6. Bölüm: Yükleme Bölgesinden Önce*)

Bununla birlikte, daha yaygın olarak, yeterli alanın bulunmaması gibi ve mevcut bütçenin sınırları gibi şartlar, bir konveyörün geçiş alanının uzatılmasını imkansız hale getirir. En yaygın çözüm, bant tertibatının mevcut geçiş mesafesine uygun olduğundan emin olmaktır. Yükleme problemleri, artan kenar gerilimi ve bant hasarı gibi tüm maliyetler eklendiğinde bu en ekonomik çözüm olmayabilir. Kötü tasarlanmış bir geçiş alanı maliyetleri artıracak ve bandın ömrünü azaltacaktır.

**Şekil 4.7**

Bant tertibatı, taşıyıcı tarafı dışa bakacak şekilde ortasında kare açıklığı olan bir göbeğin üzerine sarılmalıdır.



**Şekil 4.8**

Bant tertibatını zeminde depolamak hasara neden olabilecek kötü bir uygulamadır.



## BANDI DEPOLAMA VE TAŞIMA

Konveyör bandı, uzun zamandır, birçok endüstri için dökme malzeme taşımanın en ekonomik ve en verimli yolu olmuştur. Bununla birlikte, eğer tesisin bu önemli parçasının beklendiği şekilde çalışması önemliyse, imalatından konveyör sistemine montajına kadar dikkatle depolanmalı ve taşınmalıdır. Hatalı depolama teknikleri, konveyör yapısına monte edildiğinde düşük performans gösterecek hasarlı bir banda yol açabilir. Depolama süresinin uzunluğu ve

bant tertibatı rulusunun büyüklüğü arttıkça, aşağıdaki doğru prosedürleri izlemenin önemi de artar. Konveyör bandını taşıma, sevk etme ve depolama maliyetleri, bandın satın alma fiyatıyla karşılaştırıldıklarında küçük kalırlar; bu nedenle, yatırımı korumak için doğru prosedürler izlenmelidir.

Aşağıdakiler kilit depolama ve taşıma prensipleridir:

#### A. Bir göbek üzerine sarılarak

Bant, üretici veya tedarikçiden çıkarırken, taşıyıcı tarafı dışa bakacak şekilde ortasında kare açıklığı olan bir göbeğin üzerine sarılmalıdır (**Şekil 4.7**). Göbek, bandı, çok küçük bir çapta rulo haline getirilmekten korur ve bant merkezden kaldırıldığında koruma sağlar. Bandın konveyör üzerine açılması için de bir araç vazifesi görür. Göbek büyüklüğü, bant rulusunun tipi, genişliği ve uzunluğuna göre üretici tarafından belirlenir. Ruloya sarılı bant, gerilimli durumda olmadığından, göbek büyüklüğü, bandın minimum tambur çapından küçük olabilir. Kaldırma çubuğu, göbekteki kare deliğe tam uyacak şekilde kare olmalıdır.

#### B. Uygun şekilde desteklenerek

Konveyör bandı asla zeminde depolanmamalıdır (**Şekil 4.8**). Zeminde depolama, rulonun ağırlığını alt yüzeyin üzerine yoğunlaştırır. Bant karkası bu küçük alanda sıkıştırılır ve bir yandan diğerine eşit şekilde sıkıştırılmaz. Karkas, bir tarafta veya diğerinde daha fazla gerilebilir. Bu, bant boyunca devam eden bant dış kavisinin (bantın muz şeklinde eğikliği) olası bir nedenidir.

Bir bant tertibatı rulosu, hiçbir koşulda yan tarafı üzerinde depolanmamalıdır (**Şekil 4.9**). Rulonun ağırlığı bandın bu tarafının genişlemesine ve dış kavis problemlerinin oluşmasına neden olabilir. Bandın kesik kenarından içeri karkasa rutubet nüfuz edebilir, karkas problemlerine veya bant dış kavisine neden olabilir.

Bant, zeminden yüksekte, bir standın üzerinde dik pozisyonda desteklenme-

lidir (**Şekil 4.10**). Bu, rulo ağırlığının yarısındaki gerilimi göbeğe yükler ve alttaki yükü azaltır. Bandın ağırlığını daha iyi dağıtmak için, sevkiyat sırasında bu destek standı kullanılabilir. Destek standı daha sonra depolama için tesiste



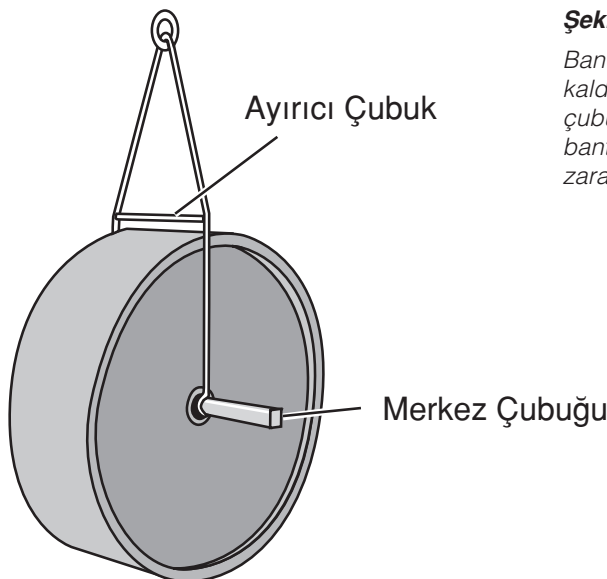
**Şekil 4.9**

Bir bant tertibatı rulosunu yan tarafı üzerinde depolamak, dış kavis problemlerine yol açabilir.



**Şekil 4.10**

Bant tertibatı rulusunun bir kızak veya stand üzerinde desteklenmesi, eşit olmayan gerilimi önleyebilecekken, onu zemin üzerinde depolamak kötü bir uygulamadır.



**Şekil 4.11**

Bant tertibatı rulosunu kaldırırken bir ayırıcı çubuk kullanılması bant kenarlarının zarar görmesini önler.

kullanılabilir veya bant, ruloyu uygun şekilde destekleyen bir tesis içi depolama sistemine nakledilebilir. Rulunun, imalatından montajına kadar uygun şekilde desteklenmesi önemlidir.

#### C. Standında döndürülerek

Eğer destek standı doğru şekilde tasarlanmışsa, bant rulosu 90 günde bir rastgele döndürülebilir. Bu işlem, yükü, karkas boyunca daha da eşit dağıtacaktır. Dönüş yönünü göstermek için bant tertibatının makarası fabrikada bir okla işaretlenmiş olmalıdır. Bandın zıt yönde döndürülmesi, rulunun gevşemesine ve iç içe geçmesine neden olacaktır.

#### D. Uygun şekilde korunarak

Sevkiyat ve depolama sırasında, bant rulosu bir brandayla örtülmeli veya mat, su geçirmez bir malzemeye sarılmalıdır. Bant tertibatı rulusunun örtülmesi, onu yağmur, güneş ışığı veya ozondan korur. Örtü, depolama sürecinin tamamı boyunca yerinde kalmalıdır.

Çevreden korunması için bant rulosu bir binanın içinde depolanmalıdır. Depolama alanı, ozon oluşturabilecek ve bandı etkileyebilecek büyük jeneratörler veya

yüksek gerilim hatları içermemelidir. Binanın ısıtılması gerekmez, ama nispeten hava şartlarına dayanıklı olmalıdır.

#### E. Doğru şekilde kaldırılarak

Bir bant rulusunu kaldırırken, göbekten içeri doğru büyüklükte kare bir kaldırma çubuğu sokulmalıdır. Rulunun ağırlığına uygun büyüklükte askı veya zincirler kullanılmalıdır. Zincir veya askıların konveyör bandının kenarlarına zarar vermesini önlemek için bir ayırıcı çubuk kullanılmalıdır (**Şekil 4.11**).

Ek prensipler ISO 5285'te verilmektedir; bant tertibatı üreticileri kendi özel ürünleri için rehberlik sağlayabilir

## BANT HASARI

### Bant Ömrünü Uzatma

Yukarıda belirtildiği gibi, bandın maliyeti, diğer konveyör bileşenlerinin maliyetini kolaylıkla geçer ve çelik konveyör yapısının maliyetine yaklaştığı bir noktaya ulaşabilir. Bant tertibatı yatırımında makul bir getiri sağlamanın anahtarı, hasarı önlemek ve bandın hizmet ömrünü uzatmaktır. Açıkçası, konveyörün çevresine monte edilen tüm sistemler - gerek onu beslemek, gerek ondan malzeme almak gerekse malzeme taşıma işlevine yardımcı olmak için olsun - bandın minimum riske maruz kalması için tasarlanmalıdır.

Bant tertibatının uğrayacağı hasar, konveyör kullanan işletmelerin karlılığında büyük bir delik açabilir. Dünyadaki tesislerde düzenli olarak binlerce dolar maliyetlerde gerçekleşen bu gider çoğu kez önlenemez. Ne yazık ki, bant ömrünü etkileyen tüm değişkenleri tespit etmenin ve ölçmenin güçlüğü nedeniyle, bandın ömrünün ve bir bandın optimum ömrüne ulaşmamasının nedenlerinin analizi için nispeten çok az efor sarf edilmektedir.

Bant hasarı tipleri iki gruba ayrılabilir: Normal Aşınma ve Önlenebilir Hasar. Konveyörün normal çalışması nedeniyle oluşan aşınma, bandın ömrünü uzatmak için yönetilebilir ve en aza indirilebilir, fakat belirli bir miktarda aşınma makul kabul

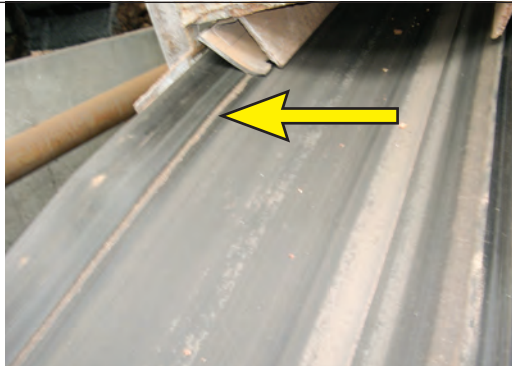
**Şekil 4.12**

Darbe hasarına banda vuran, üst kaplamanın çentiklenmesine, çizilmesine veya oyulmasına yol açan büyük, keskin malzeme neden olur.



**Şekil 4.13**

Sıkışma hasarı genellikle bandın her iki yanında, bandın çelik konveyör yüklemesinin altından geçtiği kenar yakınında, birer oluk şeklinde görülür.



edilir. Önlenemez Hasar belki tamamen önlenemez, ama uygun ekipman tasarımı ve bakım yönetimiyle en aza indirilebilir.

Bant hasarını önlemede ilk adım, hasarın sebebini veya kaynağını (kaynaklarını) tespit etmektir. Adım adım analiz, neredeyse daima “faili” ortaya çıkarır.

### Bant Hasarı Tipleri

Aşağıda, başlıca bant hasarı tiplerinin kısa özeti verilmiştir:

#### A. Darbe hasarı

Darbe hasarına, taşınan büyük, sivri malzemenin bantın üst kaplamasına vurması neden olur. Bu darbenin sonucu, üst kaplamanın rastgele çentiklenmesi, çizilmesi veya oyulmasıdır (**Şekil 4.12**). Donmuş büyük bir kömür topağı da bu tip hasara sebep olabilir. Eğer darbe yeterince şiddetliyse, bant tamamen yırtılarak ayrılabilir. Bu tip hasar, genellikle kırıcıların altında veya madenlerde, ham cevher (ROM) malzemesi taşıyan konveyörlerde görülür.

Bandın enerjisi emmesine yardımcı olmak için herhangi bir yöntemin kullanılmadığı uzun malzeme düşüşleri de darbe hasarına yol açabilir. (Bkz. 8. Bölüm: Geleneksel Transfer Şutları ve 10. Bölüm: Bant Desteği)

#### B. Sıkışma Hasarı

Sıkışma hasarı genellikle bantın her iki yanında, bantın çelik konveyör yükleme teknesinin altından geçtiği kenar yakınında, birer oluk şeklinde görülür (**Şekil 4.13**). Çoğu zaman bu hasarın suçu, bir yüklem teknesi sızdırmazlık sisteminin uyguladığı baskıya atılacaktır. Bununla birlikte, kapsamlı çalışmalar, bu tip bant hasarının daha çok taşınan malzemenin sızdırmazlık sistemiyle konveyör bantı arasına sıkışması nedeniyle meydana geldiğini göstermiştir.

Bu malzeme sıkışması, bantın normal bant hattının altına ve sızdırmazlık sisteminden uzağa sarkmasına izin verildiğinde ortaya çıkar. Malzeme bu “sıkıştırma noktasına” sıkışarak, geçerken

bandın yüzeyini oycak veya aşındıracak bir mızrak başı şeklini alır (**Şekil 4.14**). Bu da aşağıdaki birkaç olumsuz olaydan herhangi birine yol açar:

#### a. Taraklanma

Hapsolan malzeme yüksek basınçlı bir alan oluşturacak, sızdırmazlık sisteminde aşırı aşınmaya neden olacaktır (her bir makaradaki sızdırmazlıkta tarak oluşması olarak görülür).

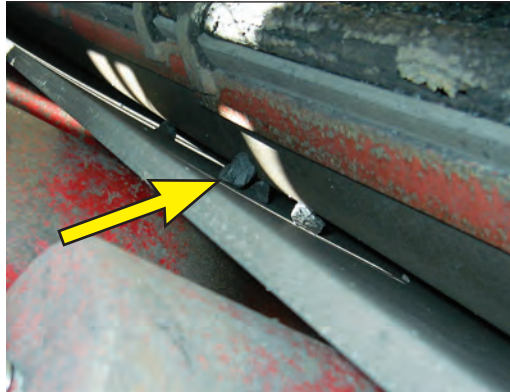
#### b. Oluklar

Oluklar, yüklem teknesinin altında, bant boyunca aşınacaktır (**Şekil 4.15**).



**Şekil 4.14**

Malzeme bu “sıkıştırma noktasına” sıkışır ve geçerken bantın yüzeyini oycak veya aşındıracak bir mızrak başı şeklini alır.



**Şekil 4.15**

Hapsolan malzeme, yüklem teknesi altında, bant boyunca olukları aşındırabilir.



**Şekil 4.16**

Bant kenarının hasar görmesi, konveyör yapısında bantın merkezden kaçtığına dair bir işarettir.

## c. Malzeme döküntüsü

Malzeme bandın yanlarından dışa atılacak, yük bölgesinin altında malzeme döküntüsü yığımlarına yol açacaktır.

Malzeme sıkışmasına, yan kenarın, malzeme akışı yolundaki bir şut duvarının içine yerleştirilmesi de neden olabilir. Bu düzen, yalnızca malzeme sıkışmasına ve bant hasarına yol açmaz, aynı zamanda şut duvarının enine kesit alanını azaltarak konveyör kapasitesini de düşürür. Karkas, bant kaplamasından daha aşındırıcı olduğundan ve kaplamayı zamanla aşındıracağından, toz sızdırmazlığı olarak artık veya kullanılmış bant tertibatı kullanıldığında da aynı hasar görülebilir. Hatalı takılmış aşınma astarları da sıkışma noktalarına sebep olarak bu tip aşınma oluşturabilir.

Bu sarkmayı önlemenin bir yolu, bandı desteklemek ve çevrili alanın tamamında yolu dengelemek için çubuklu destek sistemleri kullanmaktır. (Bkz. 10. Bölüm: *Bant Destegi*)

**Şekil 4.17**

Bant kenarında görülen başka bir hasar şekli de, karkasın katlarının ayrıldığı veya kaplamaların karkastan sıyrıldığı katlara ayrılmadır.

**Şekil 4.18**

Malzemenin yüklenmesinden kaynaklanan aşınma, üst kaplamada bandın yük taşıma alanında aşınma olarak görülecektir.



## C. Bant kenarı hasarı

Kenar hasarı genellikle, bandın bir veya her iki tarafında yıpranmış kenarlar olarak görülür (**Şekil 4.16**). Eğer kenar hasarı tespit edilmez ve düzeltilmezse, bandın genişliğini artık konveyörün nominal kapasitesini taşıyamayacak bir noktaya düşürecek kadar ciddi hale gelebilir.

Bandın merkezden kaçması, muhtemelen bant kenarı hasarının başlıca sebebidir. Bir bandın merkezden kaçmasının sayısız sebebi olabilir. Bu sebepler hizasız konveyör yapılarından, merkezden kaçık bant yüklemesine, dönen bileşenler üzerinde malzeme birikmelerine ve hatta bandın bir tarafı üzerinde güneşin etkisine kadar uzanır.

Bandı ayarlamak için kullanılacak birçok teknik ve teknoloji vardır. Bunlar arasında yapının lazerle incelenmesi, bandın kaçma eğilimine karşı koymaları için makaraların ayarlanması ve bandın yolunu yönlendirmek için bant hareketi kuvvetini kullanan, kendinden ayarlı bant ayarlama makaralarının montajı yer alır.

İyi bant merkezlemenin anahtarı, daha iyi merkezleme arayışında bir makarayı bir yöne ve diğerini başka bir yöne çevirerek zaman ve para harcamak yerine, merkezden kaçışın sebebini ve daha sonra bunun çaresini bulmaktır. (Bkz. 16. Bölüm: *Bant Hizalanması*)

## D. Bandın katlara ayrılması

Bant kenarında görülen başka bir hasar şekli de, karkasın katlarının ayrıldığı veya kaplamaların karkastan sıyrıldığı katlara ayrılmadır (**Şekil 4.17**). Buna tamburların çevresine sarılan bant tertibatının çok küçük olması neden olabilir. Bandın kenarına rutubet, kimyasallar veya yabancı maddelerin girmesi bu probleme neden olabilir.

## E. Aşınan üst kaplama

Üst kaplama hasarı, bandın üst kaplaması, yük taşıma alanında veya üst kısmın tamamında aşındığında görülür



(Şekil 4.18). Üst kaplamaların aşınmasına neden olabilecek birçok faktör vardır.

Bunlardan biri malzeme yüklemesinden kaynaklanan aşınma olabilir. Bant kaplamasının üzerinde, hareket eden bandın üzerine düşen malzemenin oluşturduğu aşındırıcı veya taşıyıcı bir hareket vardır.

Başka bir neden de geri taşınan malzeme olabilir. Bu, tahliye noktasının ötesine kadar konveyör bandına yapışan ve daha sonra konveyör dönüşü boyunca düşen malzemedir. Eğer kontrol edilmezse, bu kaçak malzeme zeminde, kontrollü alanlarda ve dönen bileşenlerin üzerinde birikebilir. Bu birikmeler hızla artarak, bandın bir kaçak malzeme yığınının içinden geçtiği ve üst kaplamasının aşındırıldığı bir noktaya ulaşabilir. Bu hasar, malzemeler keskin kenarlı parçacıklara ve daha yüksek aşındırma seviyelerine sahip olduğunda çok daha çabuk gerçekleşecektir.

Hatalı bant sıyrıcı seçimi ve uygun olmayan sıyrıcı montajı da üst kaplama hasarına yol açabilir. Gıcırdamayı önlemek için bant sıyrıcıları düzgün şekilde monte edilmelidir. Derhal düzeltilmemesi halinde, bant sıyrıcının gıcırdaması bandın üst kaplamasını hızla çıkarabilir.

Araştırmalar düzgün şekilde monte edilmiş bant temizleme sistemlerinin dahi, bandın kaplaması üzerinde biraz aşınmaya neden olabileceğini göstermiştir. Bu aşınma, bandın “normal aşınmasının” bir parçası olarak kabul edilecektir. Düzgün şekilde gerilmiş temizleme cihazlarıyla, bu aşınma az olur ve malzeme birikmesi nedeniyle bir makaranın sıkışmasından doğan aşınmadan daha az olduğu kanıtlanmıştır.

Yüksek “baş yükleri” altında teknelerden malzeme taşıyan, yavaş hareket eden, besleyici tipi bantlar da üst kaplama hasarına maruz kalabilir. Malzeme yükünden bandın üzerine aşağı doğru uygulanan bu basıncın azaltılması, hasar olasılığını düşürecektir.

F. Yabancı maddelerden kaynaklanan yırtılma ve oluklar

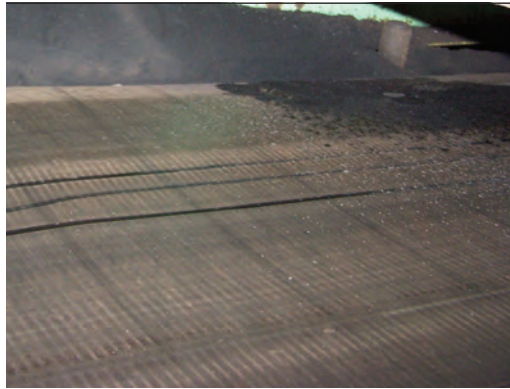
Yırtılma ve oluk şeklindeki hasarlara, yükleyici kepçelerinin dişlerine yapışan ambalaj kasasından uzanan başıboş metal parçaları neden olur (Şekil 4.19).

Bu metal parçaları konveyör yapısına sıkışarak bandı oyan veya kesen bir bıçak şeklini alır. Bu hasar kontrol edilmesi en güç olan hasar olabilir, çünkü çok çabuk meydana gelir ve etkileri genellikle çok ciddidir. Malzeme akışındaki “döküntü demirin” miktarını tamamen gidermek için olmasa da en aza indirmek için bir takım yollar vardır. Bu yöntemler ızgara



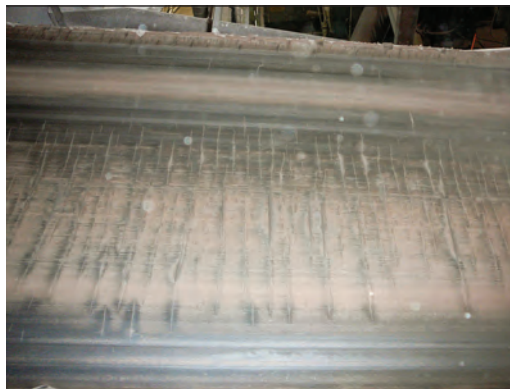
**Şekil 4.19**

Yükleyici kepçelerinin dişlerine yapışan ambalaj kutularından uzanan döküntü demir, konveyör yapısında sıkışarak banda zarar verebilir.



**Şekil 4.20**

Bant sıyrıcı ucunun “gıcırdamasının” oluşturduğu darbeler, bant kaplaması üzerinde çentikler oluşturabilir.



**Şekil 4.21**

Bandın çok küçük bir tamburun çevresinde bükülmesi, üst kaplamada, bant hareket yoluna dik çatlaklara neden olabilir.

şeklinde elekleri, metal detektörlerini ve video izleme sistemlerini içerir. Tedbirlerin etkililiğine bakılmaksızın, bant hala savunmasızdır.

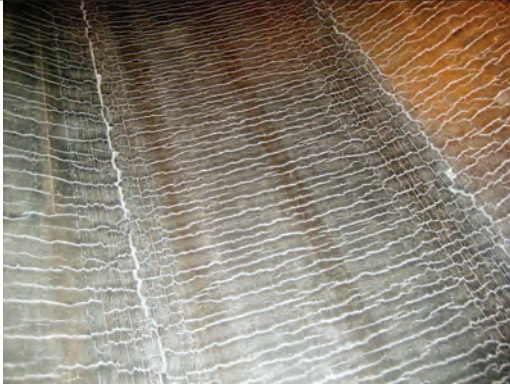
#### G. Bant Sıyırıcı hasarı

Konveyör bantları, çoğu zaman bant sıyırıcılarla çelişkili bir ilişkiye sahiptir. Geri taşınan malzemeyi temizlemek için, konveyör boyunca kaçak malzemeyi azaltan ve böylelikle bandın ömrünü koruyan temizleme sistemleri gereklidir; bununla birlikte, bant sıyırıcıların olumsuz etkileri de olabilir. Özellikle temizleme sistemi kötü şekilde uygulandığında veya yeterli bakımı yapılmadığında, herhangi bir yabancı madde gibi sıyırıcılar da banda zarar verebilir. Çok fazla basınç veya hizasız montaj hasara neden olabilir. Gıcırdayan sıyırıcı uçları, bant yüzeyinden parçalar sökebilir (**Şekil 4.20**).

Bandın yüzeyi veya bant sıyırıcının sıyırma kenarındaki herhangi bir hasar, ek titreşim yaratarak hareketi genişletebilir ve çevrimi devam ettirebilir.

**Şekil 4.22**

Sıcak malzeme taşınması bandın üst kaplamasında çatlaklara neden olabilir.



**Şekil 4.23**

Birleşme yeri arızası, bir dönüş rulosundan geçerken bantta "W" veya "M" şeklinde görülebilir.



#### H. Üst kaplamanın çatlaması

Bant ve tambur çapları arasındaki bir uyumsuzluk, üst kaplamada, bant hareket yönüne dik uzanan kısa, rastgele çatlaklara neden olabilir (**Şekil 4.21**).

Her bir bant, üretici, kat sayısı, takviye malzemeleri ve kalınlığa bağlı olarak, farklı bir minimum bükme yarıçapı gerektirecektir. Bu tip hasar, bant, yapının tüm tambur çaplarına uydurulmadığında ortaya çıkar. Bir bandın çok küçük bir yarıçapta bükülmesi, üst kaplamada gerilime neden olacaktır. Üst kaplama üzerindeki bu aşırı gerilim, kauçuğun çatlamasına, bandın takviye malzemelerini açıkta bırakmasına, bu da bandın iç karkasının zarar görmesine neden olacaktır.

Orijinal bant özelliklerinde yapılacak herhangi bir değişiklik, konveyörün tambur çapları ve bandı hareket ettirmek için gerekli gerilimin incelenmesini içeren bant şartname programının tekrlenmesiyle birlikte yapılmalıdır.

Darbe gibi diğer bant hasarı tiplerini önleyerek ömrü uzatmak için mevcut bir sisteme daha kalın bir bant takılması, eğer konveyör tamburlarının çapları üretici tarafından önerilen değerden küçükse, yeni bandın ömrünü önemli ölçüde kısaltabilir. Bu tasarım parametresinin karşılandığından emin olmak için daima bant üreticisine danışmak önemlidir.

#### I. Isı hasarı

Sıcak malzemeler taşınması da üst kaplamasının çatlamasına veya katların ayrılmasına neden olabilir. Isı hasarından oluşan çatlaklar, bant hareket yönüne paralel veya dik (veya her iki şekilde) uzanabilir (**Şekil 4.22**). Eğer taşınan malzeme bandın kaldırdığından daha sıcaksa, bantta delikler açılabilir. Yüksek sıcaklığa dayanıklı bant tertibatı kullanılması bu ısı çatlamasını azaltarak bant ömrünü uzatabilir. Tek gerçek çözüm, taşımadan önce malzemeyi soğutmak veya en azından yeterince soğuyuncaya kadar malzemeyi taşımak için başka bir yol bulmaktır.

#### J. Birleşme yeri arızası

Bant, taşıma sistemi boyunca hareket edip uç tamburlarında düzden olukluya dönüşürken, bantın dış üçte birlik kısmının, merkezdeki üçte birlik kısmından daha uzağa hareket etmesi gerekir. Bu nedenle, bantın dış üçte birlik kısmı, içteki üçte birlik kısımdan daha fazla gerilmelidir. Eğer bu gerilme çok kısa bir mesafe içinde gerçekleşirse, bant, dış kanat silindirlerinin merkezdeki düz silindirlerle bulunduğu noktada hasar görebilir. Bu hasara birleşme yeri arızası adı verilir.

Birleşme yeri arızası, kanat ruloları ve düz ruloların bulunduğu noktaların üzerinden geçen alanlarda, bantın tamamı boyunca uzanan küçük gerilme izleri olarak görünür. (Bu gerilme izleri, her bir kenardan bant genişliğinin yaklaşık üçte birinde, banda paralel uzanır). İlk aşamalarda, bir dönüş rulusunun üzerinden geçerken bantta “W” veya “M” şeklinde görülebilir (**Şekil 4.23**). Bu tip bant hasarı, bantı gerçekten üç ayrı parçaya yırtacak kadar şiddetli olabilir.

Birleşme yeri arızasına, makaralı rulolar arasındaki çok büyük bir boşluk ve bantı deforme ederek boşluğa sokacak yeterli gerilim veya yük neden olur. Çok kısa olan bir geçiş mesafesi veya 10 milimetreden (0.4 inç) fazla veya bant kalınlığının iki katı makara-birleşme yeri boşluğu, birleşme yeri arızasına neden olabilir. Bant kalınlığı, takviye malzemeleri, yapı malzemeleri ve oluk açılarının tamamı, belirli bir bantın geçiş mesafesini belirler. Yeni bir sistem tasarlarken, bant özelliklerinde bir değişiklik düşünürken veya oluk açılarını artırırken, hem baş hem de kuyruk tamburlarında uygun geçiş mesafelerinin korunduğundan emin olmak için bant tertibatı üreticisine danışmak önemlidir.

#### K. Bantın kavislenmesi

Bantın yüzeyinde enlemesine, hareket hattına dik, kalıcı bir eğrilik oluştuğunda kavislenmiş bir bant ortaya çıkar (**Şekil 4.24**).

Bant kavislenmesine, ısı, banda uygun olmayan geçiş mesafeleri veya kullanılan bant tipi için çok sert bir oluk açısı neden olabilir. Kavislenmenin başka bir sebebi de bantın aşırı gerilmesidir. Buz çözücüler veya toz yüzey aktif maddeler gibi kimyasalların varlığı da bir bantın, kimyasalın bantın üst kaplamasını büzmesine veya şişirmesine bağlı olarak aşağı veya yukarı kıvrılmasına neden olabilir. Çok büyük en boy oranları da (üst kaplamanın alt kaplama için çok kalın olduğu durumlar) bir bantın kıvrılmasına neden olabilir.

Bantın rulolara temas ettiği sürtünme alanı önemli ölçüde azaldığından kavislenmiş bantları yolunda tutmak son derece zordur.

#### L. Bant dış kavisi

Dış kavis, banda üstten bakıldığında, banttaki boylamasına bir eğridir. Kauçuk İmalatçıları Birliği, dış kavisi bantın dışbükey kenarı olarak tanımlar; bantın içbükey tarafına iç kavis adı verilir (**Şekil 4.25**). Eğer bir bant birden



**Şekil 4.24**

Kavislenmiş bir bant, makaraların üzerine boyuna boyunca uzanmayacaktır.

**Şekil 4.25**

Üstten bakıldığında, dış kavis, bant tertibatındaki boylamasına bir eğridir.



fazla kısımdan oluşmuşsa, birden fazla dış kavise ve hatta çakışan dış kavislere sahip olabilir.

Bu tip hasar, imalat sırasında veya bandın hatalı depolanması, eklenmesi veya gerilmesi nedeniyle oluşabilir (**Şekil 4.26**). İmalattan montaja kadar uygun depolama ve taşıma son derece önemlidir.

Banttaki bu eğriler, çoğu zaman deforme olmuş bir bant ekiyle karıştırılan merkezleme problemlerine yol açar. Dış kavis ve iç kavis, bir yandan diğerine yavaş bir harekete neden olurken, deforme olmuş bir bant eki, bandın merkezle-

**Şekil 4.26**

*Bant dış kavisi imalat sırasında veya bandın hatalı depolanması, eklenmesi veya gerilmesi nedeniyle oluşabilir.*



**Şekil 4.27**

*Hasarlı bir bandı tamir etmek için özel yapıştırıcılar kullanılabilir.*



mesinde daha hızlı bir “atlamaya” yol açar. Bununla birlikte, deforme olmuş bir bant ekinin etki alanı dardır, oysa bir dış kavisin veya iç kavisin eğrisi, bir bant kesitinin ucundan diğerine kadardır.

## BANT TAMİRİ

### Konveyör Bandının Tamiri

Çoğu işletme için konveyör bandının ömrü yıllarla ölçülür. En düşük işletme maliyetini sağlamak için, bandın muayenesi programlanmış bir bakım prosedürü olmalıdır. Bu muayeneler sırasında tespit edilen herhangi bir bant hasarı, küçük problemlerin büyük dertlere dönüşmesini önlemek için derhal onarılmalıdır. Bir bandın uğrayacağı hasar, bant tertibatına rutubet veya yabancı maddelerin girmesine izin vererek bandın erken arızasına yol açabilir. Bandı korumak için, herhangi bir hasarın çabuk ve etkili şekilde tamir edilmesi önemlidir.

Vulkanize bir ek yeri yapmak için gerekli uzun zamana imkan verecek yeterli konveyör duruş süresi bulunduğu anda, programlanmış bakım kesintileri sırasında vulkanize tamirler yapılabilir. Hemen hemen tüm durumlarda, vulkanize bir tamir, bandın bir kısmının tamamının sökülmesini ve daha sonra kalanının yeniden eklenmesini veya genellikle “arabant” adı verilen ek bant parçalarının eklenmesini gerektirir.

Neyse ki, birçok hasar şekli, nispeten basit tamir yöntemleriyle giderilebilir. Tamir edilebilir hasar şekilleri arasında

- Üst kaplamanın malzeme veya yabancı bir madde nedeniyle aşındığı oluklar
- Bandın, konveyör yapısına sıkışan bir metal çubuk gibi sabit bir nesne tarafından kesildiği boylamasına yırtılmalar
- Bant kenarındaki küçük bir yırtığın içe doğru uzadığı profil yırtılmaları
- Kör nesnelerin bant kenarından kalın kauçuk parçalarını kopardığı, genellikle bandın merkezden kaçarak konveyör yapısına girmesinin neden olduğu kenar oyulmaları

Tamirler, rutubet veya yabancı maddeyi karkasın dışında tutmak için kendi kendine kürlenen, yapıştırıcı benzeri onarım maddeleriyle yapılabilir. Önemli ölçüde duruş süresi olmadan hizmeti devam ettirmek ve pahalı bantların hizmet ömrünü uzatmak için hasarlı bant tamirinde başka bir yöntem de mekanik sabitleme elemanlarıdır.

### Yapıştırıcılarla Bant Tamiri

Yapıştırıcılar, yüksek kaliteli bir yapıştırıcıyla konveyör bandını tamir etmek için maliyet etkin bir araç sağlarlar. Yapıştırıcı bileşimlerin kullanılması, ağır vulkanizasyon ekipmanı gerektirmeden veya bantta tamir ekipmanı engeller yaratmadan, duruş süresi ve paradan tasarruf sağlayacaktır (**Şekil 4.27**). Yapıştırıcı tamir bileşimleri, bant bakımı için dayanıklı, güvenilirdir ve kullanımı kolay basit çözümler sunar. Bunu yapmak için kullanılacak birkaç ürün vardır. Bunlar solvent bazlı kontak tutkalları, ısıl etkin termoplastikler ve iki bileşenli üretilen elastomerler içerir.

Tüm bu sistemler, basit bir solventle silmekten kapsamlı taşlama veya kumlamaya uzanan bir dereceye kadar yüzey hazırlığı gerektirir. Bazıları, adezyonu artırmak için bir astarın uygulanmasını gerektirebilir.

Standart soğuk Vulkanize bant ekleri için en yaygın olarak kullanılan solvent tutkallar, tamir şerit ve yamalarını hasarlı alanların üzerine tutturmak için de kullanılır.

Termoplastik bileşenler, sıvı hale gelinceye kadar ısıtılan, daha sonra soğudukça sertleşerek bir bağ oluşturan “sıcak eriyiklerdir”. Uygulama sıcaklıkları olan 120 ila 150 santigrat dereceden (250° ila 300° F) hızla düşüklerinden, yapışkan sertleştirilmiş (yapışkan olmayan) duruma geri dönmeye önce tamir hızlıca gerçekleştirilmelidir. Termoplastik yapıştırıcılarda karşılaşılan sorunlar arasında, yapıştırıcı soğudukça büzülme olasılığı ve yüksek sıcaklıklı işlemlerin veya yükün yapıştırıcıyı yumuşatarak tamirin başarısız olmasına yol açma riski vardır.

Üretilen ürünler genellikle, kullanıcının karıştırabileceği ve daha sonra tamir edile-

cek alanın üzerine doğrudan pasta kreması gibi yayabileceği iki bileşenli sistemlerdir. Genellikle bir ila iki saat arası gibi kısa bir sürede çalışma mukavemeti sağlarlar, fakat tam kür direncine ulaşıncaya kadar sekiz ila on iki saat boyunca sertleşmeye devam ederler.

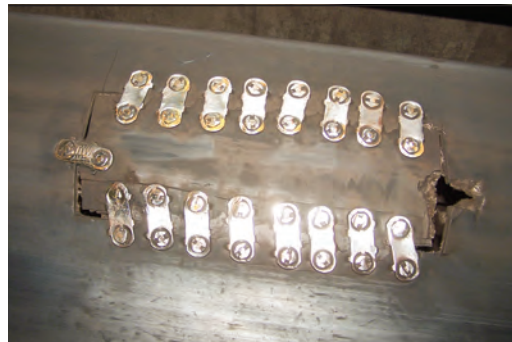
Talimatların izlenmesi kaydıyla tüm yapıştırıcı sistemleri oldukça basit uygulama yöntemleri sunar. Tabii ki, yüzey hazırlığı, bileşen karıştırma, kap ömrü, uygulama tekniği ve kür süresine dair yapışkan üreticisinin talimatlarına dikkatle uyulmalıdır. Bir çalışma kürü ve tam kür için süre uzunluğu, herhangi belirli bir ürünün seçimi için temel oluşturabilir.

Onarımı korumak ve bandın daha fazla hasar görmesini önlemek için tamir edilen alanın profilini orijinal bandın profiline uydurmak önemlidir.

Problemin nedenini tespit etmek ve çözmek, engeli kaldırmak veya ilk başta bant hasarına yol açan merkezden kaçışı düzeltmek de önemlidir. Aksi takdirde, tamirden sonra işlemlerin kaldığı yerden devam etmesi yalnızca, hasar yeniden meydana gelip tamirin yeniden yapılması gerekinceye kadar geçecek bir bekleme süresini başlatır.

### Bant Tamiri için Mekanik Sabitleme Elemanları

Yeni bir bant parçasının eski bir banda eklenmesi, bir bandın yamalanması veya bir yırtığın kapatılmasının gerektiği acil tamir durumlarında, montajlarının nispeten kolay olması nedeniyle mekanik eklemeler kullanılır (**Şekil 4.28**). Bu durumlarda, mekanik sabitleme elemanları, konveyörün yeniden çalışmaya başlaması için hasarı



**Şekil 4.28**

Hasarlı bantlar mekanik sabitleme elemanları kullanılarak onarılabilir.

örtmek veya bir deliği kapatmak amacıyla bir “yara bandı” olarak kullanılır.

Sabitleme elemanlarını düzgün şekilde monte etmeye ve gömmeye özen gösterilmesi kaydıyla, mekanik eklemeler bant tamiri için etkili şekilde kullanılabilir. Tabii ki, tüm geçici tamirlerde karşılaşılan problem, “geçici” parçanın çok çabuk unutulmasıdır. Sistem çalışıyor; tesis personeli, en azından fikren, diğer problemleri çözmeye geçti. Bu tamirlerin yalnızca geçici tedbirler olduğu

ve kalıcılık için tasarlanmadığı unutulmalıdır.

Yeniden olmasını önlemek için problemin nedeninin kökünü ortadan kaldırmak her zaman önemlidir.

Bant hasarından kurtulmak için çok uzun duruş süresi şart değildir. Mekanik yırtık tamiri elemanları ucuz ve hızlı tamir imkanı sunar. Basit aletlerle ve herhangi bir bant tertibatını atmadan takılabilirler. Sabitleme elemanları yerleştirilir yerleştirilmez, herhangi bir “kürleşme” süresi beklenmeden bant hizmete geri döndürülebilir. Bant konveyörden çıkarmadan bandın üst tarafından takılabilirler.

Tek parça, çekiçle vurulabilir “pençe” türü sabitleme elemanları, tamir ve çalışmaya geri dönüş hızının kritik önem taşıdığı durumlarda geçici yırtık tamiri sağlayabilir (**Şekil 4.29**). Bu yırtık tamiri elemanları bant tertibatındaki oyukları ve yumuşak, hasarlı noktaları, bu noktaların yırtıklara dönüşmesini önlemek amacıyla güçlendirmek için de kullanılabilir. Dişli (“gitgel” yırtıkların tamiri için, bant eki tedarikçileri tamir boyunca değişimli olarak takılan iki ve üç cıvatalı sabitleme elemanları önermektedir (**Şekil 4.30**). Üç cıvatalı sabitleme elemanlarının büyük (iki cıvatalı) tarafı, daha büyük mukavemet sağlamak için yırtığın “daha zayıf” sarkık tarafına yerleştirilmelidir. Düz yırtıklar için, standart iki cıvatalı mekanik sabitleme elemanları kabul edilebilir.

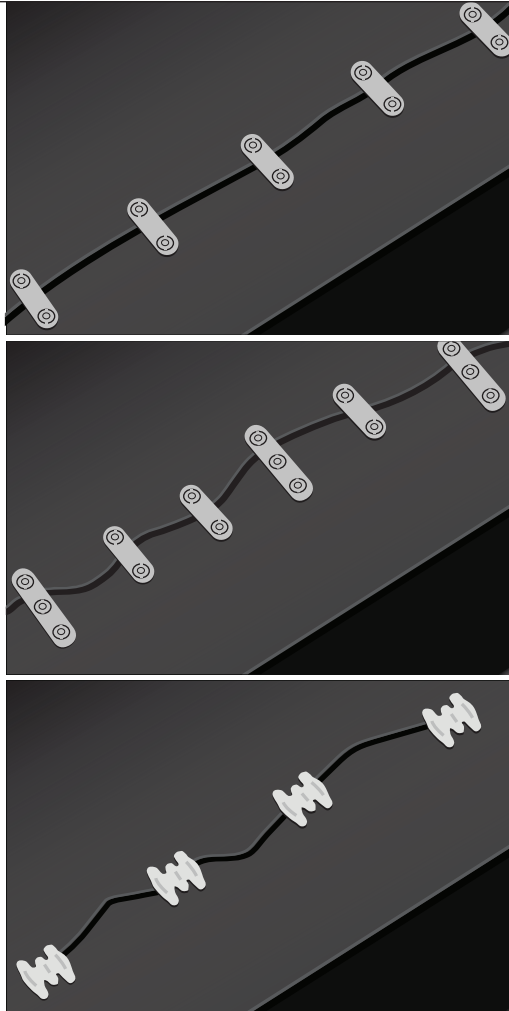
**Şekil 4.29**

Yırtılmış bir bandın hızlı tamiri için pençe tipi sabitleme elemanları çekiçle takılabilir.



**Şekil 4.30**

Hasarlı bant tertibatı, iki ve üç cıvatalı sabitleme elemanlarını değişimli olarak kullanarak sıradaki yırtık tamir elemanlarıyla onarılabilir.



## BANDIN ÖMRÜNÜ KORUMA

### Yırtık Algılama Sistemleri

Giderek artan sayıda işletme, bant tertibatlarının ömrünü yırtık algılama sistemleri kurarak korumaktadır. Bantta bir yırtık oluşması halinde, bu sistemler bir alarm verir ve/veya konveyörü otomatik olarak kapatır.

Bu sistemler, bant tertibatını keserek iki bağımsız veya neredeyse bağımsız parçaya ayıran bir döküntü demir parçası veya sıkışmış malzeme topağında kaynaklanan bir bant yırtığının, maliyetli bir bandın tama-

mının değiştirilmesini gerektirdiği durumlara karşı tasarlanmıştır.

Yırtık algılama sistemleri en yaygın olarak çok pahalı, üretim açısından kritik konveyörlerde görülür. Bu durumlarda, çalışma, yeni bir bant bulunması ve takılması veya bant uzunluğunda bir yırtığın tamiri için gerekli süre boyunca kapatılacaktır.

Yırtık algılama sistemleri özellikle, konveyör kapatılmadan önce hasar gören 60 metrelik (200 ft) uzunluğun, otomatik kapatmayla kurtarılan bant uzunluğunun değeriyle karşılaştırıldığında önemsiz bir kayıp olduğu uzun konveyörlerde değerlidir.

Çeşitli yırtık algılama sistemleri için işletme prensiplerinde farklılıklar olsa da, temelde her bir sistem konveyör bandında çeşitli yerlere bir sensör veya sinyal aracı yerleştirir. Bant hareket ettikçe, bu göstergeler - genellikle bir konveyör yırtığının meydana gelmesi muhtemel yerlere (yükleme bölgesi ve tahliye noktası) takılan algılama noktalarından geçer. Banttaki yırtık sinyalin kesilmesine neden olduğunda, alarm çalışır ve bant durdurulur.

Bu sistemler bant hasarını en aza indirecek ve tesisin, stokta saklaması gereken bant miktarını azaltmasına imkan sağlayacaktır.

### Konveyör Bandının İzlenmesi

Çalışan tesisler üretim sürelerini uzatmaya çalıştıkça, bakım için fırsat pencereleri daralmaya devam etmektedir. Konveyör tedarik ve destek şirketleri artık bu duruma uyum sağlanması için, konveyör bandının durumu hakkında daha iyi bilgi veren aletler sağlayarak yardımcı olabiliyor.

Yukarıda bahsedilen yırtık algılama sistemlerine ek olarak, bir bandın durumunun kapsamlı olarak izlenmesini sağlayacak hizmetler mevcuttur. Analiz edilen faktörler arasında karkasın durumu; üst kaplamanın durumu ve aşınması, kalınlığı ve kalan tahmini ömrü; ve bağlantı yer(ler)inin durumu yer alır.

Hasarlı alanların erken algılanması, haritasının çıkarılması ve bant eki mukavemetiyle birlikte izlenmesi, planlayıcıların

bakım pencerelerini önceden programlamasına ve kontrolleri altında konveyör sistemlerinin hizmet ömrünü uzatmalarına olanak tanır.

## BANT TERTİBATI KİLİT UNSURDUR

### Sonuç olarak...

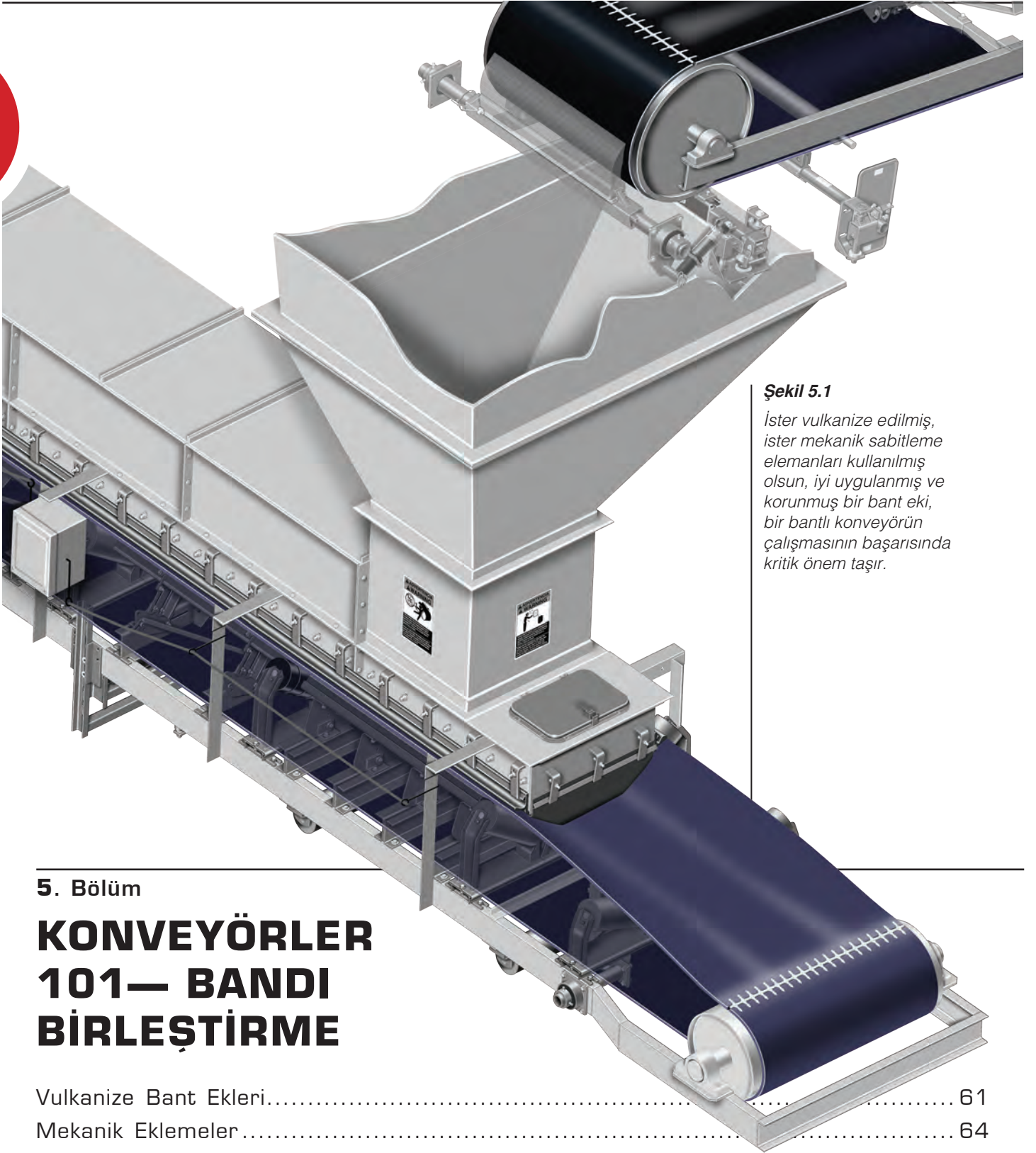
Konveyör sistemi tüm işletmenin veriminde kilit bir unsurdur; bant tertibatı, bir konveyörün verimliliğinin anahtarıdır. Sonuç olarak, bandın yeteneklerinin ve ömrünün korunması zaruridir. Konveyör bandı tertibatına yapılan ilk yatırımın büyüklüğü göz önüne alındığında, düzenli muayene ve tamir faaliyetleriyle bir bandın korunmasının önemi yeterince vurgulanamaz. Dikkatli muayene ve bant tamirinin nispeten küçük maliyetleri ve söz konusu tamirin gerçekleştirilmesini sağlamak için yapılan konveyör kesintisinin bir dereceye kadar daha fazla gideri, uzatılan bant ömrü tarafından birçok defa geri ödenecektir.

### İlerideki bölümlerde...

“Bant” başlıklı bu bölüm, Güvenli Dökme Malzeme Taşımanın Temelleri kısmında konveyörlerin temellerine dair ikinci bölümdü. “Bandı Birleştirme” başlıklı bir sonraki bölüm bu kısmı sona erdirmekte, çeşitli bant birleştirme tiplerini ve kaçak malzemeler üzerindeki etkilerini anlatmaktadır.

## REFERANSLAR

- 4.1 Herhangi bir bant tertibatı üreticisi veya distribütörlerin çoğu, kendi özel ürünlerinin yapısı ve kullanımını yanında genel olarak konveyör bantları hakkında da çok çeşitli materyaller sağlayabilir.
- 4.2 Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (2005). *BELT CONVEYORS for BULK MATERIALS*, Altıncı Baskı. Naples, Florida.
- 4.3 <http://www.conveyorbeltguide.com> web sitesi, bant tertibatının birçok yönünü kapsayan değerli ve ticari olmayan bir kaynaktır.



**Şekil 5.1**

İster vulkanize edilmiş, ister mekanik sabitleme elemanları kullanılmış olsun, iyi uygulanmış ve korunmuş bir bant eki, bir bantlı konveyörün çalışmasının başarısında kritik önem taşır.

## 5. Bölüm

# KONVEYÖRLER 101— BANDI BİRLEŞTİRME

Vulkanize Bant Ekleri.....	61
Mekanik Eklemeler.....	64
Güvenlik Hususları .....	71
Güvenli Bant Eki Tasarımı .....	72
Bakım ve Montaj İstasyonları.....	72
Muayene ve İzleme .....	73
Bant Ekinin Önemi .....	73



**Bu bölümde...**

Bu bölümde, mekanik eklemeler ve sıcak ve soğuk vulkanizasyon dahil, bantı birleştirmek için kullanılan yöntemleri tartışacağız (**Şekil 5.1**). Bu bölüm, bir yandan düzgün montaj, muayene ve bakımın önemini vurgularken, diğer yandan çeşitli sistemlerin avantaj ve dezavantajlarını inceleyecektir.

Konveyör bandı tertibatı fabrikadan bir rulo üzerinde sevk edilir ve kullanılmadan önce, sürekli bir döngü oluşturmak için bandın iki ucu birleştirilmelidir. Bandın uçlarını birbirine eklemek için kullanılacak iki yöntem, vulkanizasyon ve mekanik sabitleme elemanlarıdır.

Her iki teknik de tüm dünyada uygulanır. Kuzey Amerika'da bandın mekanik olarak birleştirilmesi, Kuzey Amerika dışında ise vulkanizasyon daha yaygındır. Bu kısımda tartışılacak sebepler nedeniyle, kaçak malzemenin kontrolü için vulkanizasyon tercih edilir; bununla birlikte, birçok durumda, bir konveyörün derhal hizmete geri döndürülmesi ihtiyacı, mekanik eklemelerin kullanımını zorunlu kılacaktır.

**VULKANİZE BANT EKLERİ**

Vulkanizasyon, ısı ve basınç altında kauçuğu katkı maddeleriyle birleştirerek ham kauçuğu sertleştirme (kürleme) sürecidir. Bant uçlarının yapıştırıcılarla bağlanmasına bant tertibatı sektöründe “soğuk” vulkanizasyon denir.

Üstün mukavemeti, daha uzun hizmet ömrü ve sunduğu daha temiz çalışma nedeniyle, vulkanizasyon genellikle bant eklemesi için tercih edilen yöntemdir. Vulkanize bant ekleri, yüksek gerilim çelik kordlu bant tertibatının uzun süreli performansı için aslında tek seçenektir. Uzatılabilir yeraltı bantları veya gerilimi korumak için bandın kısaltılmasını gerektiren sınırlı gerdirmeye yeteneklerine sahip konveyörler gibi, sıkça bant parçalarının eklenmesini veya çıkarılmasını gerektiren işlemler, Vulkanize bant ekleri için uygun değildir.

Üstün mukavemetleri nedeniyle, vulkanize bant ekleri, maksimum bant geriliminin uygulanmasına izin vererek daha iyi tambur-bant çekişi sağlar. Vulkanize bir bant eki hiçbir iç dokuma, örgü, dikiş, kaynak veya diğer mekanik bağ içermez. Bant ekinin germe elemanları, dokuma katlar veya çelik kordonlar birbirine dokunmadığından, bant eki yalnızca kauçuğun karkas veya çelik kordonlara yapışmasına bağlıdır. Adezyon, bir ara kauçuk veya bağlantı kauçuğu, montaj kauçuğu veya tutkal adı verilen kauçuk benzeri bir malzeme kullanılarak sağlanır.

**Bir Bandın Vulkanizasyonundaki Adımlar**

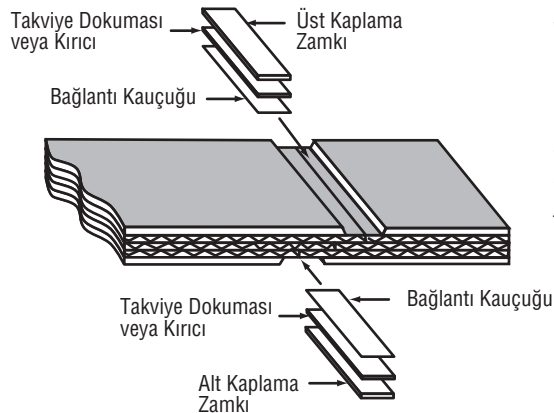
Vulkanize bant ekleri için adım adım prosedürler, üreticiler arasında farklılık gösterir (**Şekil 5.2**). Genelde üç adım vardır:

**A. Bant uçlarının hazırlanması**

Dokuma karkaslı bir bant için ilk adımda, uçlar doğru açıda kesilir ve daha sonra, birleştirilecek çeşitli katları açıkta bırakmak için soyulur ve çekilerek ayrılır. Kat veya kordonlara zarar vermeye dikkat edilmelidir. Çelik kablolu bir bant için izlenecek süreç, kauçuk kaplamanın kesilmesini içerir (**Şekil 5.3**).

**B. Tutkal, zambak veya diğer ara malzemenin uygulanması**

Tamamlanmış bant ekini oluşturacak ikinci adım, katların sandviç yapar gibi yığılmasını sağlar. Çelik kablolu bantlarda kordonlar üst üste bindirilir ve daha sonra, açıkta kalan kablolara uygun bağlayıcı maddeler uygulanır. Daha sonra

**Şekil 5.2**

Vulkanize bir bant eki, bant tertibatı ve ek malzemelerin sandviç şeklinde birleştirilmesiyle yapılır.

dolgu ve kaplama kauçukları yerleştirilir ve bant, hem çelik kablolu hem de dokuma bantlar için aynı şekilde sertleştirilir

### C. Bant ekinin sertleştirilmesi

Bir araya getirilen malzemeler, bant ekine son şeklini vermek için, ısı, basınç uygulanarak ve/veya bekletilerek birbirine preslenerek sertleştirilir.

Genellikle, vulkanize bir bant eki için kullanılan malzemeler (bant tipi ve yapısına bağlı olarak tutkal, bağlantı kauçuğu, erişte adı verilen kauçuk şeritleri veya sertleştirilmemiş kauçuk) kit halinde mevcuttur. En yaygın bant sınıfları için genel kitler bulunsa da, bant üreticisinin sağladığı kitler de bazen tercih edilir. Kitte bulunan malzemeler çabuk bozulur; depoda belirli bir raf ömrüne ve uygulamaya hazır duruma getirmek için karıştırıldıklarında sınırlı bir “kap ömrüne” sahiptirler.

İki tip vulkanizasyon vardır: sıcak ve soğuk. Sıcak vulkanizasyonda, bandın katmanları merdiven basamağı veya parmak şeklinde soyulur ve tutkal ve kauçukla üst üste bindirilir. Daha sonra, bandı sonsuz

bir döngüye “vulkanize” etmek için ısıtılmış bir pres veya “ocak”, ısı ve basınç uygular.

Soğuk vulkanizasyonda (teknik olarak kimyasal bağlama denir), bandın katmanları, oda sıcaklığında sertleşen bir yapıştırıcı veya bağlayıcı maddeyle birleştirilir. Vulkanizasyon, özellikle sıcak vulkanizasyon, genellikle, gerekli prosedürü gerçekleştirmek için özel ekipman ve uzmanlığa sahip dış alt işverenler tarafından yapılır.

### Sıcak Vulkanizasyon

Sıcak vulkanizasyonda, ara ve kaplama malzemelerini sertleştirerek yüksek mukavemetli bir ek yerine dönüştürmek için özel bir pres (**Şekil 5.4**) bant ekine hem ısı hem de basınç uygular. Pres, tüm yüzeylere sürekli olarak basınç uygular. Banda bağlı olarak basınç 34 ila 1200 kilopaskal (5 lb<sub>f</sub>/in<sup>2</sup> ila 175 lb<sub>f</sub>/in<sup>2</sup>) arasında değişebilir. Pişirme sıcaklıkları, bant tipine ve kauçuk bileşime bağlı olarak, 120 ila 200 santigrat derece (250° ila 400° F) arasında değişir. Sertleşme için gerekli süre, bant kalınlığına ve bileşime bağlı olacaktır: Bant üreticileri normalde ekleme kılavuzlarına süre ve sıcaklık tablolarını ekler. Ekipman otomatikleştirilmiş de olsa, bu süreç, en iyi sonuçları almak için sürekli insan dikkati gerektirebilir. Bant ekini sertleştirmek için portatif vulkanizasyon presleri, çeşitli bant genişliklerine göre uyacak büyüklüklerde mevcuttur. Küçük dokuma bant ekleri çoğunlukla tek bir ayarda sertleştirilebilir. Daha büyük dokuma bant ekleri, herhangi bir sorun olmadan vulkanizasyon presinin iki, üç veya daha fazla ayarlanmasıyla sertleştirilebilir. Çelik kordlu bantlar ve parmak birleştirmelerde, istenmeyen kauçuk akışı ve kordon kaymasını önlemek için, presin bant ekini tek bir ayarda sertleştirecek kadar büyük olması önemlidir.

Vulkanizasyon prosedürü veya “pişirme” tamamlandığında, ortaya çıkan bant ekinde, bir zayıflığa işaret edebilecek görünür herhangi bir kusur olup olmadığı kontrol edilmelidir. Bant sıyrıcılardan ve diğer konveyör bileşenlerinden geçerken ek yerinin performansını artırmak için, bant ekindeki herhangi bir fazlalık kauçuğu

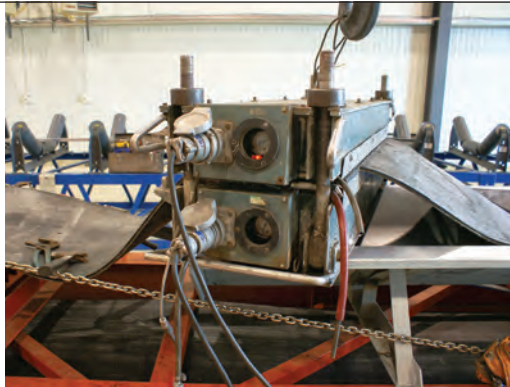
**Şekil 5.3**

Çelik kablolu bir bant için ekleme süreci, kauçuk kaplamanın kesilmesini içerir.



**Şekil 5.4**

Özel bir pres tarafından sağlanan ısı ve basınç, bir “sıcak vulkanize” bant eki oluşturmak için kullanılır.



zımparalamak veya perdahlamak yaygın bir uygulamadır.

### Soğuk Vulkanizasyon (Kimyasal Bağlama)

Soğuk vulkanizasyonda bant, sürekli bir döngü oluşturacak şekilde bandın uçlarını kaynaştıran yapıştırıcılar veya bağlayıcı maddeler kullanılarak birleştirilir.

Soğuk eklemelerde, ek yeri bir preste sertleştirilmez. Bant uçları, yapıştırıcıyla uygun hızda dikkatle serilir ve el ruloları ve baskı ruloları kullanılarak veya önceden belirlenen bir şablonda çekiçle vurularak tam temas sağlanır. Çoğu zaman bağ, yalnızca bandın üzerine küreleme süresi sırasında ağırlıklar konularak iyileştirilebilir. Çoğu soğuk vulkanizasyon tutkalı, kullanılabilir bir kür için en az dört saat ve tam bir kür için 24 saat gerektirir. En iyi sonuçlar aşağıdaki üretici tavsiyelerine uyularak elde edilir. Bant tertibatı üreticisi, uygun vulkanizasyon teknikleri ve malzemeleri için en iyi bilgi kaynağıdır.

### Bant Eki Deseni

Vulkanize bant ekleri, bant uçlarının üst üste bindirilebilmesi ve birleştirilebilmesi için kauçuk kaplama ve dokuma karkas katmanlarının kesilmesini gerektirir. Genelde, bir bant ekinin geometrisi, ek yeri ister soğuk ister sıcak vulkanize edilsin aynı olabilir.

Açı, bağlama yüzeyinin uzunluğunu artırdığından ve konveyörün tamburları çevresine sarıldıkça bant eki üzerindeki gerilimi azalttığından verev bant ekleri en yaygın olanlardır. Verev açısı aynı zamanda bant ekinin ön kenarının yırtılarak açılma şansını azaltma vazifesi de görür. Verev açısı genellikle 22 derecedir; çoğu vulkanizasyon presi bu verev açısıyla yerleşik olarak üretilir (**Şekil 5.5**).

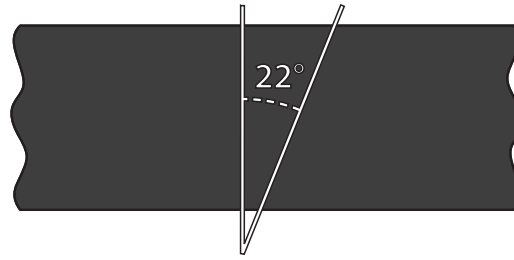
Özellikle yüksek gerilim dokuma bantlarda giderek artan şekilde kabul gören bant eki tasarımı da parmak birleştirmedir (**Şekil 5.6**). Bu tasarım, bandın iki ucunun birkaç dar, üçgen “parmak” şeklinde kesilmesini içerir.

Bant tertibatının özelliklerine bağlı olarak her biri tabanda 30 veya 50 milimetre (1-3/16 veya 2 inç) genişliğinde ve 850 ila 1200 milimetre (33 ila 48 inç) arası uzunluğa sahip parmaklar birbirine geçirilir ve daha sonra sıcak vulkanizasyon gerçekleştirilir. Parmak birleştirmeler tek bir “pişirmede” gerçekleştirilmelidir.

Tüm bant eki tasarımları için, bitmiş bant ekinin maruz kalacağı hasarı en aza indirmek amacıyla, üst üste bindirilmiş alanların ve ek yerine eklenmiş herhangi bir malzemenin düzgün şekilde takılması önemlidir.

### Vulkanizasyonun Avantajları

Vulkanize bant eki daha pahalı ve yapılışı vakit alıcı olsa da, genellikle mükemmel bir yatırımdır. Yüksek seviyelerde bant gerilimine dayanabilen güçlü bir ek yeri sağlar. Tanınmış firmalar tarafından yapılan bant



**Şekil 5.5**

Verev açıları genellikle 22 derecedir.



**Şekil 5.6**

Yüksek gerilim bant tertibatında kullanılan parmak birleştirme, en iyi bant eki mukavemeti ve ömrü karışımını sağlayabilir.

ekleri, yüksek kaliteli malzeme ve işçilik içerir ve genellikle garantilidir. Vulkanize bant eki, bandı, bant ekinin içinden malzeme geçme olasılığı olmaksızın sonsuz bir parçaya kimyasal olarak bağladığından, kaçak malzeme kontrolü yönünden, vulkanizasyon tercih edilen birleştirme yöntemidir. Uygun şekilde yapılan bir vulkanize bant eki, kauçuk yan kenar, makaralı silindirler, bant destek yapıları veya bant sıyrıcılara müdahale etmeyecektir.

Soğuk vulkanizasyon, sıcak vulkanizasyona kıyasla bazı avantajlar sunar. Hiçbir ısıtma kaynağı veya pres gerektirmez, ekipmanın taşınması kolaydır ve özel hiçbir elektrik gerekmez. Bu nedenle, soğuk vulkanize bant ekleri, erişimin zor ve gücün mevcut olmadığı en uzak sahalarda dahi gerçekleştirilebilir. Yalnızca küçük el aletleri gereklidir, bu nedenle, ekleme ekipmanını satın alma ve koruma maliyeti düşüktür.

Sıcak ve soğuk vulkanize bant eklerinde, bandı hazırlamak ve birleştirme sürecini tamamlamak hemen hemen aynı süreyi alır; bununla birlikte, soğuk bant eki, yapıştırıcı bağın uzun kür süresi nedeniyle sıcak vulkanizasyondan daha fazla duruş süresi gerektirebilir.

Parmak birleştirme, yüksek gerilim bant tertibatında en iyi bant eki mukavemeti ve dinamik ömür karışımını sağlayabilir. Bu sistem, bandın ayrılmasına gerek kalmadan, tüm fabrika çıkışı bant katlarını yerinde tutar. Parmak birleştirme kare veya bandın enine doğru bir verevde kesilebilir.

### **Vulkanize Bant Eklerinin Dezavantajları**

Vulkanizasyonun göz önünde bulundurulması gereken dezavantajları, mekanik eklemeye karşılaştırıldığında yüksek başlangıç maliyeti ve bant ekini gerçekleştirmek için gerekli sürenin uzunluğudur. Hem sıcak vulkanizasyon hem de soğuk kimyasal bağlama için bandı hazırlamak amacıyla katmanların soyulması zor olabilir. Bir konveyörün hizmete geri döndürülmesi, bant eki hazırlanıp, ısıtılıp, biten ek yerinin kavranmasına izin verecek derecede soğutuluncaya kadar 24 saatten fazla veya

soğuk kimyasal bağın sertleşmesi için daha da uzun bir süre alabilir.

Vulkanize bağlantının tamamlanması için eklenen bu süre özellikle işlemlerin kaldığı yerden devam etmesi için acil bir tamirin gerekli olduğu durumlarda rahatsız edici (ve pahalı) olacaktır. Bu durumda, bir dış ekip ve ekipmanın kiralanması ve sahaya getirilmesi gereken gecikme, kesintiyi uzatıp ek “acil müdahale” ücretleri ekleyerek duruş süresinin maliyetini artırır.

Zaman ve maliyet baskıları nedeniyle, vulkanize bant ekleri, konveyör uzunluğunun sıkça uzatıldığı veya kısaltıldığı uygulamalarda haklı çıkarılamaz. Bu, gerdirme payının bir vulkanize bant eki için yeterli bant bırakmadığı ve iki bant eki gerektiren, çoğunlukla arabant adı verilen kısa bir bant parçasının eklenmesi gereken durumlar için de geçerlidir.

Vulkanizasyon daha eski, aşınmış bantlarda daha güç ve daha az güvenilir olabilir. Sıcak malzemeleri taşıma sürecinde kullanılan konveyörlerdeki uygulamalarda, tüm malzemenin, bant durdurulmadan önce boşaltılması önemlidir. Durdurulmuş bir bandın üzerinde bırakılan sıcak malzeme bant ekini “pişirerek” ömrünü azaltabilir.

Bir vulkanize bant ekinin montajı, özellikle geniş bir bantta verev bant eki kullanıldığında, 2,4 ila 3 metreye (8 ila 10 ft) kadar kayda değer bir bant uzunluğu harcayabilir. Bu montaj daha uzun bir bandın satın alınmasını veya yeni bir bant parçası veya arabant eklenmesini gerektirebilir.

Vulkanize bantlar içerecek yeni konveyör sistemleri tasarlarlarken, banttaki gevşekliği gidermek üzere tasarlanmış bir gerdirme tamburu mekanizması eklemek akıllıcadır. Gerdirme tamburunun bant gerilmesine neden olacak, dolayısıyla zaman alıcı yeni bir bant ekiyle bandı kısaltma ihtiyacının önüne geçecek yeterli hareketi olmalıdır.

## **MEKANİK EKLEMELER**

### **Mekanik Sabitleme Elemanları**

Günümüzde, bant ekleme için mevcut

birçok mekanik sabitleme elemanı tipi vardır. Hepsisi bandın iki ucunu bir menteşe-ve-pim veya plaka tasarımıyla birleştirme prensibinde çalışır. Korozyona ve aşınmaya karşı dirençli olmaları ve uygulama şartlarına uymaları için, mekanik sabitleme elemanları artık çok çeşitli malzemelerden imal edilmektedir.

Yıllar boyunca mekanik eklemeler, bant birleştirme yöntemi olarak vulkanizasyonun düşük kaliteli bir alternatifi olarak kabul edildi. Son gelişmeler mekanik sabitleme elemanlarını vulkanizasyon karşısında daha iyi bir konuma taşıdı. Bu yenilikler arasında, daha ince bantların kullanılması (bant tertibatında sentetik malzemelerin kullanılmasıyla mümkün olmuştur), mukavemeti artırmak ve aşınmayı azaltmak için sabitleme elemanlarında kullanılan tasarım ve malzemedeki gelişmeler ve bant ekinin profilini gömmek için aletlerin geliştirilmesi yer alır.

### Mekanik Ekleme Tipleri

Dökme malzeme taşıyan bantlar için mekanik sabitleme elemanları, her bir grup için seçeneklerle birlikte, sürgülü sabitleme elemanları veya plaka sabitleme elemanları olarak mevcuttur.

### Menteşeli Sabitleme Elemanları

Menteşeli sabitleme elemanlarıyla yapılan bant eklerinde, iki bant ucunun her birine, bir tarafta metal döngülerle birleştirilmiş üst ve alt plakalardan oluşan bir şerit yerleştirilir (**Şekil 5.7**). Bu şeritler, zımba, civata veya perçinlerle banda takılır. Daha sonra bant, değişimli menteşe döngülerinden bir bağlantı pimi geçirilerek birleştirilir.

Menteşeli sabitleme elemanları, standart bant genişliklerine uymaları için genellikle sürekli şeritler halinde sağlanır. Bu şerit düzenleri uygun boşluk ve hizalama sağlar. Şeritler, standart olmayan bant genişliklerine uymak için koparılabilir şekilde üretilir.

Menteşeli sabitleme elemanlarının başlıca avantajı, bandın, bağlantı pimi çıkarılarak ayrılabilmesidir. Bu yolla bant kısaltılabilir,

uzatılabilir, yapıdan çıkarılabilir veya konveyör bileşenlerinde bakıma izin vermek için açılabilir.

Menteşeli sabitleme elemanları başka birçok fayda sağlar. İki bant ucuna montaj ayrı olarak ve hatta saha dışında bile yapılabilir.

Sızdırmazlık, merkezleme ve temizlik gibi problemler yaratabileceğinden, farklı kalınlıklardaki bantları birleştirmek tavsiye edilen bir uygulama olmasa da, menteşeli sabitleme elemanları, farklı kalınlıkta bantların, ilgili bant yaralarına uygun sabitleme elemanları kullanılarak birleştirilmesine izin verir.

### Katı Plaka Parçaları

İkinci bir mekanik ekleme tipi de plaka sabitleme elemanlarıyla yapışır (**Şekil 5.8**). Bu sabitleme elemanı sınıfı, ince taneler için hiçbir menteşe boşluğu olmaksızın sağlam, dayanıklı bir ek yeri oluşturur. Plaka sabitleme elemanları, madenler, taş ocakları



**Şekil 5.7**

Bant genişliğine uyması için sürekli şeritler halinde sağlanan menteşeli sabitleme elemanları, bir bağlantı pimi kullanılarak birleştirilir.



**Şekil 5.8**

Perçin, zımba veya civatayla uygulanan katı plaka sabitleme elemanları, ağır hizmet uygulamaları için sağlam bir ek yeri sağlar.

ve çelik fabrikalarındaki en çetin taşıma uygulamalarında etkilidir. Bandın 22 milimetreden (7/8-inç) daha kalın olduğu uygulamalarda, plaka sabitleme elemanları mekanik ekleme için tek seçenektir. Katı plaka parçalı sabitleme elemanları yalnızca kalıcı ek yerleri için tasarlanmıştır ve bant uzunluğu veya yerini değiştirmek için ek yerinin açılmasını gerektiren uygulamalardaki bantlar için önerilmez.

Katı plaka parçalı sabitleme elemanları genellikle bir kutu veya kovada gevşek paketlenmiş ayrı parçalar olarak sağlanır. Plaka parçaları bir bant kenarından diğerine, zımba, perçin veya cıvatalar kullanılarak monte edilir.

Cıvatalı katı plaka sabitleme elemanlarının bazı benzersiz avantajları vardır. Sabitleme elemanı için önerilen büyüklükten küçük tamburlar üzerinde kullanıma izin vermek için bandın enine doğru çapraz olarak uygulanabilirler. Vulkanizasyon için

tasarlanmış kalın, yüksek gerilim bantlarını birleştirmek amacıyla, sabitleme elemanları kullanmak için tek seçenek olabilecek V şeklinde bir desende de monte edilebilirler (**Şekil 5.9**).

Cıvatayla sabitlenen katı plaka parçalı sabitleme elemanlarındaki tek problem, genellikle her bir plakada, bant ekinin her bir yanında birer tane olmak üzere, yalnızca iki cıvata kullanılmalarıdır. Bant ekinin uçlarının sıkıştırılması, ön ve arka kenarların plakanın ortasından daha fazla sıkıştırılmış olması anlamına gelir. Bu, orta kısmın bombe yapmasına izin vererek, sabitleme elemanında ve bant sıyrıcılarında veya bant, konveyörün içinden geçerken ona temas eden diğer sistemlerde bir aşınma noktası oluşturur.

Perçinli katı plaka sabitleme elemanları en zorlu, en yüksek gerilimli uygulamalar için tasarlanmıştır. Menteşenin her bir yanındaki birden fazla noktadan bağlantı, herhangi bir mekanik sabitleme elemanının en yüksek tutma gücünü sağlar. Perçinleri çakmak ve bandın üzerinde kalan başları koparmak için bir çekiç kullanılarak, elektrikli aletler olmadan takılabilirler. Uzak veya yeraltındaki lokasyonlarda bu bir avantajdır.

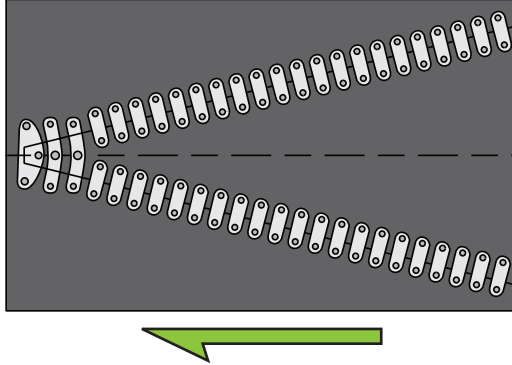
Eğer konveyör çapı 300 milimetreden (12 inç) küçük tamburlar kullanıyorsa bir problem doğar. Bu durumda, katı plaka sabitleme elemanları tamburun çevresine bükülmeyecek kadar büyük olabilir ve bant eki bileşenlerinin çıkmasına veya kopmasına neden olabilir.

### **Esnek Matrisli Plaka Ekleri**

Bir diğer birleştirme tekniği de esnek matrisli plaka ekleridir. Bu sistem bir H şeklindeki (veya I kirişi şeklindeki) menteşe matrisinden geçirilen saç vidaları kullanır. Bu ek yerini oluşturmak için, iki bant ucu eğimli şekilde dokuma karkasa kadar soyulur ve daha sonra H şeklindeki takviyeli kauçuk menteşe matrisinin açık uçlarına sokulur. (Bandın tamamı boyunca uzanan) matris daha sonra, bant genişliğinin metresi başına azami 240 vida kullanılarak bant

**Şekil 5.9**

V şeklindeki bir bant eki, yüksek gerilim bantlarını mekanik sabitleme elemanlarıyla birleştirmek için en iyi seçim olabilir.



**Şekil 5.10**

Esnek matrisli bir bant eki, yalnızca basit aletler kullanılarak nispeten basit montaj imkanı sunar. Bant eki, iki bant kenarını birleştirmek için H şeklindeki bir matristen geçen saç vidaları kullanır.



tertibatına sabitletir.

Yalnızca soyma aletleri ve elektrikli torna-vida kullanan bu sistem nispeten hızlı ve kolay montaj sunar (**Şekil 5.10**). Bant eki, vulkanizasyon presi veya diğer birleştirme aletlerini kullanmanın güç olacağı herhangi bir hava koşulunda veya lokasyonda yapılabilir. Hiçbir sertleştirme süresi gerektirmez ve bantları birleştirmek veya onarmak için kullanılabilir. Eğer geçici bir tamir için kullanılacaksa, matris çıkarılıp yeniden kullanılabilir.

Bant uçları arasında malzemenin geçişine izin verecek hiçbir açıklık veya bant tertibatında delikler bulunmadığından, esnek matrisli bant ekinin bir faydası da sızdırmaz olmasıdır.

Bu sistem günümüzde dokuma karkaslı bantları birleştirmek için kullanılmaktadır; tedarikçi, çelik kablolu bantlarda kullanımının onaylanması için geliştirmeye devam etmektedir.

### Uygun Sabitleme Elemanının Seçilmesi

Çoğu sabitleme elemanı farklı büyüklüklerde mevcuttur. Her durumda, sabitleme elemanı boyutunun, tambur boyutlarına ve bant kalınlığına uygun olduğundan emin olmak için üreticinin tavsiyeleri kontrol edilmelidir.

Eğer bir bant, sabitleme elemanını bantın yüzeyine oturtmak için soyulacaksa, sabitleme elemanının büyüklüğü hesaplanırken, bu soyulan kalınlık göz önünde bulundurulmalıdır. Sabitleme elemanı, sistemdeki en küçük tamburun çapına göre seçilmelidir.

Özel uygulamaların gereksinimlerini karşılamak için, sabitleme elemanları çok çeşitli metallerde mevcuttur. Bu özellikler, kıvılcım çıkarmaz, mıknatıslanmaz, aşınmaya dayanıklı ve/veya paslanmaya dayanıklı malzemeleri içerir. Mentşe pimleri de benzer bir yelpazede mevcuttur. Özel herhangi bir uygulamayla ilgili uygun tavsiye için üreticiyle temasa geçilmelidir.

Bant eklerinin seçimi ve montajı için eğitim, nitelikli personel tarafından gerçekleştirilmelidir. Üreticilerin talimatlarına göre monte edildiklerinde, mekanik eklemeler bantı birleştirmek için ekonomik bir yöntem sağlar. Hatalı belirtildiklerinde veya uygulandıklarında, mekanik eklemeler pahalı ve yinelenen problemlere yol açabilir.

### Sabitleme Elemanlarının Uygun Şekilde Montajı

Mekanik eklemeler, tesis personeli tarafından nispeten kolaylıkla yapılabilir; bununla birlikte, bunun sonucu olarak, özellik eğitimsiz personel tarafından veya acil bir “bir an önce çalıştırın” durumunda kolaylıkla yanlış uygulanabilirler. Tesis personelinin mekanik sabitleme elemanlarının uygun şekilde montajı konusunda eğitilmesi kritik önem taşır.

Bakım malzemesi deposunda yalnızca tek büyüklükte mekanik bant ekleri stoklamak yaygın fakat hatalı bir uygulamadır.

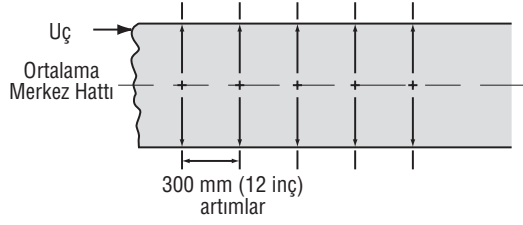
Yıllar boyunca, bir tesis içinde kullanılan bantlar için teknik özellikler değişmiş olabilir, fakat depoda el altında tutulan mekanik sabitleme elemanları aynı kalmıştır ve bu da, bant eki arızası ve konveyör bileşenlerinin hasar görmesi dahil çok çeşitli problemlere yol açabilir. Bir mekanik sabitleme elemanının düzgün şekilde montajı, doğru sabitleme elemanının kullanılmasını, uygun aletleri ve detaylara özen gösterilmesini gerektirir.

### Bant Uçlarının Kare Olarak Kesilmesi

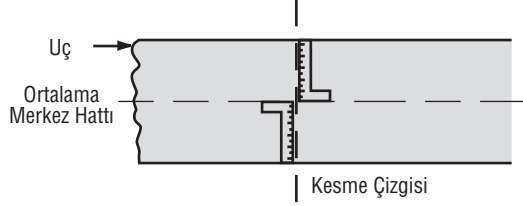
Bant uçlarının mekanik sabitleme elemanlarıyla bağlandığı durumlarda, iyi bir ek yerinin ilk şartı genellikle bant uçlarının kare olarak kesilmesidir. Bunun yapılmaması, bantın ek yeri alanının, konveyör boyunca tüm noktalarda yapının bir tarafına kaymasına neden olacaktır. Bu genellikle, eklenen alan yapıdaki herhangi bir nokta üzerinden geçtikçe, bir yandan diğer yana hızlı bir hareket olarak görülür. Bant kenarının bir kareleştirme kılavuzu olarak kullanılması önerilmez, çünkü bant kenarı düz olmayabilir. Kullanılmış bant

**Şekil 5.11**

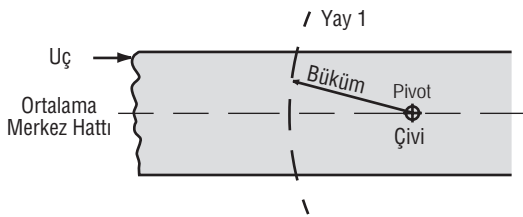
Bandın ortalama merkez hattını belirlemek için, bant boyunca işaretlenen beş ölçüm noktasının merkezini birleştirin.

**Şekil 5.12**

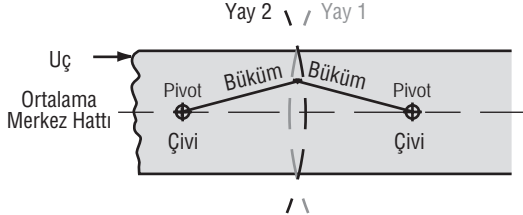
Bandın enine doğru, ortalama merkez hattına dik bir çizgi çekmek için bir gönye kullanın.

**Şekil 5.13**

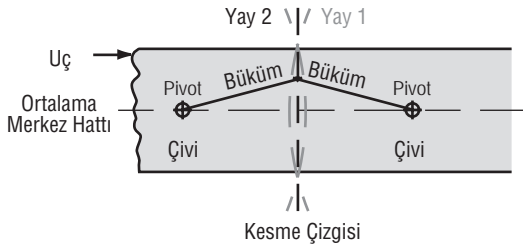
Adım Bir: İlk önce, bant ucundan bant genişliğinin iki veya üç katı uzaklıkta bir pivot noktasından bir yay çizin.

**Şekil 5.14**

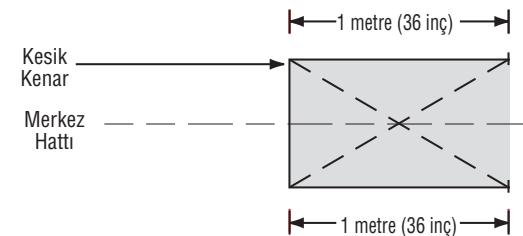
Adım İki: Daha sonra, her iki yanda bant kenarı yakınında birinci yayla keşişecek şekilde ikinci bir yay çizin.

**Şekil 5.15**

Adım Üç: Son olarak, iki yayın bandın her iki kenarı yakınında keşiştiği noktaları birleştirerek kesilecek çizgiyi işaretleyin.

**Şekil 5.16**

Kesme çizgisinin bandın enine doğru düz olup olmadığını kontrol etmek için, bandın her iki yanındaki noktalardan çapraz olarak ölçün. Çapraz çizgiler aynı uzunlukta olmalıdır.



teribatında aşınma dolayısıyla belirsiz bir kenar bulunabilir, bu nedenle aşağıdaki prosedürlerden biri önerilir:

#### A. Merkez hattı yöntemi

Bandın ortalama merkez hattını bulmak için, her biri bandın ucundan yaklaşık 300 milimetre (12 inç) uzakta bulunan beş noktada, bir bant kenarından diğerine olan mesafeyi ölçün. Bandın merkezinde bir dizi noktayı işaretleyin ve daha sonra, ortalama merkez hattını belirlemek için bu noktaları bir tebeşir çizgisi veya cetvelle birleştirin (**Şekil 5.11**).

Kesme çizgisini bir gönye kullanarak çizin. Bandın enine doğru, ortalama merkez hattına dik bir çizgi çekin. Bu çizgi, kesme çizgisi olarak kullanılabilir (**Şekil 5.12**).

#### B. Çift yay yöntemi

Daha yüksek doğruluk için veya kenarları aşınmış bantlarda, “kesişen çift yay” yöntemi kullanılabilir. Aşağıdaki şekilde bir merkez hattı belirledikten sonra, merkez hattı üzerinde, bant ucundan bant genişliğinin iki ila üç katı uzaklıkta bir nokta seçin. Ucunda çivi olan bir ipi, merkez hattında pivot noktası olarak kullanarak, her iki yanda bandın kenarlarını kesecek şekilde bandın enine bir yay çizin (**Şekil 5.13**). Şimdi, merkez hattı üzerinde, bant ucuna çok daha yakın ikinci bir pivot noktası oluşturun. Banttan, bu defa zıt yöne bakan ikinci bir yay geçirin; ikinci yay, bant kenarları yakınında ortalama merkez hattının her iki yanında birinci yayı kessin (**Şekil 5.14**). Yayların bandın bir tarafındaki keşişiminden diğer taraftaki keşişimlerine bir çizgi çekin (**Şekil 5.15**). Bu yeni çizgi bandın merkez hattına diktir ve kesme veya ekleme çizgisini oluşturur.

#### Kare Kesilmiş Uçların Doğruluğunu Kontrol Etme

Hangi yöntem kullanılmış olursa olsun, doğruluğun kontrol edilmesi gerekir. Kare kesilmiş ucun doğruluğunu kontrol etmek için, bandın her iki yanından çizgiden belirli



bir uzaklık (örneğin 1 metre veya 36 inç) ölçün. Daha sonra, çapraz ölçümün alınması için, bu yeni noktalardan bandın zıt tarafındaki kesğin ucuna çapraz olarak ölçün. İki çapraz çizgi, bandın merkez hattında kesişmeli ve çapraz çizgiler aynı uzunlukta olmalıdır (**Şekil 5.16**).

### Soymanın Önemi

Bir mekanik eklemenin bir transfer noktasında işlevini yerine getirmesi ve etkili sızdırmazlık ve temizlik sağlaması için, bant kalınlığı sabit ve bant eki yüzeyini pürüzsüz tutmak, bileşenlerin ve bant ekinin hasar görmesini önlemek amacıyla hem üst hem de alt bant eki kısımları banda yeterince gömülmelidir.

Genellikle soyma adı verilen, bandın kaplamalarını kesme işlemi, sabitleme elemanlarını, daha sıkı bir kavrama için bant karkasının dokumasına daha yakın oturtur (**Şekil 5.17**). Soyma işlemi, üst ve alt kaplamaların bant karkasına kadar kesilerek azaltılmasını gerektirir. Karkas bandın mukavemetini sağladığından ve üst ve alt kaplamalar çok az mukavemet sağladığından, bu işlem bant veya bant ekinin bütünlüğünü azaltmayacaktır. Bandın karkasının maruz kalacağı herhangi bir hasar, bant ekini zayıflatabileceğinden ve dolayısıyla bandın mukavemetini düşüreceğinden, bandı soyarken büyük özen gösterilmesi gerekir. Bant eki uygun şekilde gömüldüğünde, mekanik menteşenin metal bileşenleri, darbe çubukları, kauçuk kenar yan kenarı ve bant sıyrıcı uçları gibi olası engellerden sorunsuz olarak geçecektir. Bant, bant eki ve diğer konveyör bileşenlerinin bütünlüğünü sağlamak için soyma işlemi önerilir. Klipsler artık gömüldüğünden ve bant sistemden geçerken artık makaralara çarparak “klik klak” sesleri çıkarmayacağından, bandın soyulması taşıma işlemindeki gürültüyü azaltır.

Soyma ekipmanı, bant eki tedarikçilerinin çoğundan satın alınabilir.

### Bir Mekanik Eklemeyi Örtme

Eğer sınırlı bant kalınlığı, bant hasarı

veya bir tamiri tamamlamak için sınırlı süre gibi herhangi bir nedenle, bir mekanik eklemeyi soyarak uygun şekilde gömme imkanı yoksa, bant eki örtülebilir. Bu işlem, çıkıntı yapan yüzeylerini zımparalayıp alçaltarak veya yükseltilmiş yüzeyleri sarmalayıp örtetek yapılabilir.

İlk yaklaşımda, yüksek noktaları zımparalayarak yok etmek, ön kenar veya cıvata ve perçinlerin bant ekinin üzerinden çıkıntı yapmamasını sağlayacaktır. Bandı delmek veya bant ekinden çok fazla parça



**Şekil 5.17**

Eğer uygun şekilde gömülürse, mekanik sabitleme elemanının üstü, bandın üstüyle aynı hizada veya bunun altında olacaktır.



**Şekil 5.18**

Üst resim: Bant ekinin örtülmesi hem mekanik sabitleme elemanlarını hem de bant sıyrıcılarını koruyacaktır. Bu işlem, çıkıntı yapan yüzeylerini zımparalayıp alçaltarak veya yükseltilmiş yüzeyleri sarmalayıp örtetek yapılabilir.

Üstteki resim: sarmalamadan önce.

Alt resim: Sarmaladıktan sonra



çıkarmamak için bant ekini zımparalarken dikkat edilmelidir.

İkinci yaklaşım, hem bant ekini hem de sıyrıcıyı darbe hasarından korumak için bant ekinin bir malzemeyle sarılmasıdır (**Şekil 5.18**). Bu genellikle, bant ve bant ekinin üzerine macun gibi uygulanan bir yapıştırıcı veya elastomerle gerçekleştirilir. Her ne kadar sıyırma sisteminin, yine mekanik klipsler üzerinden aşması gerekirse de, bant eki yüzeyi daha pürüzsüz olacak, sıyrıcının yolunda sabitleme elemanı başları gibi engeller içermeyecektir. Bu prosedürün dezavantajı, mekanik eklemeye örtüldüğünden, ek yerinin muayenesi ve tamiri daha zordur.

### Bandın Arka Tarafının Çentiklenmesi

Bant ekinde bandın köşelerini korumak için, çoğu zaman ek yerinde bandın köşelerini çentiklemek veya pahlamak yararlıdır. Tek yönlü bantlarda, yalnızca arka bant tarafını çentiklemek gerekir. Çentik, bantta, bant ekinin her bir ucundaki ilk sabitleme elemanından bant kenarına kadar, 60 derece bir açıda yapılan kesiktir. Çentik, bant köşelerinin konveyör yapısına yakalanmasını ve bant ekine zarar vermesini veya bandı yırtmasını önlemeye yardımcı olacaktır (**Şekil 5.19**).

### Bant Sıyrıcılarıyla Uyum

Mekanik bant sabitleme elemanları bazen, özellikle sertleştirilmiş metal uçların kullanıldığı durumlarda, agresif bant sıyırma sistemleriyle çatışabilir. Birçok operatör, aşınması veya bant ekini yakalayarak yırtması korkusuyla, mekanik eklemelerde metal olmayan (örn. üretilen) bant sıyrıcı uçları kullanmayı tercih eder. Bant sıyırma

sistemleriyle yaşanan bu tip problemlerin çoğunun kaynağı, mekanik eklemelerin hatalı seçimi veya montajıdır.

Yeni gelişmeler mekanik sabitleme elemanlarının daha kazıyıcı dostu yapılmasına yardımcı oluyor. Bunlardan biri, bir örnek bir bant kaplama malzemesi şeridini kolaylıkla çıkararak ve bant ekini alacak yuvarlak bir yanağa sahip pürüzsüz, düz tabanlı bir oluk bırakan soyma aletlerinin geliştirilmesidir. Bu cihazlar, bıçak veya zımpara kullanan eski yöntemlerden çok daha hızlı ve güvenlidir.

İkinci bir gelişme de, sabitleme elemanı plakalarıyla çarpma problemlerini en aza indiren özel uç şekilleri, malzemeler ve montaj yöntemleri sunan “sabitleme elemanı dostu” sıyrıcılar için yapılan yeni tasarımlardır. Bant sıyrıcı uçlarının plakalar üzerinden, sıyrıcı veya bant ekine zarar gelmeden “şahlanarak” geçmesine izin vermek için tasarlanmış “taraklı” mekanik klipslerin yakın zamanda piyasaya sürülmesi, hem uç hem de sabitleme elemanının dayanıklılığında iyileştirme olasılığı sunmaktadır.

Dökme malzemeyle ve temizlik ve sızdırmazlık sistemleriyle etkileşim nedeniyle bant eklerini aşınmasına dair hiçbir deneysel çalışma yoktur. Eğer iyi montaj ve bakım uygulamalarına uyulursa, sıyırma ve sızdırmazlık sistemleri ve bant ekleri, ömür beklentilerine dair kaygılar yerine gerekli performans bazında seçilmelidir.

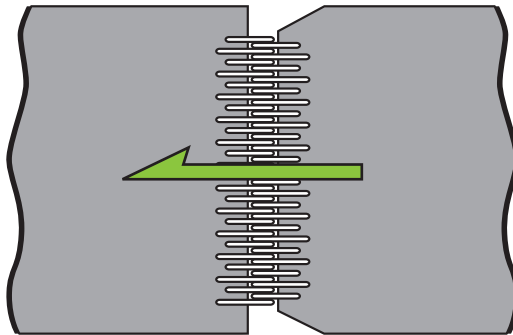
### Mekanik Eklemelerin Avantajları

Mekanik eklemenin başlıca avantajı, bantın kolaylıkla ayrılmasına izin vermesidir. Bant ekinin bu şekilde ayrılması, bandın, madencilik gibi uygulamalarda uzatılmasına veya kısaltılmasına izin verir ve tambur kaplaması, makaralar veya darbe yatakları gibi diğer konveyör bileşenlerinin bakımının daha kolay tamamlanmasına olanak tanır.

Mekanik sabitleme elemanlarının diğer bir avantajı da tamir için duruş süresini en aza indirmeleridir. Bu bant ekleri çoğu za-

**Şekil 5.19**

Köşelerin engellere takılmasını önlemek için bandın arka kenarı, bant ekinde kesilip çıkartılmalıdır.



man bir veya iki saatte monte edilebilirken, bir vulkanize ek yerinin tamamlanması tam bir gün veya daha uzun sürebilir. Sabitleme elemanları, mevcut tesis bakım personeli tarafından, yalnızca el aletleri veya basit portatif makineler kullanılarak kolaylıkla monte edilebilir; bunun aksine, vulkanizasyon genellikle, özel ekipmana sahip bağımsız alt işverenlerin çağrılmasını gerektirir. Sabitlenen ek yeri birkaç yüz dolara mal olup yalnızca birkaç milimetre bant kullanacakken, vulkanize ek yeri birkaç bin dolar mal olup birkaç metre bant kullanabilir.

Mekanik sabitleme elemanları, yapması basit ve muayenesi kolay bir bant eki sağlar. Eğer düzenli olarak muayene edilirse, bir mekanik ekleme normalde yakın bir arızanın işaretini gösterecektir. Mekanik eklemeler düşük maliyetlidir ve uzun süreler

boyunca depolanabilir. Hızlı montaja ve bandın kolaylıkla uzatılmasına veya kısaltılmasına izin verirler.

Sabitleme elemanı seçiminin, hem bant hem de sabitleme elemanı üreticilerinin tavsiyelerinin uygun olduğundan emin olmak önemlidir.

### Mekanik Eklemelerin Dezavantajları

Eğer taşınacak malzemeler sıcaksa, ısının metal bir sabitleme elemanından iletilmesi, bir vulkanize bant ekinin seçimine yol açan bir faktör olabilir. Malzeme sıcaklığı 121 santigrat dereceyi (250° F) aştığında, metal sabitleme elemanından bant karkasına geçen ısı miktarı, lifleri zayıflatarak nihayetinde sabitleme elemanının çıkmasına neden olabilir. Bu uygulamalarda vulkanize bant eki tercih edilebilir.



### GÜVENLİK HUSUSLARI

Vulkanizasyon veya mekanik sabitleme için bant birleştirme ekipmanı kullanmaya kalkışan eğitimsiz herhangi bir kişi, yetersiz bir bant eki oluşturma ihtimali dışında yaralanma riskini de taşır. Uygunsuz şekilde yapılmış bir bant ekinin arz ettiği önemli bir risk de, bant ekinin uygulama koşullarının gerilimi altında arıza yapma ihtimalidir. Bant eki arızası personelin yaralanması ve ekipman hasarıyla sonuçlanabilir.

Herhangi bir birleştirme aleti, makinesi veya kimyasal kullanırken, iş öncesi muayeneler tamamlanmış olması ve üreticinin talimatlarına uyulmalıdır.

Solventler, astarlar ve tutkallar dahil tüm kimyasallar, raf ömrü sınırlamalarına özel dikkat sarf edilmesi de dahil, üreticinin talimatlarına göre uygun şekilde depolanmalı ve taşınmalıdır.

Uygun eldivenler veya göz koruması dahil doğru koruyucu giysiler giyilmeli ve çalışma alanı gerektiği gibi havalandırılmalıdır.

Kauçuğu kesmek ve ek yerini hazırlamak için keskin el aletleri ve elektrikli zımpara makineleri kullanılır: Bunlar işçiler için kesme ve yaralanma tehlikeleri arz eder.

Konveyör bandı birleştirme işlemi çoğu kez, yeraltı madenlerinin içi, eğimli veya yükseltilmiş yapılar veya sınırlı erişime sahip alanlar gibi oldukça tehlikeli koşullar altında gerçekleştirilir. Her zamanki gibi, uygun kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürleri gereklidir. Herhangi bir bant hareketini önlemek için bandı yapıya kelepçeleyerek uygun şekilde bloke etme yapılması gereklidir. Birleştirilen bandın belirli büyüklüğü ve ağırlığı için tasarlanmış kelepçe teçhizatı tanınmış tedarikçilerden satın alınmalıdır.

Sabitleme elemanlarını muayene etme ve sonuçta bu sabitleme elemanlarının arızası, ciddi bant hasarına yol açabilir. Eğer sabitleme elemanları bant eki genişliğinin bir kısmında çıkmaya başlarsa, bant boylamasına yırtılabilir. Bant ve sabitleme elemanları doğru seçildiğinde, bu çıkma olayına genellikle yeterince sıkılmamış civatalar veya aşınmış kanca veya plakalar neden olur. Plaka tipi mekanik sabitleme elemanları genellikle plakaların ayrı ayrı değiştirilmesine izin verir. Bu da, eğer hasar ilk fark edildiğinde yapılırsa, ek yerinin kesilip çıkarılması ve tamamının değiştirilmesi ihtiyacını ortadan kaldırabilir.

Yanlış büyüklükte veya tipte sabitleme elemanı kullanılması, bir bandın işletme gerilimi kapasitesini büyük oranda azaltabilir. Düzgün şekilde gömülmemiş veya özellikleri yanlış olan bir mekanik eklemenin ekstra kalınlığı, transfer noktasının sızdırmazlığını neredeyse imkansız kılacaktır. Aşırı büyük veya transfer nokta alanından geçemeyecek kadar kalın olan bant ekleri, aşınma astarına veya yüklemeye teknesine yakalanarak bant ekine zarar verebilir ve ömrünü kısaltabilir. Bu bant eki sorunları bazen aşınma astarı ve yüklemeye teknesinin banttandan daha yüksekte olmasını ve bu şekilde kenar sızdırmazlığı sistemine daha fazla malzemenin ulaşmasına izin verir. Bu da, hızlandırılmış aşınma ve döküntüyle sonuçlanır. Çoğu zaman, bant ekinde kullanılan sabitleme elemanları uygun şekilde kırılmış olmayacaktır ve bu uzatılmış perçin veya civatalar, yüklemeye teknesi sızdırmazlığı sistemleri veya bant sıyrıcıları gibi diğer bileşenlere takılacaktır.

Hepsi olmasa da, mekanik eklemelerin çoğu, ek yerinin içinden küçük bir miktarda taşınan malzeme geçmesine izin verecektir. Bu malzeme, konveyörün hareket yolu boyunca düşecek ve temizlik problemleri ve makaralar, tamburlar ve diğer konveyör bileşenleri için olası hasara neden olacaktır. Plaka tipi sabitleme elemanları, iyi yapılmış bir ek yerinde, malzeme sızıntısına neredeyse hiç izin vermez. Menteşe tipi sabitleme elemanlarının tamamı, ek yerinden geçen ince malzemelerle sorun yaşar; bu sorun,

vulkanize bant ekleriyle giderilir.

Daha büyük mukavemet sağlasa da, V şeklindeki bant ekinin de kendine ait maliyetleri vardır. Tamamlanması için 3 metreye (10 ft) kadar bant tertibatı gerekebilir. Bu, önemli miktarda pahalı bandın atılması anlamına gelebilir.

Mekanik eklemeler, dokuma bantlarda, bandı sonsuzlaştırmak veya yırtık ve delikleri onarmak için kullanılır; bununla birlikte çelik kablolu bantlarda, yalnızca geçici tamirler için kullanılabilirler.

### **GÜVENLİ BANT EKİ TASARIMI**

Hem mekanik hem de vulkanize bant ekleri, beklenen bant gerilimiyle karşılaştırıldığında güvenlik faktörleriyle tasarlanmalıdır. Mekanik sabitleme elemanları için bu tasarım faktörleri, üreticilerin seçim tablolarında verilmektedir. Yüksek gerilim çelik kablolu bantlar üzerindeki vulkanize bant ekleri çoğu zaman bant üretici veya danışman tarafından ayrı ayrı tasarlanır. Bant ekinin banda uydurulmaması ve doğru hizmet ve güvenlik faktörlerinin yerine getirilmemesi, yaralanma, ölüm, üretim kaybı ve ekipman hasarına yol açan feci bant eki arızalarıyla sonuçlanabilir.

### **BAKIM VE MONTAJ İSTASYONLARI**

Bazı işletmeler, konveyör boyunca bant eklemeye istasyonu adı verilen bir yer oluşturur. Burada, bant eki bakımı için alet ve ekipman depolanır ve bant eki montajı için alan ve çalışma yüzeyleri mevcuttur. Bu yeni bir bandın konveyörün üzerine çekildiği nokta da olabilir.

Bir eklemeye istasyonu, ideal olarak konveyör yapısının her iki tarafında da çalışma alanı olan, bol alanın bulunduğu bir yere yerleştirilmelidir. İstasyon hava şartlarına ve kaçak malzemeye karşı banda koruma sağlamalıdır. Boşluk, bant ekinin yapılacağı noktanın her iki yanında, en az beş bant genişliğinde düz konveyör kirişi mesafesi olan bir noktaya yerleştirilmelidir. El aletleri için

prizler de dahil elektrik kolaylıkla ulaşılabilir olmalıdır.

## MUAYENE VE İZLEME

### Bant Eki Muayenesi ve Bakımı

Cıvata tipi sabitleme elemanlarının kullanıldığı yerlerde, plakaların uygun şekilde sıkılmış halde tutulması önemlidir. Bunu başarmanın en pratik yolu, cıvataları, plakanın arkasındaki kauçuk kabarcak şekilde sıkmaktır. Sabitleme elemanlarını aşırı sıkılamaya veya plakaları bant kaplamasına “gömmemeye” özen gösterilmelidir, çünkü bu bant tertibatının katlarına zarar verebilir. Üreticiler genellikle sabitleme elemanlarının ilk birkaç çalışma saatinden sonra, ilk birkaç çalışma gününden sonra ve daha sonra, iki veya üç ay çalışma aralıklarında yeniden sıkılmasını önerir.

Bant ekleri normalde haftalık olarak muayene edilmeli, aşınmış görünen herhangi bir sabitleme elemanı değiştirilmeli, sabitleme elemanlarını arkasında çaprazlama çatlaklar olup olmadığına ve sabitleme elemanının çıkıp çıkmadığına bakılmalıdır.

### Bant Eki İzleme Sistemleri

Günümüzde, bant ekindeki herhangi bir uzamayı ölçerek bant eklerinin uzaktan değerlendirilmesine izin veren yeni teknolojiler mevcuttur. Bu sistemler, bir bant ekindeki uzamanın yaklaşan bir arızanın göstergesi olduğu prensibine dayanır. Sistem, vulkanize bantlara, bant eklerinin her iki yanında belirlenmiş bir mesafede bant tertibatının içine küçük manyetik hedefler yerleştirilerek takılır; eğer bantta mekanik sabitleme elemanları varsa, sistem bunları hedef olarak kullanabilir. Sistem, bir bant eki, tarayıcıdan her geçtiğinde eşleştirilmiş hedefler arasındaki mesafeyi ölçer. Bu mesafe ölçülür ve eğer bir bant eki belirlenen sınırların dışına çıkarsa, izleme sistemi bandı kapatacak veya problemi kontrol etmesi için tesis personelini uyaracaktır. Ayrıca, sistem bir klipsin ciddi hasar görüp görmediğinin ve değiştirilmesinin gerekip gerekmediğinin tespitine de yardımcı olur.

## BANT EKİNİN ÖNEMİ

### Sonuç olarak...

İster vulkanize edilmiş ister mekanik sabitleme elemanları kullanılmış olsun, uygun şekilde tasarlanmış, iyi uygulanmış ve korunmuş bir bant eki, bir bantlı konveyörün işlemlerinin başarısında kritik önem taşır. Bir bant ekinin hatalı uygulanması bandın ömrünü kısaltacak ve konveyörün çalışma programına ve verimine müdahale edecektir. Doğru bant ekinin düzgün şekilde uygulanmasına gösterilecek özen, tüm tesis için faydalar sağlayacaktır. Eski bir deyişle: “Eğer doğru yapmak için vaktin yoksa, yeniden yapmak için vakti nereden bulacaksınız?”

### İlerideki bölümlerde...

Gecikmiş veya hatalı bant eklemenin kaçak malzemelerin banttan sızmasına nasıl izin vereceğini açıklayan “Bandı Birleştirme” başlıklı bu bölüm, Güvenli Dökme Malzeme Taşımanın Temelleri kısmını bitirmektedir. Aşağıdaki bölüm, “Bandı Yükleme” ile ilgili kısmı başlatmakta ve Yükleme Bölgesinden Önceki alanı ele alarak kuyruk tamburlarına ve geçiş alanlarına bakmaktadır.

## REFERANSLAR

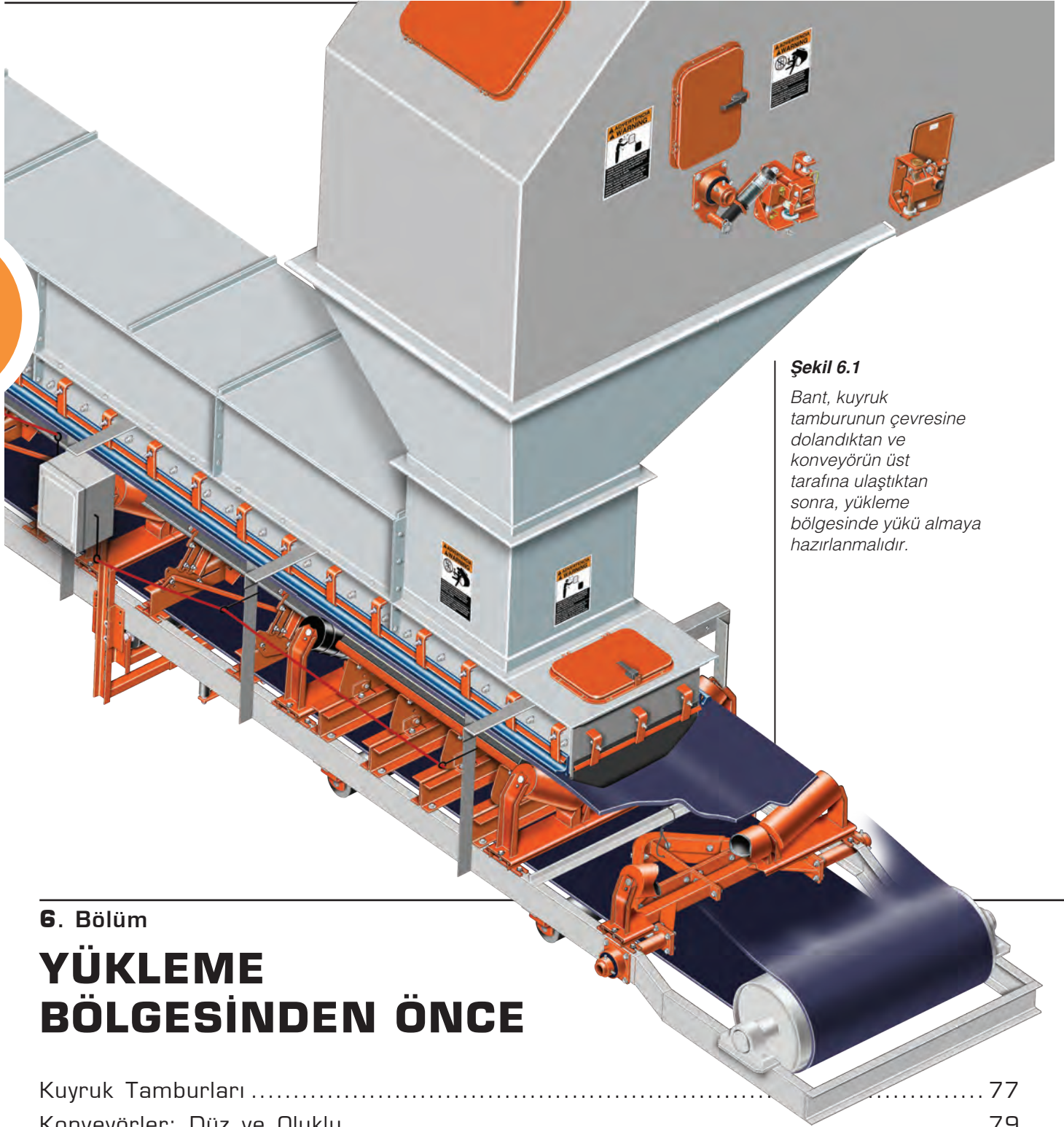
- 5.1 Herhangi bir bant tertibatı üreticisi veya distribütörlerin çoğu, kendi özel ürünlerinin yapısı ve kullanımı yanında genel olarak konveyör bantları hakkında da çok çeşitli materyaller sağlayabilir.
- 5.2 Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (2005). *BELT CONVEYORS for BULK MATERIALS*, Altıncı Baskı. Naples, Florida.
- 5.3 <http://www.conveyorbeltguide.com> web sitesi, bant tertibatının birçok yönünü kapsayan değerli ve ticari olmayan bir kaynaktır.



## 2. KISIM

# BANDI YÜKLEME

• 6. Bölüm .....	76
YÜKLEME BÖLGESİNDEN ÖNCE	
• 7. Bölüm .....	90
HAVA KONTROLÜ	
• 8. Bölüm .....	100
GELENEKSEL TRANSFER ŞUTLARI	
• 9. Bölüm .....	116
AKIŞ YARDIMCILARI	
• 10. Bölüm .....	130
BANT DESTEĞİ	
• 11. Bölüm .....	152
YÜKLEME TEKNELERİ	
• 12. Bölüm .....	170
AŞINMA ASTARLARI	
• 13. Bölüm .....	180
KENAR SIZDIRMAZLIK SİSTEMLERİ	

**Şekil 6.1**

Bant, kuyruk tamburunun çevresine dolandıktan ve konveyörün üst tarafına ulaştıktan sonra, yükleme bölgesinde yükü almaya hazırlanmalıdır.

## 6. Bölüm

# YÜKLEME BÖLGESİNDEN ÖNCE

Kuyruk Tamburları .....	77
Konveyörler: Düz ve Oluklu .....	79
Oluğu Oluşturma .....	82
Giriş Alanında Sızdırmazlık .....	86
Tipik Özellikler .....	87
Gelişmiş Konular .....	88
Güvenlik Hususları .....	88
Kuyruğunuzu Koruyun .....	89



**Bu bölümde...**

Bir konveyör bandının yüklenebilmesi için bandın önce dökme malzemeyi taşıyacak şekle dönüştürülmesi gerekir. Bu bölüm, uç tamburları ve ilk tam açılı makaralar arasında bulunan geçiş alanlarını inceler ve bir banda nasıl oluk şekli verildiği ve bant şeklini değiştirmek için uygun geçiş mesafesini kullanmanın önemi hakkında bilgiler verir. Bu bölüm aynı zamanda, kuyruk tamburlarını inceler ve uygun tambur yapılandırmasını ve yerini gözden geçirir. Konveyörün kuyruğunda kaçak malzemenin kaçışını önlemek için kullanılacak teknikler de değerlendirilir.

Konveyörün dönüş yolunun sonunda, bant, kuyruk tamburunun çevresine dolanır ve yukarıya doğru en üste veya taşıyıcı tarafa hareket eder. Yüklemeye bölgesine girmeden önce, bant burada yük alımına hazırlanmalıdır (**Şekil 6.1**). Bu hazırlıklar, bant yolunun dengelenmesini, bandın yapı üzerinde merkezlenmesini, bandın yük taşıma için arzu edilen profile sokulmasını ve döküntüyü önlemek için yük bölgesinin arkasının ve kenarlarının sızdırmazlığını içerir.

Hem geçiş alanı hem de taşıma prosesinde kaçak malzemeyi (konveyör ve proses-ten kaçan malzemeyi) en aza indirmek yanında, ekipmanı korumak ve konveyörü maksimum verimliliğe hazırlamak için bu görevler yerine getirilirken özen gösterilmelidir.

Çoğu tesiste, konveyör sisteminin bu alanı döküntü problemleri ve çalışan yaralanmalarıyla meşhurdur. Bu bölümde, kaçak malzeme ve çalışan riskini artırmadan, bandı yüklemeye için düz şekilden oluk şekline ve tahliye noktasında düz şekle geri dönüştürmenin uygun yolları tartışılacaktır.

**KUYRUK TAMBURLARI****Bandı Merkezleme**

Yüklemeye bölgesine giderken bandı konveyör yapısının merkezinde bulundurmak kritik önem taşır. Eğer bant yükü aldığı

uygun şekilde merkezlenmemişse, yüklemenin kuvveti bant kaçıklığını artıracak ve konveyörün taşıyıcı tarafında karşılaşılan diğer problemleri artıracaktır.

Tambur ve yük alanı arasındaki alan çok kısadır ve bant, burada merkezden kaçışın düzeltilmesine izin veremeyecek kadar çok gerilime sahiptir; bu nedenle, bandın kuyruk tamburuna girdiğinde (ve çıktığında) merkezlenmesini sağlamak için konveyörün dönüşüne bant merkezleme cihazları takılır. Eğer kuyruk tamburuna girişinde merkezlenen bant, tambur ve yük bölgesi arasında merkezden kaçarsa, problem büyük ihtimalle tamburun hizasız olmasıdır. Eğer kuyruk tamburu düz ve bir merkezleme cihazı takılı ise, bant yük bölgesinde merkezlenmiş olmalıdır. (*Bkz. 16. Bölüm: Bant Hizalanması*)

**Kuyruk Tamburları: Kanat ve Sergiler**

Kanat tipi kuyruk tamburları çoğu zaman, bant ve tambur arasında, malzeme topaklarının sıkışmasından kaynaklanan bant hasarı riskini azaltmak için bir yöntem olarak takılır. Kanat tamburlarının, buharlı bir gemideki çarka benzeyen kanatları vardır (**Şekil 6.2**). Bu tasarım, normalde katı tambur ve bandın arasında sıkışacak malzemenin tambur yüzeyinden geçmesine izin verir. Tamburun enine bağlama çubukları arasında, ince veya tanecikli malzemenin kuyruk tamburu ve dönüş bandı arasında sıkışmasını önleyen eğimli, vadi şeklinde girintiler vardır. Bu vadiler, bir kendi kendini temizleme işlevi sağlar; yani, malzemenin üzerinde birikebileceği

**Şekil 6.2**

Kanat tamburları, buharlı bir gemideki çarka benzeyen kanatlar içerir.

küçük bir yüzey alanı vardır ve tamburun dönüşü, malzemeyi tamburun yüzeyinden atar (**Şekil 6.3**). Eğer konveyörün yükünün bir kısmını dönüş bandının üzerine dökmesi muhtemelse, her ne kadar bir tambur koruma sıyrıcısının montajıyla birlikte bandın yük bölgesinde uygun şekilde sızdır-

mazlığının sağlanması tercih edilen çözüm olsa da, kanat tamburu bu döküntüyü bant hasarı olmadan temizlemek için etkili bir cihaz vazifesi görür.

Kanat tipi tamburlara, aynı fayda ve sınırlamaları sağladıkları, yerçekimiyle gerdirmeye cihazlarında da rastlanır.

Kanat tipi kuyruk tamburları, tasarım amaçlarına rağmen, yine de malzeme yığılmasına ve sıkışmasına maruz kalır ve çoğu zaman arzu edilen korumayı sağlamaz. En çok, temizlik ve sızdırmazlığın kritik gereksinimler olmadığı yavaş hareket eden bantlarda başarılıdır. Daha büyük malzeme topları, tamburun “kanatlarında” sıkışarak, tamburun önlemek üzere tasarlandığı hasara neden olabilir (**Şekil 6.4**).

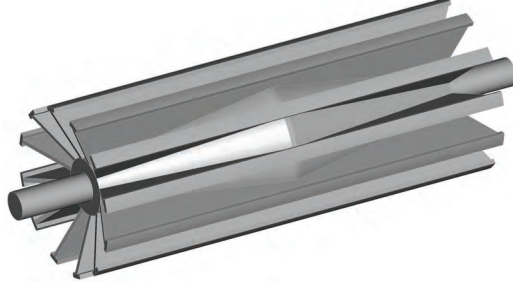
Üreticinin önerdiği minimum bükme yarıçapından küçük kanat tipi kuyruk tamburları, konveyör bandının karkasında hasara neden olabilir.

Kanat tamburlarının en önemli dezavantajı, bant yolunda oluşturdukları salınım hareketidir. Tamburun üzerindeki kanatlar, bant yolunun dengesini bozan ve bant sızdırmazlık sistemini olumsuz etkileyen bir titreşim hareketi oluşturur. Kaçak malzemeyi en aza indirmek için bant dengesini öne çıkaran bir transfer noktası tasarlamak ve daha sonra, sistemde dengesizliğe neden olan kanatlı bir kuyruk tamburu takmak, amaca zarar vericidir. Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA), kanat tamburlarının, saniyede 2,25 metre (450 ft/dk) üzerinde hareket eden bantlarda kullanılmamasını önerir.

Geleneksel kanatlı kuyruk tamburundan daha iyi bir seçim, spiral sarılmış kuyruk tamburudur (**Şekil 6.5**). Bu tamburların, tambur çevresine bir spiral şekilde sarılmış ek bir çelik şeridi vardır. Çelik şerit, tamburun her bir ucundan merkezde birbirine yaklaşan iki spiral halinde kanatların üstüne sarılır. Çelik şerit(ler)in kanat tamburunun çevresine sarılması, tamburun kendi kendini temizlemesi işlevini sağlar fakat banda verilen “zıplama” hareketini ortadan kaldırır.

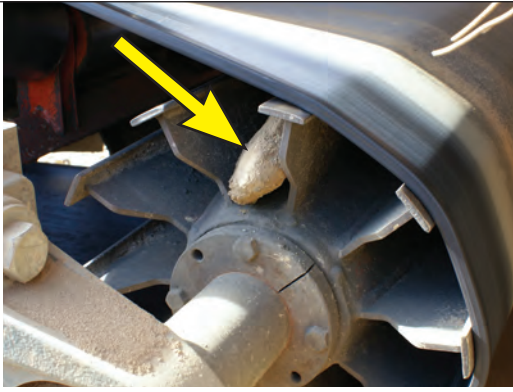
**Şekil 6.3**

Kanat tamburundaki vadiler, malzeme birikimlerini uzaklaştırmaya yarar.



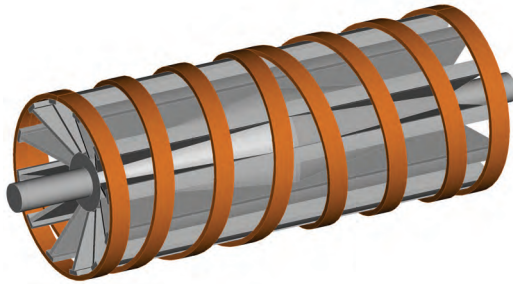
**Şekil 6.4**

Malzeme topları kanat tamburunun vadilerinde sıkışabilir.



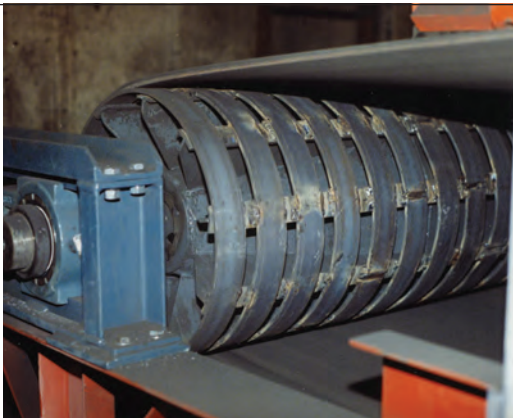
**Şekil 6.5**

Sarılmış bir tambur, bir yandan kanat tamburunun titreşimini ortadan kaldırırken diğer yandan malzeme birikmesini önlemeye devam eder.



**Şekil 6.6**

Tamburun çevresine spiral şeklinde sarılmış bir çelik şerit, kanat tamburunun bazı problemlerini ortadan kaldırabilir.



Spiral sarılmış kanat tamburları bazen yeni konveyör montajlarında orijinal ekipman olarak takılır. Mevcut kanat tamburları, kanatların dış kenarı çevresine kaynaklanan dar, 50 - 75 mm (2 - 3 inç) arası, çelik şeritlerle iyileştirilebilir (**Şekil 6.6**).

Kuyruk tamburlarında malzeme yığılmasını önlemek için en iyi çözüm, doğrudan tamburun önüne yerleştirilmiş bir temizleme cihazı tarafından korunan katı, düz bir çelik tambur kullanmaktır (**Şekil 6.7**). Bu çapraz veya V tipi sıyrıcı, bandın iç tarafında taşınabilecek herhangi bir kaçak malzemeyi temizlemek için, bandın taşıyıcı olmayan tarafında kuyruk tamburunun hemen öncesine yerleştirilmelidir. (Bkz. 15. Bölüm: *Tambur Koruma Sıyrıcıları*)

### Bombeli Tamburlar

Düz yüzeyli bir tambur, yüzeyi boyunca aynı çapa sahip tamburdur. Bombeli yüzeye sahip bir tamburda çap, dış kenarlardan tamburun merkezine doğru değişir ve merkez, kenarlardan hafifçe daha büyüktür (**Şekil 6.8**).

Bant, tamburun çevresinden geçip yüklenme bölgesine giderken bombeli yüzeyin bandın merkezlemesini iyileştireceğine yaygın olarak inanıldığından, bombeli tamburlar bazen konveyör kuyruğunda kullanılır. Bununla birlikte, bu her zaman doğru değildir ve tamburun bombeli yüzeyinin, banda gerçekten zarar verebileceği durumlar vardır.

Bombeli yüzeyli tamburlar asla bandın yüksek gerilim alanında kullanılmamalıdır. Bu genellikle tahrik edilen tamburdur. Tahrik edilen tambur baş tarafta, kuyruk tarafında veya bir merkez tahrikle, konveyörün dönüş tarafı boyunca herhangi bir yerde olabilir. Bu yüksek gerilim alanlarında, tamburun merkezindeki ek çap, bandın merkezine ilave gerilim ekler ve karkas ve kaplama hasarına neden olabilir. Bunun istisnası, bandın nominal geriliminin 35 kilonewton/metre (200 PIW) veya altında olduğu durumlardır; bu durumda tambur sistemde herhangi bir yerde kullanılabilir.

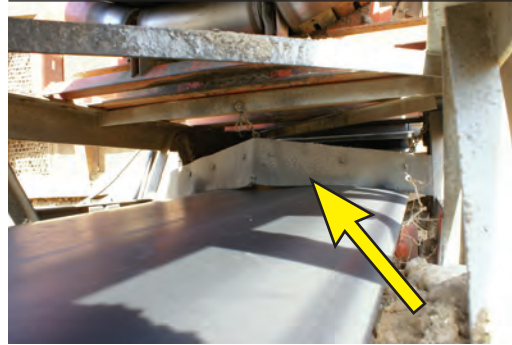
Bandın düşük gerilim alanlarında, bombeli yüzeyli tamburların bant merkezlemesi üzerinde hafif bir etkisi olabilir. Bununla birlikte, eğer bantta, bandın kavislenmesi, bant dış kavisi veya makara birleşme yeri arızası gibi ciddi problemler varsa, hiçbir tambur bombesi miktarı, bandı merkezlemeyecektir. Merkezden kaçışın nedenini tespit etmek ve problemi gidermek her zaman en iyi çözümdür. (Bkz. 16. Bölüm: *Bant Hizalanması*)

Bombeli tamburlar, tahliye tamburunun yüzeyine monte edilmiş bant sıyrıcılarla da sorunlara neden olur.

## KONVEYÖRLER: DÜZ VE OLUKLU

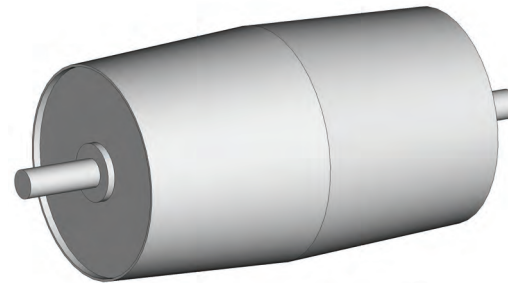
### Düz Bantlar

Çoğu dökme malzeme, düz bantlarda taşınabilir. Düz bantlar özellikle, serbestçe oluşmuş bir malzeme yığınının yapacağı dik bir yığın açısı olan malzemeler için yaygın olarak kullanılır. 30 derecenin üzerinde yığın açılara sahip malzemeler, düz bantlar için uygun malzemelerdir ve kömür, taş veya cevher gibi düzgün olmayan, tanecikli veya topaklı malzemelerden, talaş ve ağaç kabuğu gibi genellikle düzgün olmayan, kılçıklı, lifli ve birbirine kenetli ağır ilerle-



**Şekil 6.7**

Sıyrıcı, tamburu malzeme topaklarından korumak için tamburun önüne yerleştirilir.



**Şekil 6.8**

Bombeli tambur merkezde, kenarlarda olduğundan hafifçe daha büyüktür.

yen malzemelere kadar uzanır. (Şekil 6.9). Düşük yığın açılı malzemelerle aynı kenar mesafesini korurken, taşınan malzemenin hacmi azaltılır; bu nedenle, düşük yığın açılı malzemeler bandın oluklaştırılmasını gerektirir.

Düz bantlar özellikle, yük veya yükün bir kısmı, sıyrıcılar veya saptırıcı plakalar tarafından ara noktalarda banttan boşaltılacağında etkilidir.

Bantlı besleyiciler, neredeyse sadece düz bantlar kullanır. Bunun nedeni, besleyicilerin genellikle çok kısa olmalarıdır ve banda

oluk şeklini vermek için alanı dar olan operasyonlara sığmaları gerekir. Besleyiciler genellikle çok yüksek yüklerle çalışır ve ağır hizmet makaraları kullanır. Birçok besleyici bandı yön değiştirebilir. Büyük bir malzeme yükünü taşımak için, besleyici bantlar çoğu zaman yüksek gerilimde çalışır, bu da bandın oluklaştırılmasını zorlaştırır. Ayrıca, bantlı besleyicilerin yüksek kafa yükü de sızdırmazlığı güçleştirir. Bu zorluk, bol kenar mesafeleri bırakarak ve daha yavaş hızlarda çalışarak aşılabilir; bu şekilde bu bantlı besleyicilerden ortaya çıkan döküntü kontrol edilebilir. Çoğu durumda, bu bantlar, boylu boyunca bir yükleme teknesi ve sızdırmazlık sistemiyle donatılır. Diğer besleyici bantlar, aşınma astarıyla birlikte monte edilen iç şut duvarı ve bandın kenar sızdırmazlığını içeren dış şut duvarı arasında bir boşluğun bırakıldığı çift şut duvarı tasarımına sahiptir (Şekil 6.10).

Düz bantlar, geçiş alanlarına ihtiyaç duymaz veya oluklu konveyörlerin karşılaştığı geçiş problemlerini yaşamaz. Bununla birlikte, bu kitapta tartışılan diğer konveyör bileşenleri ve problemlerinin çoğu, düz bantlı konveyörler için geçerli olacaktır.

### Oluklu Konveyörler

Çoğu malzeme ve konveyör için, banda oluk şeklinin verilmesi, bandın taşıma kapasitesinde büyük bir artış sağlar (Şekil 6.11).

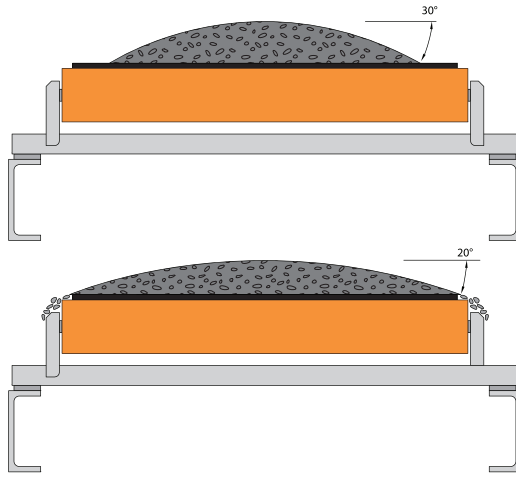
### Tipik Oluk Açılıları

Standart oluk açılıları Avrupa'da 20, 30 ve 40 derecedir; Kuzey Amerika'da, 20, 35 ve 45 derecelik oluk açılıları yaygındır (Şekil 6.12). Bununla birlikte, giderek artan küresel ekonomiyle birlikte, tüm dünyada herhangi bir yerde, herhangi bir oluk açısına sahip konveyörlere rastlanabilir. Bir zamanlar, 20 derecelik oluk standarttı, fakat bant tasarımı ve yapısındaki gelişmeler, zamanından önce arıza olmaksızın bant kenarlarının daha fazla bükülmesine izin verdikçe daha derin oluklar yaygınlaştı. Yüksek tonajlı madencilik gibi bazı özel uygulamalarda, döküntü ve darbe hasarını azaltmak için 60 derecelik oluğa sahip katener rulolar kullanılır.

**Şekil 6.9**

Yüksek yığın açısına sahip malzemeler düz bantlarda taşınabilir.

Düşük yığın açılı malzemeler için, aynı malzeme miktarının taşınması banttan dökülmeye neden olacaktır; bu nedenle, düşük yığın açılı malzemeler bandın oluklaştırılmasını gerektirir.



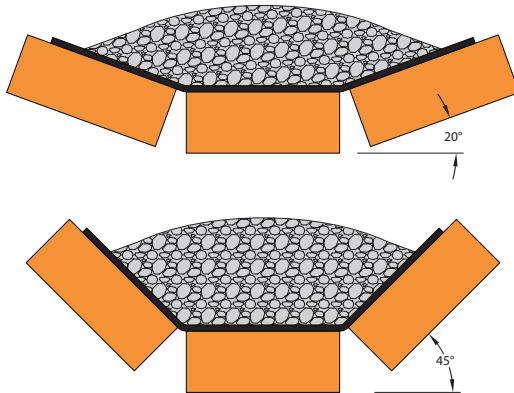
**Şekil 6.10**

Bazı bantlı besleyiciler, aşınma astarı ve dış şut duvarı arasında boşluk bulunan bir çift duvar sistemi içerir.



**Şekil 6.11**

Bandın oluk şekline sokulması genellikle konveyörün kapasitesini artırır.



Daha uzun ve daha yüksek hıza sahip konveyörler, çoğu zaman karkasta çelik kordonlar bulunan kalın bir bant kullanılması gerektirebilir. Sonuç olarak, bu bantlar, daha az oluklaşma yeteneğine sahip olabilir.

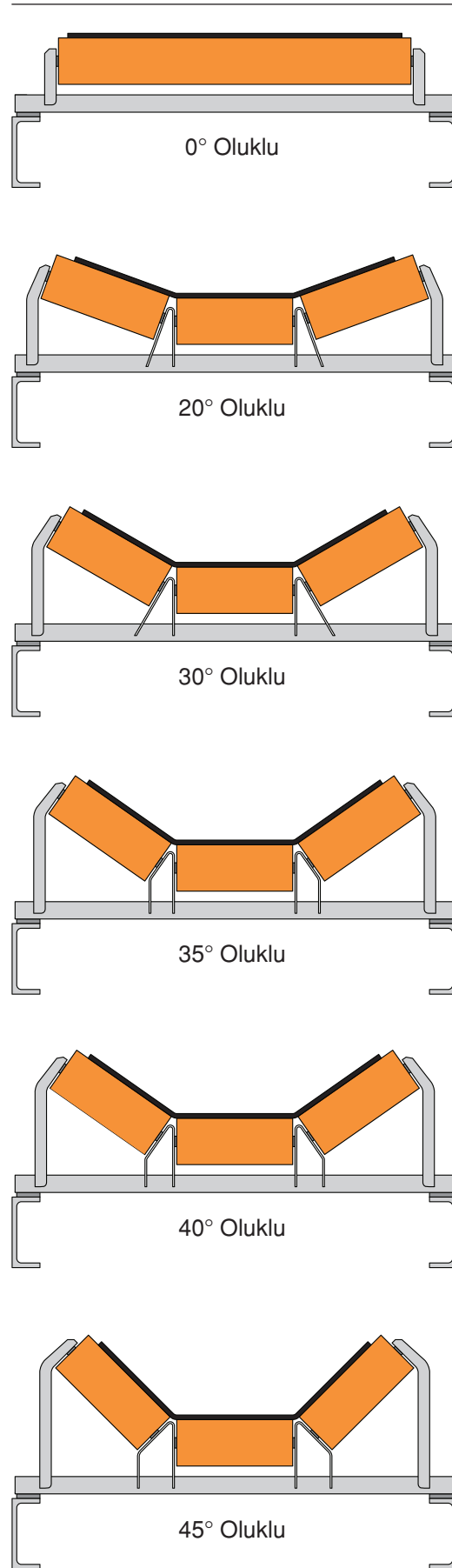
Düşük bükme gereksinimleri ve sonuçta bantta oluşan gerilim azalması nedeniyle, 20 derecelik bir oluk, en kalın bantların kullanımına izin vererek en ağır malzemelerin ve en büyük topakların taşınabilmesini sağlar.

20 dereceden daha dik oluklaştırma açıları genellikle malzeme düşük bir yığın açısına sahip olduğunda istenir. Daha yüksek oluklaştırma açıları çok geniş bir uygulama yelpazesi için uygundur. Daha yüksek oluklaştırma açıları en iyi, geçiş mesafesinde sınırlamalar ve yan kenar sızdırmazlığı için açıkta kalan kenar mesafesi gereksinimi gibi kısıtlamalar için toleranslar verildiğinde iş yarar.

Her ne kadar daha büyük kapasite faydasını sağlasalar da, oluklu bantlar aynı zamanda bazı sınırlamalar da getirir. Eğer konveyör tasarımı ve bant tertibatının teknik özelliklerini belirtme sürecinde uygun şekilde göz önünde bulundurulmamışsa, problemlere neden olabilecek bir alan da, bant kenarlarında gerilimi önlemek için gerekli daha uzun geçiş mesafesidir. Daha dik oluk açılarının diğer dezavantajları, rüzgar etkisine karşı daha fazla korunmasızlık ve daha yüksek bant hasarı olasılığıdır.

Bandın oluklaştırılması genellikle, bandın merkezlenmesine pozitif katkıda bulunur. Oluklu bir bandın başka bir faydası da, kenar döküntüsü ve rüzgar nedeniyle yaşanan kaybın azaltılması nedeniyle iyileştirilmiş malzeme zapt etme yeteneğidir.

Genel anlamda, herhangi bir konveyörde kullanılacak oluk açısının seçimi, gerekli malzeme tonajını taşımak için mümkün olan en az pahalı ve dolayısıyla en dar bant gereksinimi tarafından belirlenir.



**Şekil 6.12**

Konveyör oluğu için standart açılar tüm dünyada değişir.

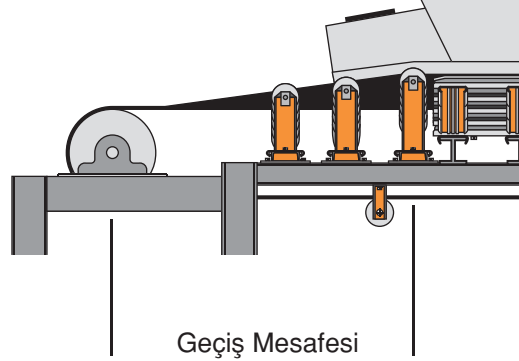
## OLUĞU OLUŞTURMA

### Geçiş

Tipik bir konveyörde, bant, hareketinin taşıma kısmı için oluklaştırılır ve dönüş yolu için düz yapıya geri döndürülür. Bu neden-

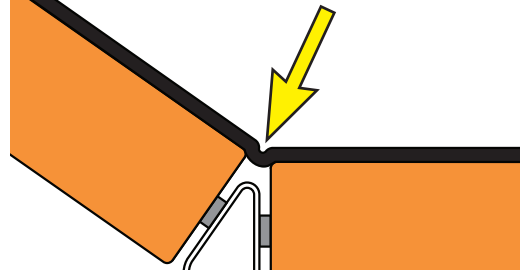
**Şekil 6.13**

Uç (kuyruk veya baş) tamburundan ilk tam açılı makaraya kadar olan mesafeye geçiş mesafesi denir; bu alanda bant düzden olukluya veya olukludan düze çevrilir.



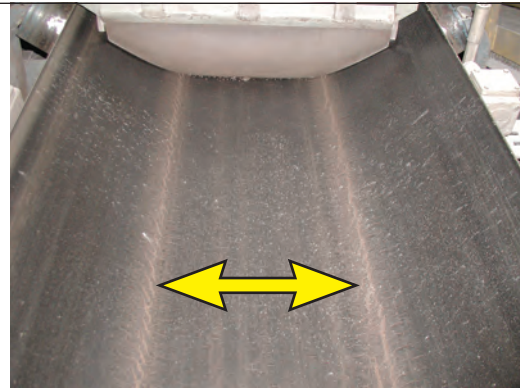
**Şekil 6.14**

Çok kısa bir geçiş mesafesi, merkez rulonun kanat rulolarıyla birleştiği yerdeki birleşme yerinde katlanmalara neden olabilir.



**Şekil 6.15**

Birleşme yeri arızasının neden olduğu hasar, merkez rulosu ve kanat ruloları arasındaki birleşme yerinin üzerinde iki paralel çizgi şeklinde görülür.



**Şekil 6.16**

Birleşme yeri arızasının bir işareti de bantın "W" veya "V" şeklini alması olabilir.



le, bir (baş veya kuyruk) uç tamburunda, bant düzden oluklu şekle veya olukludan geri düze dönüştürülmelidir. Bant profilinin bu şekilde değiştirilmesine genellikle geçiş adı verilir (**Şekil 6.13**). Geçişler, bir oluklu konveyörün kuyruk (yükleme) ve baş (tahliye) tamburu noktalarında bulunur ve triper başı gibi konveyörün diğer alanlarında meydana gelebilir.

Uç tamburunun merkez hattından, ilk tam açılı makaraya kadar olan mesafeye geçiş mesafesi denir. Bu alan, bant için, konveyörün diğer herhangi bir alanında daha fazla olası risk arz eder. Bir düz bantı tam oluklu bir profile dönüştürürken, bantın yanlarındaki gerilim, merkezde olduğundan daha büyüktür. Bantın dış üçte birlik kısmı uzamalı ve merkezdeki üçte birlik kısımdan daha uzağa gitmelidir. Bu, mekanik veya vulkanize bant ekinin bant kenarlarında bozulmasına neden olabilir. Ayrıca, bu gerilim nedeniyle bantın katları ayrılabilir.

Bantın dış hatlarındaki bu değişiklik için izin verilen aralık olan geçiş mesafesi, her bir uç tamburunda yeterli olmalıdır. Aksi takdirde, bant, makara birleşme yerlerinde (oluklu bir makara setinde, yatay rulonun eğimli rulolarla bulunduğu noktalar) aşırı gerilime maruz kalacaktır. Bantın dış üçte birlik kısmı daha fazla uzatıldığından, nihayetinde, makara birleşme yerinde, bantı boyu boyunca yırtacak bir kat yeri oluşabilir (**Şekil 6.14**). Aynı zamanda, eğer karkasın esnekliği hafifçe aşılmışsa, bant yırtılmayabilir; fakat sınırları ötesinde gerilerek bant merkezleme problemlerine yol açabilir. Eğer geçiş mesafesi çok kısaysa, kenar ve merkez gerilimleri arasındaki aşırı bir fark, bantın yanal katlılığının üstesinden gelebilir. Bu, bantı oluğun içine zorlayabilir, böylelikle merkeze doğru bükülür veya makaranın rulolarının birleştiği makara birleşme yerlerinde sıkışır (**Şekil 6.15**). Makara birleşme yeri arızasının ilk işareti, bantın dönüş tarafında "W" veya "M" şeklinde bir kat yeri veya şekil olarak görülecektir (**Şekil 6.16**). Çok kısa bir geçiş alanına sahip olmasından dolayı bantta görülen artmış kenar gerilimi, oluk makaralarının dış rulmanlarına artan bir yük bindirecek ve

erken makara arızasına neden olabilecektir.

Bant gerilimi, tambur ve ilk tam açılı makara arasında uygun geçiş mesafesi korunarak, dolayısıyla bantta oluşturulan gerilimi en aza indirerek güvenli sınırlar içinde tutulabilir.

Bandı bu geçişlerde uygun şekilde desteklemek için, uç tamburu ve ilk tam açılı makara arasında ara açılara sahip makaralar kullanılmalıdır.

Bu geçiş makaraları, bandın profilini yavaşça uygun oluk açısına dönüştürmesine izin verecektir. Birkaç makaraya ve daha büyük bir mesafeye dağıldığından, bandın makara birleşme yerindeki gerilmesi en aza indirilir.

### Geçiş Mesafesi

Bir bandın geçişi için gerekli mesafe, gerekli oluklaşma miktarı, bant kalınlığı, bandın yapısı, karkasın tipi (çelik kablolu veya dokuma) ve bandın nominal gerilimine göre değişir. Seçili bant için en azından minimum mesafeyi sağlamak amacıyla bir geçiş mesafesi seçilmelidir.

Bant karkası ne kadar ağır olursa, oluklu bir yapıya geçirilmeye o kadar direnecek ve geçerli geçiş mesafesi o kadar uzun olacaktır. Eğer konveyörün merkezine doğru aşağı uzatılan bir ipin, makaraların dış kenarına yerleştirilen ipten daha kısa olacağı hatırlanırsa, bunu anlamak kolaylaşır. Bandın dış kenarları, bandın ortasından daha uzağa gitmelidir. Oluk açısı ne kadar yüksek olursa, kenarlar o kadar fazla gerilir ve o açıya ulaşmak için gerekli mesafe o kadar büyür.

Gerekli geçiş mesafesi, bandın yapısı-

nın bir fonksiyonudur. Yeni bir konveyör tasarlarken, bant tertibatı malzeme yüküne ve konveyörün taşıma uzunluğu özelliklerine uyacak şekilde seçilmelidir. Daha sonra sistemin geçiş mesafesi, seçili bant tertibatının gereksinimlerine uyacak şekilde tasarlanmalıdır. Bununla birlikte, daha olası bir senaryo da, boş alan kısıtlamaları ve maliyet kaygıları nedeniyle, bant tertibatının çelik konveyör yapısında tasarlanmış geçiş mesafesine uyacak şekilde seçilmesidir. Bununla birlikte, hangi yol izlenirse izlensin, önerilen geçiş mesafesini belirlerken bant tertibatı üreticisine danışılmalıdır.

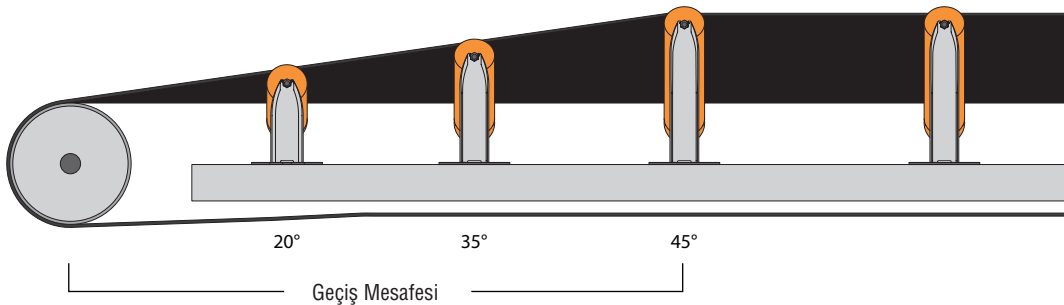
Mevcut konveyörlerde bant tertibatının değiştirilmesi durumunda, bant konveyör yapısında sağlanan geçiş mesafesine uyacak şekilde seçilmelidir. Bir bant, hiçbir koşulda, geçiş mesafesinin bant için çok kısa olduğu bir konveyöre yerleştirilmemelidir.

Mevcut yapının geçiş mesafesinin bantla uyumlu olduğundan emin olmak için bandın tedarikçisiyle temasa geçilmesi şiddetle önerilir. Önerilen geçiş mesafesini, çeşitli oluk açılarında hem dokuma hem de çelik kordlu bantlar için nominal bant geriliminin bir fonksiyonu olarak tanımlayan tablolar, üreticilerin literatüründe ve CEMA tarafından yayınlanan *DÖKME MALZEMELER için BANTLI KONVEYÖRLER'in Altıncı Baskısında* bulunabilir.

### Geçiş Makaraları

Mesafeye bağlı olarak, bandı uç tamburu ve ilk tam açılı makara arasında desteklemek için bir veya daha fazla geçiş makarası kullanılmalıdır.

Bandın aşamalı olarak düz bir profilden



**Şekil 6.17**

Tambur ve ilk tam açılı makara arasında birkaç geçiş makarası yerleştirilmelidir.

tam oluklu bir şekilde dönüştürülmesini destekleyen birkaç makara takılması iyi bir uygulamadır (**Şekil 6.17**). Geçiş makaraları (düz ve tam oluklu arasında) belirli aralarda üretilebilir veya çeşitli pozisyonlara uyacak şekilde ayarlanabilir olabilir (**Şekil 6.18**). Örneğin, 35 derecelik bir oluk makarasının önüne, geçiş makarası olarak 20 derecelik bir oluk makarası ve 45 derecelik bir makaranın önüne, hem 20 derecelik hem de 35 derecelik birer makara yerleştirilmesi iyi bir uygulama olacaktır. CEMA tüm geçiş makaralarında metal rulolar kullanılması önerir.

Uç tamburuna en yakın geçiş makarasının, tamburun tepesi ve makaranın merkez silindirin tepesi aynı yatay düzlemde

olacak şekilde takılması da, bandın dengesi ve transfer noktasının sızdırmazlığının sağlanabilmesi açısından önemlidir. Buna tam oluk geçişi denir.

### Yarım Oluklu Tambur Derinliği

Gerekli geçiş mesafesini kısaltmak için, konveyör tasarımcısı, kuyruk tamburunun yükseltilmesini gerektiren bir “yarım oluk” geçiş düzenli kullanmak isteyebilir. Tamburu, (bandın tamburdan çıktığı) tepesi (merkez rulusunun tepesiyle bir hizada olmak yerine) kanat rulolarının orta noktasıyla aynı hizada olacak şekilde yükselterek, gerekli geçiş mesafesi kabaca yarıya düşürülebilir (**Şekil 6.19**). Bu teknik genellikle, bir engelden sakınmak veya konveyör uzunluğundan küçük bir miktar tasarruf etmek için geçiş mesafesini kısaltmak için kullanılır.

Geçmişte, bu yarım oluk düzeni, CEMA ve bant tertibatı üreticileri tarafından, özellikle bir konveyörü sınırlı bir alana sığdırırken, bant dönüştükçe makara ek yerinde oluşan aşırı gerilmeyi önlemenin bir yolu olarak kabul edilmiştir. Bununla birlikte, yarım oluk tasarımında, bandın yüksüz hareket ederken makaralardan kalkması gibi

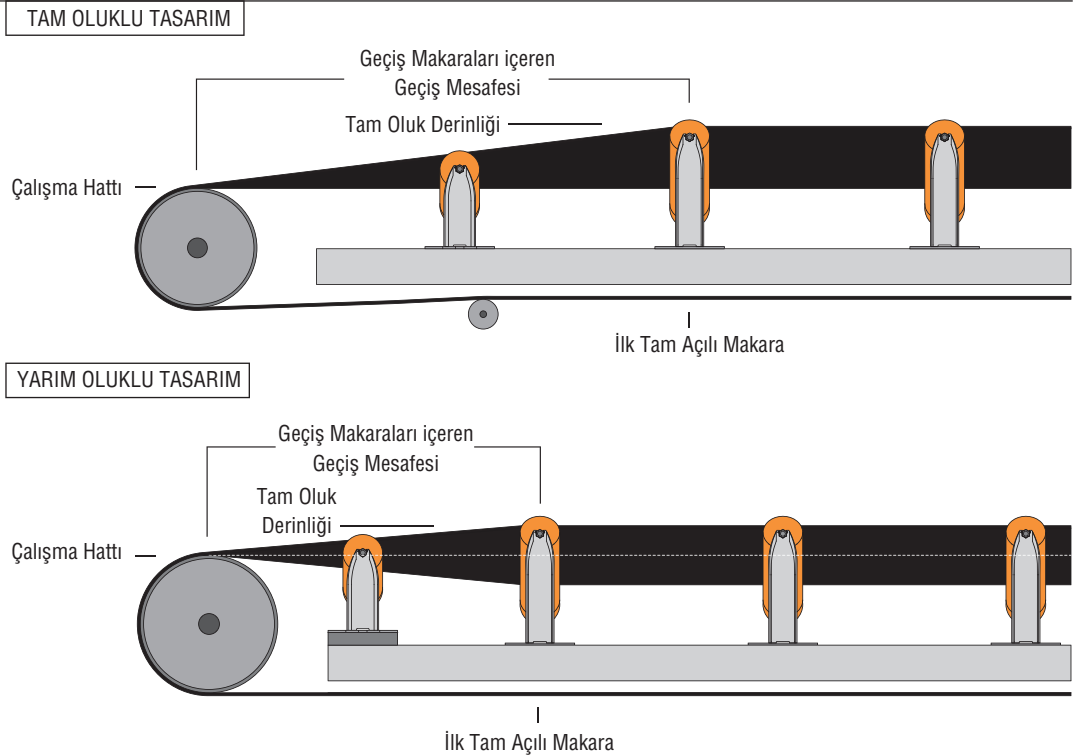
**Şekil 6.18**

Bazı makara şasileri, geçiş makaraları olarak kullanılmasına izin vermek için kanat rulolarında birden fazla montaj deliğiyle üretilir.



**Şekil 6.19**

Yarım oluklu tasarımda (altta), kuyruk tamburunun, bant, kanat rulolarının orta noktasıyla aynı hizada olacak şekilde yükseltilmesi, geçiş mesafesinin kısaltılmasına izin verir. Bununla birlikte, bu işlem diğer problemlere yol açabilir.





problemler doğabilir (**Şekil 6.20**). Yarım oluklu bir bant yüklenirken, malzeme akışının hızındaki pik ve ani yükselişler, bant hattını büyük ölçüde değiştirecek ve transfer noktası sızdırmazlığının etkili şekilde sağlanmasını önleyecektir. Bant hattındaki bu değişiklikler, asılı tozu dışa itmek için bir fan vazifesi gören bir “pompalama hareketi” oluşturur. Ayrıca, bu tasarım bandın geçiş alanında bükülmesine neden olabilir. Bu şekilde deforme olmuş haldeyken bandın yüklenmesi, etkili sızdırmazlığı imkansız kılar ve banttaki “yüksek noktalarda” artan darbe ve aşınma seviyeleri nedeniyle bant aşınmasını artırır.

Yarım oluklu bir tamburun oluşturduğu sorunları çözmek, yalnızca kuyruk tamburunu makaraların merkez silindiriyle hizalı olacak şekilde indirmekten daha karmaşıktır. Minimum geçiş mesafesi korunmalıdır: Tambur aşağı doğru hareket ederken, aynı zamanda ilk tam açılı makaradan da uzaklaşmalıdır. Eğer bu mümkün değilse, gerekli geçiş mesafesini kısaltmak için yükleme alanında oluk açısının azaltılması gibi diğer değişiklikler yapılmalıdır. Bant daha sonra yük bölgesinin dışında daha yüksek bir oluk açısına alınabilir. Başka bir yaklaşım da çok aşamalı bir geçiş alanı benimsemektir. Bu tekniklerin her ikisi de aşağıdaki Gelişmiş Konular başlığında tartışılmaktadır.

Daha iyi bir uygulama ve CEMA'nın şu anki tavsiyesi, tam oluklu düzenin, tamburun makara setindeki merkez silindirin tepesiyle aynı hizada olduğu yerde kullanılmasıdır. Bu daha uzun bir geçiş mesafesi gerektirir, fakat yükleme bölgesine girerken bandın dengesini büyük ölçüde iyileştirir ve sonuç olarak, transfer noktası sızdırmazlığının sağlanabilirliğini artırır.

### Geçiş Alanında Yüklenme

Geçiş alanındayken bandın yüklenmesi kötü bir uygulamadır ve bundan sakınılmalıdır. Yükün banda verildiği alan, bandın tamamen oluklaştığı ve bir kayar yatak veya ilk tam açılı makaralar setinin orta noktası tarafından uygun şekilde desteklendiği noktadan önce başlamamalıdır. Daha iyi bir çözüm de, yükü, malzemenin çalkantı

nedeniyle yapacağı herhangi bir geri sıçramayı karşılamak için bu tam oluklu noktadan yaklaşık 300 milimetre (12 inç) sonra vermektir.

Eğer yüklenme, bant oluklu yapıya geçiş yaparken gerçekleştirilirse, yük yanları paralel olmayan hafifçe daha büyük bir alanın üzerine düşürülür. Bu daha büyük alan, yan kenarlar üzerindeki baskıyı ve bant tam oluk şeklini alırken bant ve astarlardaki aşınmayı artırır. Ayrıca, geçiş alanındaki bandın şekli değişiyor olduğundan, etkili sızdırmazlık için gerekli dengeli bant profiline de sahip olmayacaktır.

Diğer malzemelerden ve şutun duvarlarından seken malzeme, planlanan yük noktasının arkasına saptırabilir. Bu nedenle, malzemenin yolu, malzemenin geçiş alanına taşmasını önlemek için banda, kuyruk tamburunun önünde yeterince uzakta temas edecek şekilde tasarlanmalıdır. Yüklenme bölgesinde yeterli bant desteğinin sağlanması, bandın etkili sızdırmazlık için kritik önem taşıyan düz yüzeyi korumasını sağlar.



**Şekil 6.20**

Yarım oluk tasarımının kullanılması, bandın (özellikle yüksüz olduğunda) makaraların üzerinden kalkmasına neden olabilir.



**Şekil 6.21**

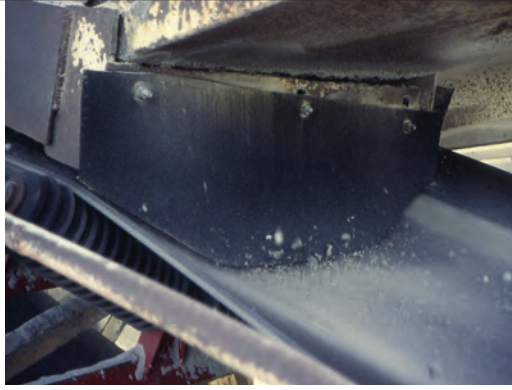
Yüklenme bölgesinin arkasında etkili bir sızdırmazlık sağlamak sorun olabilir.

**GİRİŞ ALANINDA SIZDIRMAZLIK****Sızdırmazlık Sistemleri**

Bandın yük bölgesine girişinin sızdır-

**Şekil 6.22**

Basit kauçuk veya plastik arka sızdırmazlıklarının genellikle etkisiz olduğu görülmüştür.

**Şekil 6.23**

Eğer kuyruk sızdırmazlığı zorlanarak banda çok sıkıca yaslanırsa, "bant sıyırma etkisi" malzemeyi banttan kazıyarak yük bölgesinin arkasında yığılmasına neden olacaktır.

**Şekil 6.24**

Eğer konveyör eğimliyse, malzeme banttan aşağı yuvarlanarak zeminde yığılacaktır.

**Şekil 6.25**

Yükleme bölgesinin köşelerinde sızdırmazlık zordur, malzemenin dökmülmesine ve tozun dışarı sızmasına izin verir.



mazlığı çoğu kez bir sorundur (Şekil 6.21). Malzemenin yüklenirken sarsılması, bazı parçacıkların sıçramasına veya geriye doğru konveyörün kuyruğuna yuvarlanmasına neden olabilir. Malzeme geri sıçrayarak yük bölgesinden dışarı çıkacak, konveyörden aşağı yuvarlanacak ve tambur, rulman destekleri veya kuyruk tamburunun yakınındaki zeminde birikecektir.

Bu problemi çözmek amacıyla, yükleme şutunun arkasına bir çeşit sızdırmazlık sistemi uygulanır. Bu sızdırmazlık genellikle, bir plastik veya kauçuk tabakasından üretilen bir perde veya duvardır (Şekil 6.22). Bu sızdırmazlık, problemleri çözdüğü kadar pek çok problem de yaratabilir.

Eğer bandın şut tertibatına girişindeki sızdırmazlık çok gevşek şekilde uygulanırsa, malzeme yükleme bölgesinin arkasından geçiş alanına ve oradan da zemine kaçmaya devam edecektir. Eğer yükleme bölgesinin arkasından sızıntıyı önlemek için sızdırmazlık sistemi banda fazla sıkı şekilde yerleştirilirse, sızdırmazlık bir bant sıyrıcı gibi davranabilir. Bu durumda, sızdırmazlık, tahliye tamburundan geri dönüşü sırasında banda yapışıp kalmış her türlü malzemeyi kazıyacaktır. Bu "bant sıyrıcı etkisiyle" çıkarılan malzeme daha sonra, bandın yükleme bölgesine girdiği noktada birikecek (Şekil 6.23) veya eğer konveyör eğimliyse, banttan aşağı yuvarlanarak konveyör kuyruğunda yığılacaktır (Şekil 6.24).

Şutun köşelerinin sızdırmazlığını, bandın yüklendiği yerin arkasında sağlamak, yüksek malzeme basınçları ve transfer noktasından dışarı toz taşıyabilen ciddi hava hareketi nedeniyle zordur (Şekil 6.25). Giriş alanının sızdırmazlığını sağlamada yaşanan bu güçlük, malzeme yükleme sırasında oluşan "pik ve vadilerden" veya bir kanat tipi kuyruk tamburu kullanılmamasından kaynaklanan bant gerilimindeki dalgalanmaların oluşturduğu, bant hattındaki dinamik titreşimlerle artar. Bu nedenle kanat tamburlarından uzak durulmalıdır.

**Çok Bariyerli Sızdırmazlık Kutusu**

Yük bölgesinin arkasındaki alanın sız-

dırmazlığını çok bariyerli bir sızdırmazlık kutusuyla sağlamak etkili bir yaklaşımdır (**Şekil 6.26**). Yükleme şütunun arka duvarına takılan bu kutu, şutu, bandın kuyruk tamburundan geçerken düz olduğu alana bağlar. İdeal bir durumda, kuyruk kutusu, kuyruk tamburunun düz yüzeyine kadar uzatılarak sızdırmazlığı daha etkin ve bakımı daha kolay kılar (**Şekil 6.27**). Mevcut konveyörleri iyileştirirken kuyruk sızdırmazlığı kutusu çoğu zaman geçiş alanına monte edilir.

Yeni konveyörler için bu önerilmez, çünkü geçiş kıvrımının sızdırmazlığının sağlanması güçtür.

Sızdırmazlık kutusunun, kuyruk tamburuna en yakın duvarı olan arka duvarının dışına bir sızdırmazlık şeridi takılır (**Şekil 6.28**). Bant hareketi tarafından bant yönünde saptırılan bu şerit, yükleme bölgesinin arkasından ve konveyörün kuyruğundan dışarı malzeme kaçışını önleyen tek yönlü bir sızdırmazlık oluşturur. Bu şerit, bandın üzerinde yalnızca hafif bir baskıyla durduğundan, bant sıyrıcı etkisi önlenir. Banda yapışan malzeme, banttın “sıyrılmadan” sızdırmazlığın altından geçebilir.

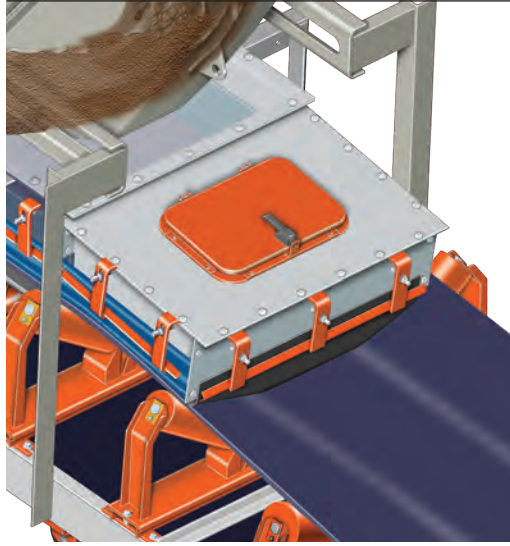
Kutunun yanları, malzemenin bandın kenarları üzerinden dökülmesini önlemek için az bakım gerektiren, çok katmanlı bir yükleme teknesi sızdırmazlığıyla donatılmıştır. Sızdırmazlık şeridinin kuyruk sızdırmazlığı kutusundan yükleme teknesinin çıkış ucuna kadar sürekli uzanması için, kuyruk sızdırmazlığı kutusu konveyörün başlangıcını kapsamalıdır (**Şekil 6.29**). Bu sürekli sızdırmazlık, darbe bölgesinin yüksek basınç köşelerinin sızdırmazlığıyla yaşanan problemleri giderir.

Kuyruk sızdırmazlığı kutusunun tepesi, herhangi bir yabancı malzemenin konveyöre dönüşüne izin vermek için bir erişim kapağı içermelidir (**Şekil 6.30**).

## TİPİK ÖZELLİKLER

### A. Geçiş

Konveyör tasarımı, bandın, üzerine



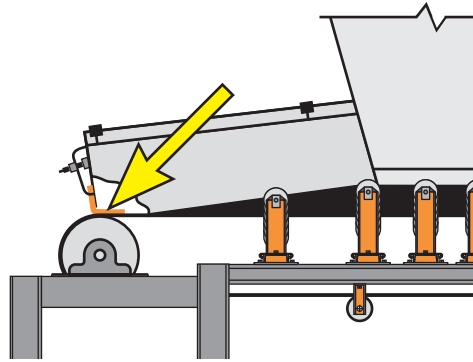
**Şekil 6.26**

Kuyruk sızdırmazlığı kutuları, malzemenin konveyör yüklemeye bölgesinin arkasından düşmesini önlemek için takılır.



**Şekil 6.27**

Mevcut konveyörleri iyileştirirken çoğu zaman geçiş alanına bir kuyruk sızdırmazlığı kutusu monte edilir. Yeni konveyörler için bu önerilmez, çünkü geçiş kıvrımının sızdırmazlığını sağlamak güçtür.



**Şekil 6.28**

Sızdırmazlık kutusunun kuyruk tamburuna en yakın arka duvarının dışına bir sızdırmazlık şeridi takılmalıdır.



**Şekil 6.29**

Bant kenar sızdırmazlığı sistemleri, kuyruk sızdırmazlığı kutusundan çevrili alanın ucuna kadar sürekli bir şerit halinde uzanmalıdır.

**Şekil 6.30**

Kuyruk sızdırmazlığı kutusunda bulunan bir erişim kapağı, dökülen herhangi bir malzemenin konveyöre geri döndürülmesine izin verecektir.



herhangi bir malzeme yüklenmeden önce tamamen oluklaştırılabilmesi için yeterli geçiş mesafesi ve geçiş makaraları içermelidir.

**B. “Tam oluk” yüksekliği**

Tamburdan çıkan bandın açılı makara setinin merkez silindiriyle aynı hizada olması için kuyruk tamburu “tam oluk” yüksekliğinde yerleştirilmelidir.

**C. Arka kapak sızdırmazlığı kutusu**

Kaçak malzemenin yük bölgesinin arkasından kaçmasını önlemek için tam oluklu bandın üzerine, muhafazanın kuyruk tamburu ucunda etkili sızdırmazlığa sahip bir arka kapak sızdırmazlığı kutusu takılmalıdır.

**D. Yükleme teknesi sızdırmazlık şeridi**

Kuyruk sızdırmazlığı kutusunun yanlarındaki bant kenarlarında etkili sızdırmazlık, yükleme teknesi sızdırmazlık şeridi, kutudan transfer yükü bölgesine doğru, malzemeyi sızdıracak her-

hangi bir ek veya dikiş yeri olmadan tek bir sürekli sızdırmazlık şeridi şeklinde uzatılarak sağlanır.

**GELİŞMİŞ KONULAR****İki Aşamalı Geçiş Alanları**

Uzun yıllar boyunca, yük verilmeden önce bandın tamamen oluklaştırılmış olması gerektiği önerilmiştir. Bu düşüncedeki bir değişiklik, bandın yüklendiğinde (örneğin geçiş alanından geçerken) dengeli olmasının, yüklendiğinde tamamen oluklaştırılmış olmasından daha kritik olduğu fikridir. Kuyruk tamburu ve yükleme bölgesi arasında çok kısa bir mesafe bulunan bir konveyörde, bandı kuyruk tamburu ve yük bölgesi arasındaki alanda kısmen oluklaştırmak ve bant yüklendikten sonra geçişi tamamlamak daha iyi olabilir (Şekil 6.31). Bunun herhangi bir fayda sağlaması için, bant hattı, darbe yatakları ve yan destek yatakları gibi gelişmiş destek yapılarıyla dengelenmeli ve kenarların sızdırmazlığı, bandın ilk oluklaştırılmasından sonra etkili şekilde sağlanmalıdır. Bant kenarlarının son oluk açısına yükseltilmesi, yük bandın üzerine geçtikten sonra gerçekleştirilebilir.

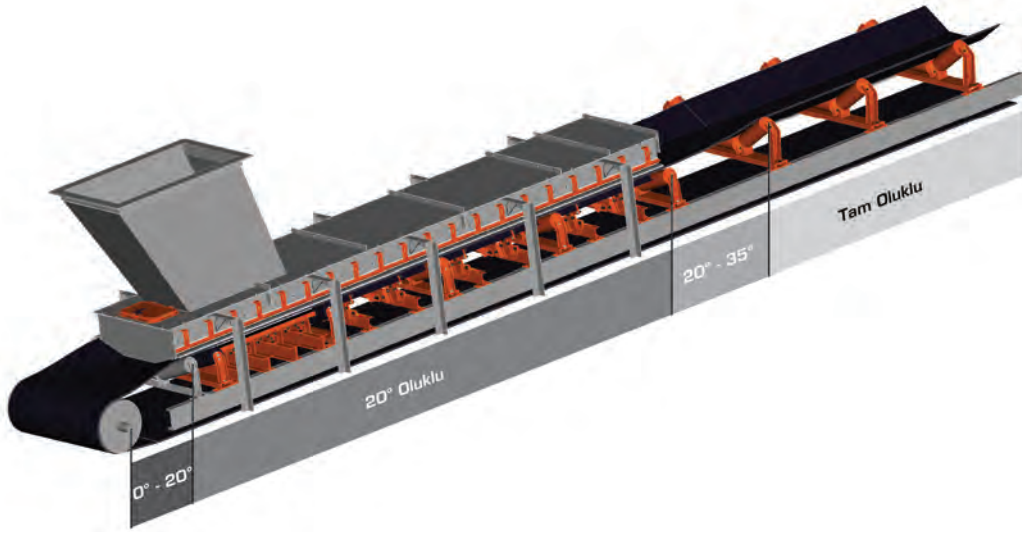
Kuyruk tamburu ve yük şutu arasındaki geleneksel geçiş alanında yetersiz alan bulunan konveyörler için, bu yöntem, bandın geçişi sırasında yükleme dengesizliği yaratmadan daha yüksek bir oluklaştırma açısı faydası sağlar.

**GÜVENLİK HUSUSLARI**

Konveyör kuyruğu alanında çok sayıda sıkıştırma noktası bulunması nedeniyle, çalışanlar burada kolaylıkla sıkışabilir. Ayrıca, döküntü problemlerine sebep olan bu alanda, kürekle atma kazalarının meydana gelmesi de olasıdır. Bu alanda herhangi bir bakım veya temizlik işi gerçekleştirilmeden önce uygun kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürleri kullanılmalıdır.

Çalışanlar hareket eden bir konveyör üzerinde asla çalışmamalı veya üzerine kürekle atmamalıdır.

Tüm döner ekipman ve sıkıştırma noktaları üzerine uygun muhafaza ve güvenlik etiketlerinin kullanılması gerekir; muhafazalar konveyör çalışırken sökülmemeli veya devre dışı bırakılmamalıdır.

**Şekil 6.31**

İki aşamalı bir geçiş alanında, bant yüklenmeden önce kısmen oluklaştırılır. Yük yerleştirildikten sonra, bant, oluk açısını artıran başka bir geçiş sürecinden geçer.

### Aşamalı Geçişler

Bir geçiş mesafesinin çok kısa olması problemiyle başa çıkmanın başka bir yöntemi de çok aşamalı bir geçişin kullanılmasıdır. Bandın çok çabuk oluklaştırarak hasar riski almak yerine, bant yük bölgesi boyunca uzatılmış bir mesafede oluklaştırılır. Bu, değişikliği neredeyse fark edilemeyecek kadar aşamalı hale getirir.

Bir defasında, bant profili, 12 metrelik (40 ft) bir geçiş alanında düzden 35 derecelik bir oluğa dönüştürüldü. Bu konveyör muhtemelen birden fazla yük bölgesi, kalın bir bant ve kuyruk tamburu ve ilk yükleme bölgesi arasında minimum mesafe içeren uzun bir transfer noktası bulunan özel bir durumdu. Bu teknikte anahtar, oluk için düz bir hat sağlamak amacıyla, bant desteğini korumaktır. Özel olarak tasarlanmış bileşenler kullanmak yerine, bu aşamalı oluklaştırma değişimi, geleneksel bileşenler “askılı” veya hafifçe hizasız bir şekilde monte edilerek gerçekleştirildi. Kasıtlı bir “hizasız” montaja uyum sağlayacak yeterli ayarlama içeren bant destek yatakları, ayarlanabilir açılara sahip oluk makaralarıyla birlikte kullanıldı.

### KUYRUĞUNUZU KORUYUN

#### Sonuç olarak...

Bir konveyör bandının kuyruk kısmı nispeten basit ve bileşenleri genellikle doğru

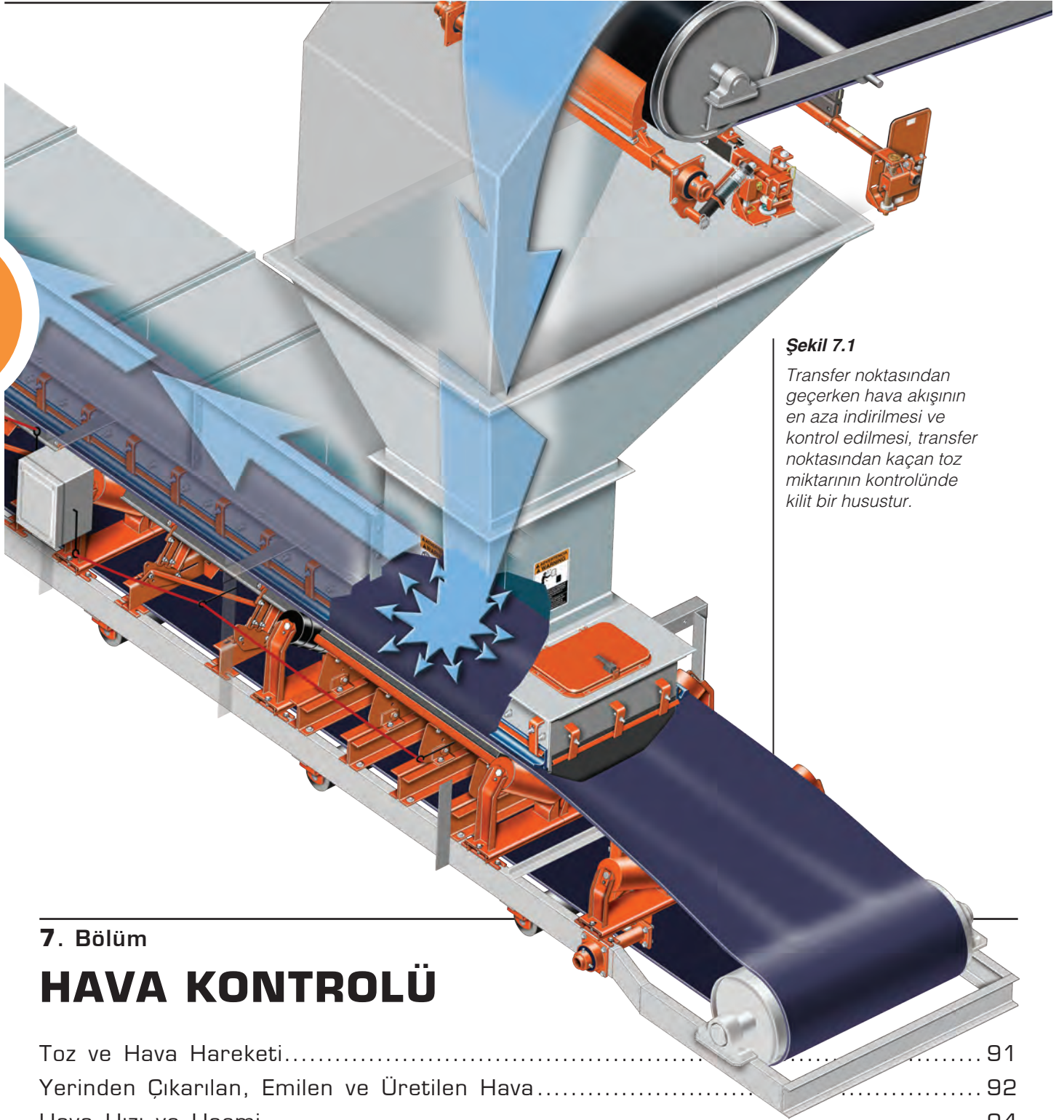
kabul edildiğinden, konveyörün bu kısmı en önemli kısımlardan biri olabilir. Eğer hizalamaya, kuyruk tamburu tipine, geçiş mesafesine ve sızdırmazlığa dikkat edilmezse, olumsuz etkiler tüm konveyör sisteminin performansını düşürebilir.

#### İlerideki bölümlerde...

Yükleme Bölgesinden Önce başlıklı bu bölüm, konveyörün kuyruğunda kaçak malzeme kaçışını önlemek için tekniklerle birlikte kuyruk tamburları ve geçiş alanlarını inceleyerek Bandı Yüklemeye konusunu başlattı. Aşağıdaki bölümler, Hava Kontrolüyle başlayarak bant yüklemenin diğer yönlerini ele alacaktır.

### REFERANSLAR

- 6.1 Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (2005). *BELT CONVEYORS for BULK MATERIALS*, Altıncı Baskı. Naples, Florida.
- 6.2 <http://www.conveyorbeltguide.com> web sitesi, bant tertibatının birçok yönünü kapsayan değerli ve ticari olmayan bir kaynaktır.
- 6.3 Herhangi bir konveyör ürünleri üreticisi veya distribütörlerin çoğu, kendi özel ürünlerinin yapısı ve kullanımı hakkında çok çeşitli materyaller sağlayabilir.

**Şekil 7.1**

Transfer noktasından geçerken hava akışının en aza indirilmesi ve kontrol edilmesi, transfer noktasından kaçan toz miktarının kontrolünde kilit bir husustur.

## 7. Bölüm

# HAVA KONTROLÜ

Toz ve Hava Hareketi.....	91
Yerinden Çıkarılan, Emilen ve Üretilen Hava.....	92
Hava Hızı ve Hacmi .....	94
Havayı Kontrol Etme .....	95
Sistem Bakımı.....	98
Tipik Özellikler .....	98
Gelişmiş Konular .....	98
Güvenlik Hususları .....	99
Hava Kontrolü ≈ Toz Kontrolü .....	99

**Bu bölümde...**

Bu bölümde, asılı tozun kaçışını kontrol etmek için hava hareketini kontrol etmenin önemini inceleyeceğiz. Yerinden çıkarılan hava, emilen hava ve üretilen hava miktarını hesaplamak için kullanılan denklemler, toplam hava akışıyla olan ilişkileriyle birlikte verilmektedir. Hava hızı ve hacmini ölçme yöntemleri de tartışılmaktadır. Ek birçok teknikte birlikte, asılı tozu en aza indirmek amacıyla havanın kontrol edilmesi için dört tasarım parametresi açıklanmaktadır. Son olarak, bakım ve güvenlik hususları yer almaktadır.

Konveyör yükleme bölgeleri ve tahliye noktaları, asılı tozun oluşumu ve yayılmasında başlıca kaynaklardır. Bir transfer noktasında oluşan toz miktarı, taşınan malzemenin doğası, banda düşüş yüksekliği ve boşaltma ve yükleme bantlarının hızları ve açıları gibi birtakım faktörlere bağlıdır. Bir transfer noktasından geçerken hava akışının en aza indirilmesi ve kontrol edilmesi, transfer noktasından kaçan toz miktarının kontrolünde kilit bir husustur (**Şekil 7.1**).

**TOZ VE HAVA HAREKETİ****Tozu Kontrol Etmek için Havayı Kontrol Edin**

Malzemeler bir konveyör üzerinde hareket edip transfer noktasından geçerken, içlerinde ve beraberlerinde bir hava akımı taşırlar. Bu hava akımı, yeterli hızla, ince parçacıkları malzeme kütesinden ayırıp bunları, malzemelerle birlikte taşıyabilir veya konveyörün muhafazaları dışına yayabilir.

İnce taneli malzemelerin asılı hale gelip gelmeyeceğini belirleyen koşullar, hava hızı, parçacık büyüklüğü ve dökme malzemelerin yapışkanlığıdır. Bu özellikler, aşağıdaki sezgisel, görelî ilişki tarafından çıkan toz miktarına katkıda bulunur: Çıkan

toz miktarı, parçacık boyutu ve malzeme yapışkanlığı faktörlerine bölündüğü şekliyle, hava hızına orantılıdır (**Şekil 7.2**). Bu parametrelerden biri veya daha fazlası belirli olduğunda, tozu kontrol yeteneği diğer özelliklerden birinin veya her ikisinin değiştirilmesine bağlı olur. Eğer hava hızı artırılır, fakat parçacık boyutu ve yapışkanlık sabit kalırsa, asılı toz artacaktır. Eğer hava hızı sabit kalır ve parçacık boyutu veya yapışkanlık artırılırsa, asılı toz miktarı azaltılacaktır. Eğer hava hızı sabit kalır ve parçacık boyutu veya yapışkanlık düşürülürse, asılı toz miktarı artacaktır.

Taşınan parçacıkların boyutunun değiştirilemediği durumlarda, toz emisyonunu en aza indirmek için havanın hızı veya parçacıkların yapışma gücü değiştirilmelidir. (*Parçacıkların yapışma gücünü değiştirmek ile ilgili bilgi için bkz. 19. Bölüm: Toz Bastırma*). Bir konveyör transfer noktasından içeri ve dışarı hava hareketinin kontrolü, o transfer noktasının içinde oluşan tozu azaltmayacak, fakat transfer noktasından dışarı taşınan toz miktarı üzerinde önemli bir etki yaratacaktır. Bir transfer noktası tarafından çıkan pozitif basıncın sınırlanmasının, kaçak malzemelerin kontrolüne önemli faydaları olacaktır.

**Transfer Noktalarında Hava Hareketi**

Bir transfer noktasından geçen havanın hacmi, transfer noktası muhafazasının büyüklüğü, muhafazadaki açıklıklar ve diğer proses ekipmanının varlığıyla doğrudan bağlantılıdır. Bir konveyörün toz yönetimi sistemi bileşenlerinin maliyeti, sistemin içine çekilen havanın hacmiyle doğrudan bağlantılıdır. Bu nedenle, hava hareketinin anlaşılması ve kontrolü, transfer noktası tasarımıyla etkin ve ekonomik toz kontrolünde esastır.

İdeal olarak, muhafazanın içinde hafif bir negatif basınç arzu edilir. Bu durum, ince tanelerin ve asılı tozun dışarı taşınmak

$$\text{Çıkan Toz} \propto \frac{\text{Hava Hızı}}{\text{Parçacık Boyutu} \cdot \text{Yapışkanlık}}$$

**Şekil 7.2**

Asılı Toz Oluşumundaki İlişki

yerine yapının içinde tutulması için havayı muhafazanın içine çekecektir. Genellikle bunu, aktif bir toz toplama sistemi olmadan sürekli olarak başarmak imkansız değilse bile güçtür. Transfer noktasının üzerindeki ekipman ve malzemelerin transfer noktasından geçişi tarafından oluşturulan hava akışı, sistemin içinde pozitif bir basınç yaratarak, transfer noktasından dışarı doğru bir hava akışı oluşturur. Bu, en çok bir konveyör yükleme bölgesinde olur; çünkü malzemelerin besleme yapılan bant üzerindeki darbesi, havayı kayda değer bir “çarpma” dışarı sürer. Darbe ne kadar büyük olursa, darbe alanından çıkan hava akımı da o kadar kuvvetli olacaktır. Eğer bu pozitif basınç, malzeme akışının kontrolü, yeterli basınç tahliyesi veya toz toplama sistemleriyle kontrol edilmezse, toz parçacıkları dışarıya doğru akan havayla transfer noktasından dışarı taşınacaktır.

den çıkarılan hava, emilen hava ve üretilen hava.

Belirli bir transfer noktasındaki toplam hava akışı, yerinden çıkarılan hava, emilen hava ve üretilen hava toplanarak hesaplanabilir (**Denklem 7.1**).

### Yerinden Çıkarılan Hava

İlk kategori, yerinden çıkarılan havadır. Yerinden çıkarılan hava, bir kahve fincanıyla basit şekilde açıklanabilir. Bu fincana kahve koyulduğunda, içerideki hava kahveyle yer değiştirir. Malzemeler bir yükleme şutuna girdiğinde de aynı etki oluşur: Şutu dolduran hava dışarı itilir ve yerini malzemeler alır. Şuttan çıkarılan hava miktarı, şütün içine yerleştirilen malzemelerin hacmine eşittir. Malzemelerin bir transfer noktasından geçişi daima, yük (taşınan malzeme miktarı) ve dökme yoğunluğuyla hesaplanabilecek yerinden çıkarılan havayı üretecektir (**Denklem 7.2**).

### Emilen Hava

Emilen hava, dökme malzemeler her hareket ettiğinde, konveyör yükleme bölgelerinde mevcuttur, çünkü dökme malzemeler, belirli bir miktar hapsolmuş hava içerir ve bantta hareket ederken yanlarında küçük bir miktar hava taşırlar. Malzemeler, baş tamburunu normal yoldan terk ederken, malzeme akışı genişler ve yeni boşlukların içine hava çeker. Her bir malzeme parçacığı, bir miktar havaya enerji vererek, havayı malzeme akışıyla birlikte çeker. Ürün yere

## YERİNDEN ÇIKARILAN, EMİLEN VE ÜRETİLEN HAVA

### Hava Akışını Hesaplama

Hava akışı ölçülebilir veya hesaplanabilir. Aşağıdakiler teorik fakat uygulanabilir bir yöntem olarak sunulmuştur. Belirli herhangi bir konveyör tasarımı ve malzeme akışı birleşiminin şartları, sonuçları önemli ölçüde etkileyebilir.

Belirli bir transfer noktasının çevresinde bulunabilecek veya içinden geçebilecek hava hareketinin üç kaynağı vardır: yerin-

#### Denklem 7.1

Toplam  
Hava Akışı  
Hesabı

$$Q_{tot} = Q_{dis} + Q_{ind} + Q_{gen}$$

**Eldeki veri:** Bir transfer noktası, saniyede 0,77 metreküp/saniye (1625 ft<sup>3</sup>/dk) hava üreten bir kırıcıya bağlıdır. Yerinden çıkarılan hava 0,06 metreküp/saniye (133 ft<sup>3</sup>/dk) ve emilen hava 0,055 metreküp/saniyedir (117 ft<sup>3</sup>/dk). **Bulunacak:** Toplam hava hareketi.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
$Q_{tot}$	Toplam Hava Akışı	metreküp / saniye	fit küp / dakika
$Q_{dis}$	Yerinden Çıkarılan Hava	0,06 m <sup>3</sup> /sn	133 ft <sup>3</sup> /dk
$Q_{ind}$	Emilen Hava	0,055 m <sup>3</sup> /sn	117 ft <sup>3</sup> /dk
$Q_{gen}$	Üretilen Hava (Mevcutsa)	0,77 m <sup>3</sup> /sn	1625 ft <sup>3</sup> /dk
<b>Metrik: <math>Q_{tot} = 0,06 + 0,055 + 0,77 = 0,885</math></b>			
<b>İngiliz: <math>Q_{tot} = 133 + 117 + 1625 = 1875</math></b>			
$Q_{tot}$	Toplam Hava Akışı	0,885 m <sup>3</sup> /sn	1875 ft <sup>3</sup> /dk



indiğinde ve yeniden bir yığının içinde sıkıştırdığında, bu emilen hava serbest kalarak yük bölgesinin merkezinden uzağa doğru akan önemli bir pozitif basınca yol açar. Eğer bu pozitif basınç uygun transfer noktası tasarımı veya tahliye sistemleriyle kontrol edilmezse, ince tozlar hava akımında sistemden dışarı taşınacaktır.

Emilen hava için şu örnek verilebilir: Duşta su açıldığında, duş başlığından çıkan su akımı yayılır. Bu hareket eden su, beraberinde bir miktar havayı çeker. Bu hava akımı, duş perdesinin su akışına doğru hareketinde fark edilebilir.

Bir konveyör transfer noktasında emilen havanın miktarını etkileyen faktörler arasında, malzemelerin miktarı, taşınan malzeme parçacıklarının büyüklüğü, malzeme düşüşünün yüksekliği ve baş şutunda, havanın muhafazanın içine alınmasına izin veren açıklık(lar)ın büyüklüğü bulunur. Emilen hava bu faktörler kullanılarak hesaplanabilir (**Denklem 7.3**).

Emilen havanın kontrolündeki en kontrol edilebilir faktör, hava emişinin (Au) gerçekleştiği açıklığın büyüklüğüdür. Havanın sisteme girişi için açıklık(lar) ne kadar küçük olursa, Au değeri ve kaçacak veya dışa atılması gereken hava hacmi o kadar

küçük olacaktır. (Not: Au yükleme bölgesinde veya besleme yapılan konveyörün çevrili alanındaki akış aşağı kapakların büyüklüğü değil, baş şutu muhafazasına bant girişinin büyüklüğüdür.)

Emilen hava miktarını düşürmenin kolay ve maliyet açısından etkin bir yöntemi, baş şutundaki tüm açıklıkların büyüklüğünü azaltmaktır. Bu, bandın baş şutuna girdiği ve çıktığı açık alanların sızdırmazlığının sağlanması yanında, tambur milleri üzerine sızdırmazlıkların ve bant sıyrıcı ve diğer muayene açıklıklarının üzerine kapakların yerleştirilmesini de içerir.

### Üretilen Hava

Hareket eden havanın diğer kaynakları, konveyör yük bölgesini besleyen cihazlardır. Bunlar içinde, kırıcılar, ağaç yonga makineleri, çekiçli kırıcılar veya fan benzeri bir etki yaratan bir dönüş hareketiyle havayı transfer noktasının içine iten herhangi bir cihaz bulunur. Tüm transfer noktalarında bulunmasa da, bu üretilen hava akışı tüm hava hareketlerinin en şiddetlisi olabilir.

Eğer varsa, göz önünde bulundurulması gereken diğer cihazlar, malzeme akışını desteklemek için kullanılan hava şokları, vibratörler ve tazyikli hava hortumlarıdır.

$$Q_{dis} = \frac{k \cdot L}{\rho}$$

**Eldeki veri:** Bir transfer şutu, metreküp başına 800 kilograma (50 lb<sub>m</sub>/ft<sup>3</sup>) denk gelen 180 ton / saat (200 st/s) malzeme taşımaktadır. **Bulunacak:** Yerinden çıkarılan hava.

### Denklem 7.2

Yerinden Çıkarılan Hava Hesabı

	Değişkenler	Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
$Q_{dis}$	Yerinden Çıkarılan Hava	metreküp / saniye	fit küp / dakika
$L$	Yük (taşınan malzeme miktarı)	180 t/s	200 st/s
$\rho$	Dökme Yoğunluğu	800 kg/m <sup>3</sup>	50 lb <sub>m</sub> /ft <sup>3</sup>
$k$	Dönüşüm Katsayısı	0,277	33.3
<b>Metrik:</b> $Q_{dis} = \frac{0,277 \cdot 180}{800} = 0,062$			
<b>İngiliz:</b> $Q_{dis} = \frac{33.3 \cdot 200}{50} = 133$			
$Q_{dis}$	Yerinden Çıkarılan Hava	0,062 m <sup>3</sup> /sn	133 ft <sup>3</sup> /dk

Bu tip hava hareketi, pitot tüpleri ve manometreler gibi hava hızı ve hacmi ölçme aletleri kullanılarak ölçülebilir. Çeşitli ekipman parçalarının hava çıkışının hesabını almak için son kullanıcının ekipmanın üreticisiyle temasa geçmesi daha kolay olabilir. Kırıcıya bağlı olarak, üreticiler çeşitli tipler için üretilen havayı kabaca hesaplar (Tablo 7.1).

Üretilen hava önemli bir miktarda olabileceğinden, üretilen hava miktarı ekipmanın üreticisinden alınabilir veya ekipman çalışırken ölçülen egzoz alanı hava hızıyla çarpılarak hesaplanabilir.

sınç alanından düşük basınç alanına akar. Parçacık büyüklükleri, malzeme yapışkanlığı ve rutubet içeriği gibi tozun malzeme akışında kalmasına neden olan birtakım değişkenler olmasına rağmen, toz parçacıkları genellikle 1,0 ila 1,25 metre/saniye (200 - 250 ft/dk) arasında toplama hızına sahiptir. Bu, bir malzeme yatağı üzerinde bu hızda hareket eden havanın tozu yüzeyden kaldırıp uzağa taşıyabileceği anlamına gelir.

Yük bölgelerinin çıkış şutlarının boyutlandırılması için iyi bir tasarım parametresi, çıkış alanı hava hızını 1,0 metre/saniyenin (200 ft/dk) altında tutmaktır. Daha yüksek hızlar, hava akımının malzeme parçacıklarını toplamasına ve bunları havada asılı tutmasına izin vererek, yakalamayı, toplamayı veya bastırmayı daha da zorlaştırabilir.

## HAVA HIZI VE HACMI

### Hava Hızı

Hava, basınç farkı nedeniyle, yüksek ba-

#### Denklemler 7.3

Uyarılan Hava Hesabı

$$Q_{ind} = k \cdot A_u \cdot \sqrt[3]{\frac{RS^2}{D}}$$

**Eldeki veri:** Bir transfer şutu saatte 180 ton (200 st/s) taşımaktadır ve 0,046 metrekare (0.5 ft<sup>2</sup>) açık uçlu alana sahiptir. 0,075 metre (0.25 ft) ortalama çapa sahip malzeme 1,25 metre (4 ft) düşmektedir. **Bulunacak:** Uyarılan hava.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
$Q_{ind}$	Uyarılan Hava Hacmi	metreküp / saniye	fit küp / dakika
$A_u$	Baş Şutundaki Açık Alan	0,046 m <sup>2</sup>	0.5 ft <sup>2</sup>
$R$	Malzeme Akış Hızı	180 t/h	200 st/s
$S$	Serbest Malzeme Düşüşü Yüksekliği	1,25 m	4 ft
$D$	Ortalama Malzeme Çapı	0,075 m	0.25 ft
$k$	Dönüşüm Katsayısı	0,078	10
Metrik: $Q_{ind} = 0,078 \cdot 0,046 \cdot \sqrt[3]{\frac{180 \cdot 1,25^2}{0,075}} = 0,055$			
İngiliz: $Q_{ind} = 10 \cdot 0.5 \cdot \sqrt[3]{\frac{200 \cdot 4^2}{0.25}} = 117$			
$Q_{ind}$	Uyarılan Hava Hacmi	0,055 m <sup>3</sup> /sn	117 ft <sup>3</sup> /dk

Tablo 7.1

Kırıcı Tipi	Çeşitli Kırıcı Tiplerinin Ürettiği Yaklaşık Hava Seviyeleri	
	300 milimetre (12 inç) Açıklık Genişliği başına Kırıcı Beslemesinde	300 milimetre (12 inç) Konveyör Genişliği başına Kırıcı Tahliyesinde
Çeneli Kırıcı	850 m <sup>3</sup> /h (500 ft <sup>3</sup> /dk)	850 m <sup>3</sup> /h (500 ft <sup>3</sup> /dk)
Döner Kırıcı	850 m <sup>3</sup> /h (500 ft <sup>3</sup> /dk)	1700 m <sup>3</sup> /h (1000 ft <sup>3</sup> /dk)
Çekiçli kırıcılar ve impaktörler	850 m <sup>3</sup> /h (500 ft <sup>3</sup> /dk)	2550 m <sup>3</sup> /h (1500 ft <sup>3</sup> /dk)

## Hava Hızını ve Hacmini Kontrol Etme

Transfer noktasından dakikada geçen hava miktarı ölçümlerden hesaplanabilir (**Denklem 7.4**). Hareket eden havanın hacmini hesaplamak için (bant çıkışı, kuyruk kutusu, bandın yanları, toz toplama cihazları ve diğer açıklıklar dahil), transfer noktasının her bir açık alanını terk eden ölçülmüş hava hızını, her bir açıklığın alanıyla çarpın. Bu hava akışları daha sonra toplam hava akışını bulmak için toplanır. Bu ölçümler, transfer noktası çalışırken alınmalıdır. Hava hızı ölçümleri, nispeten ucuz bir el anemometresiyle gerçekleştirilebilir; alan bir mezurayla ölçülebilir (**Şekil 7.3**).

Kıncılar, titreşimli elekler, besleyiciler ve diğer proses ve taşıma ekipmanı tarafından transfer noktası muhafazasının içinden geçecek, ek hava akışı üretilebileceğinden, hava hızının, bu cihazlar da çalışırken ölçülmesi gerekir.

Bu hava hacmi hesabı, hava hacmi hesaplamalarıyla karşılaştırılmalıdır (**Denklem 7.1**). Eğer büyük bir fark varsa, DAİMA ölçülen hava hızıyla hesaplanmış hava akışı kullanılmalıdır (**Denklem 7.4**).

## HAVAYI KONTROL ETME

### Hava Hareketini Kontrol Etme

Konveyör transfer noktalarında tozu kontrol etmek için tam bir sistem, dört tasarım parametresine dayanır:

A. Muhafazadan giren hava miktarını sınırlayın

Havanın boşaltım yapan konveyörün baş tamburunda muhafazaya girmesinin önlenmesi, karmaşık veya pahalı değişiklikler yapılmadan mümkündür. Bandın girişine ve çıkışına geleneksel kauçuk perdeler takılabilir ve tambur millerinin çevresi gibi diğer açıklıklar kapatılabilir. Konveyörleri tahliye ucunda hava girişini sınırlamak için yapılabilecek belki de en kolay şey, tüm muayene kapaklarının kapalı olduğundan emin olmaktır.

B. Malzeme akışının yayılmasını sınırlayın

Transfer noktasından geçerken her bir parçacık veya malzeme topağı muhafazadaki havaya etki ederek, havanın bir kısmını beraberinde taşır. Baş tamburundan çıkarken ve transfer noktasından geçerken malzemeler, saptırıcılar veya tasarlanmış davlumbazlar ve saptırma şutlarıyla sıkıştırılmış bir akımda tutulabilir. Bir saptırıcı, malzeme akışı



**Şekil 7.3**

Hava ölçümleri nispeten ucuz bir el anemometresi ve bir cetvelle yapılabilir.

$$Q_{tot} = A \cdot V$$

**Eldeki veri:** Bir transfer noktasından çıkan havanın hızı saniyede 4,3 metre (850 ft/dk) olarak ölçülmüştür. Transfer noktası muhafazasının toplam 0,19 metrekarelik (2 ft<sup>2</sup>) enine kesit alanı vardır. **Bulunacak:** Toplam hava akışı.

**Denklem 7.4**

Hava Miktarı Hesabı

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
$Q_{tot}$	Toplam Hava Hareketi	metreküp / saniye	fit küp / dakika
$A$	Transfer Noktası Muhafazasının Enine Kesit Alanı	0,19 m <sup>2</sup>	2 ft <sup>2</sup>
$V$	Havanın Hızı	4,3 m/sn	850 ft/dk
<b>Metrik: <math>Q_{tot} = 0,19 \cdot 4,3 = 0,81</math></b>			
<b>İngiliz: <math>Q_{tot} = 2 \cdot 850 = 1700</math></b>			
$Q_{tot}$	Toplam Hava Hareketi	0,81 m <sup>3</sup> /sn	1700 ft <sup>3</sup> /dk

problemleri doğurabilir; oysa tasarlanmış davlumbaz ve saptırma şutlarının akış problemleri yaratma olasılığı daha düşüktür. Malzemeler ne kadar çok ve hareket ne kadar hızlı olursa, tasarlanmış bir şuta duyulan ihtiyaç o kadar büyük olur. (Bkz. 22. Bölüm: *Tasarlanmış Akış Şutları*)

- C. Malzeme düşüş yüksekliğini sınırlayın  
Geleneksel bir konveyör tahliyesinde, malzemeler serbest düşer. Bu, malzemeleri dağıtarak, akımı daha büyük ve beraberinde daha fazla hava taşıyabilir hale getirir, çünkü hava yayılan malzemelerin içinde oluşan boşlukları doldurur. Malzemeler bir sonraki banda düştüğünde, sıkışan hava yığımdan uzağa itilerek pozitif bir basınç yaratır. Malzemeler ne kadar uzağa düşerse, düşme kuvveti o kadar büyük; dolayısıyla, havanın çıkış basıncı da o kadar yüksek olur. Düşüş yüksekliğinin sınırlanması bu probleme hitap eder. Düşüş yüksekliğinin sınırlanması genellikle, konveyörlerin birbirine yakınlaştırılmasını içerir. Bu, bir konveyör kurulduktan sonra uygulanması inanılmaz karmaşık bir süreçtir; bununla birlikte, düşüş yüksekliğini sistem tasarımında en aza indirmek nispeten kolaydır.

- D. Muhafazanın içindeki hava hızını, toz parçacıklarının toplama hızının altında olacak şekilde sınırlayın

Geleneksel konveyör muhafazaları, hava taşıyan geniş kanallar gibi davranır. Bunlarda olduğu gibi, konveyör şutu ve yükleme teknesi tarafından oluşturulan kanalın enine kesit alanı, muhafazanın içinden geçen havanın hızını değiştirmek için artırılabilir veya azaltılabilir. (Hızı belirlemekle ilgili benzer problemler için 11. Bölüm: *Yükleme Teknelerine, özellikle de Gelişmiş Konular başlığına bkz.*)

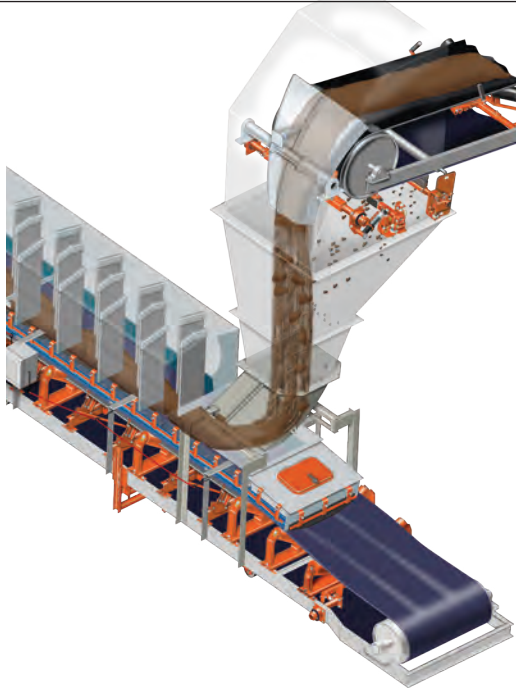
### Davlumbaz ve Saptırma Şutu Sistemleri

Malzemelerin tahliye tamburunu terk ettiklerinde yayılmalarını önlemek, emilen hava olarak içeri çekilen havanın miktarını önemli ölçüde azaltacaktır. Hareket eden malzeme akışını zapt etmek için bir “davlumbaz ve saptırma şutu” tasarımı kullanan şutlar hava akışını azaltır (**Şekil 7.4**). Davlumbaz malzeme kütesinin yayılmasını en aza indirerek akımı aşağı doğru saptırır. Saptırma şutu, malzemelerin, ister başka bir konveyörün teknesi ister yükleme bölgesi olsun, bir kaba doğru aşağı kaymasını sağlamak için pürüzsüz bir düşme hattı sağlayan eğimli bir yükleme şutu sağlar. Davlumbaz, yük bölgesindeki malzemelerin hızını, yönünü ve darbe seviyesini kontrol ederek malzemeleri eşit ve sürekli olarak “besler”. Çelişkili bir biçimde, davlumbaz ve saptırma şutunun tasarımı, şuttan geçen malzemenin hızını korumak için yerçekimi ve sürtünmeye bağlıdır. Bazı kurulumlarda, tozu kontrol etmek amacıyla bu tasarımı kullanmak için yeterli düşüş yüksekliği bulunmayabilir.

Bu sistem, bant hızı ve yönünü tahmin etmek için yük bölgesindeki malzeme darbesinin hızını ve kuvvetini azaltarak, malzemeler besleme yapılan konveyöre vurduğunda oluşan sıçramayı hafifletir. Bu nedenle, daha az toz ve yüksek hızda hava kaçar. Malzemeler bandın üzerine nazikçe yatırılırken, bandın üzerinde malzemelerde minimum yuvarlanma ve çalkantı meydana gelir. Yükleme bölgesinde daha az darbe

**Şekil 7.4**

“Davlumbaz ve saptırma şutu”, malzeme akışını hapsederek malzemeyle sürüklenen havayı en aza indirir, dolayısıyla asılı tozu azaltır.



bulunması, bandın maruz kalacağı çarpma hasarını azaltacaktır. Malzemelerde minimum yuvarlanma veya çalkantı bulunduğu ve yan kuvvetler daha düşük olduğundan, çevrili uzunluk daha kısa olabilir ve sızdırmazlığı daha etkili şekilde sağlanabilir.

Yerçekimi ve malzemelerin akışı, davlumbaz ve saptırma şutunu, birikme ve şutu tıkamaktan uzak tutma eğiliminde olacaktır. Bazen hem davlumbazı hem de saptırma şutunu tasarıma dahil edecek kadar yeterli alan bulunmaz. Serbest akan malzemelerin bulunduğu bazı durumlarda, bant aşınması ve yan kenar basıncını en aza indirmek amacıyla akımın yönünü değiştirmek için yalnızca bir saptırma şutu kullanılır. Eğer dökme malzemelerin özellikleri değişkense, saptırma şutları tıkanıp taşmaya yatkındır. Malzemelerin çeşitliliğine karşı saptırma şutunun tasarımında bazı ödünler verilebilir.

“Davlumbaz ve saptırma şutu” konseptinin kullanımında fark edilen başlıca dezavantaj, bu özel olarak tasarlanmış bileşenlerin fiyatıdır. Öyle olsa bile, uygulanabildikleri ve korunabildikleri durumlarda, tam bir maliyet analizi, azaltılan toz, döküntü ve bant aşınmasında önemli maliyet tasarrufu faydaları gösterecektir.

Bu “davlumbaz ve saptırma şutu” sistemi en iyi şekilde, malzeme akışı sürekli akışa mümkün olduğunca yakın tutulduğunda çalışır. Emilen havayı azaltmak ve istikrarlı akış sağlamak için, tasarım malzeme profilinin yayılma miktarını en aza indirir. Malzemeler düşerken, hızdaki yerçekimi kaynaklı artış, şutun içinde tıkanma riskini artırmadan şutun enine kesit alanında aşamalı düşüşe izin verir. Bandın üzerine yüklenen malzemelerin hızındaki değişimler, ideal davlumbaz ve saptırma şutu tasarımıyla çatışabilir, bu nedenle şut tasarımında bazı ödünler vermek gerekebilir.

Davlumbaz ve saptırma şutu tasarımları, malzeme özellikleri ve sürekli ortamlar mekaniği kullanılarak geliştirilen ve Ayrık Eleman Yöntemiyle (DEM) doğrulanan,

tasarlanmış akış şutlarının tipik bir özelliğidir. Bu sistemin başarısı, bazı işletmelerdeki “torba filtrelili” toz toplama sistemleri ihtiyacını pekala ortadan kaldırabilir. (Bkz. 22. Bölüm: *Tasarlanmış Akış Şutları*)

### Çökme Bölgeleri

Çökme bölgesi, kapalı yükleme teknesi uzunluğu ve eğer gerekirse, ürün bandın üzerine yerleştirildikten sonra yük bölgesinin ilave bir kapalı hacmi için kullanılan isimdir. Çökme bölgesi genellikle, kapalı yükleme teknesi alanının transfer noktasındaki genişletilmiş bir bölümdür (**Şekil 7.5**). Bu ekstra hacmi havayı yavaşlatır ve tozun çoğunun çökmesine ve daha temiz havanın kaçmasına izin verir.

Bir çökme bölgesinin büyüklüğü altı faktör tarafından belirlenir: bandın genişliği ve hızı, şut genişliği, hava akışı miktarı, malzeme yatağının derinliği ve çökme bölgesinden geçebilecek en büyük malzeme topağının çapı. Bu faktörlerden herhangi biri veya daha fazlası arttıkça, çökme bölgesinin büyüklüğü de artmalıdır. Bir çökme bölgesinin büyüklüğünü belirlemek için yapılan hesaplamalar yalnızca (yükün üzerindeki alan olan) hava boşluğu içindir. Şut çıkışının enine kesit alanını hesaplamak, çökme bölgesinin alanını bulmak için malzeme kütlesi tarafından işgal edilen alanı çıkarın. (*Çökme bölgesi de dahil çevrili bir alanın uygun büyüklüğünü hesaplamak karşılaşılan örnek problemler için bkz. 11. Bölüm: Yükleme Teknikleri*)



**Şekil 7.5**

Çökme bölgesi genellikle, kapalı yükleme teknesi alanının, havayı yavaşlatan ve taşınan ürünün çökmesine ve daha temiz havanın kaçmasına izin veren, transfer noktasındaki genişletilmiş bir bölümdür.

Çökme bölgesinin büyüklüğünü artırmaya ek olarak, havayı çökme bölgesinde yavaşlatmanın başka bir yolu da kauçuk perdelerin deflektör olarak takılmasıdır. (Toz perdeleri hakkında daha fazla bilgi için bkz. 18. Bölüm: Pasif Toz Kontrolü)

### SİSTEM BAKIMI

Bir transfer noktasının içindeki (ve buradan kaçan) havanın etkili kontrolü için, açıklık ister pas, ister aşınma, isterse açılmış bir kapıdan kaynaklansın, deliklerin kapatılması önemlidir. Aşınma astarları ve saptırıcılar gibi transfer noktasının içindeki bileşenlerin bakımı, malzemelerin ve hava akışının bozulmasını en aza indirmede kritik önem taşır.

Bir işyerini temiz, güvenli ve üretken tutmak için hava hareketi ve sonucunda ortaya çıkan tozu kontrol etme ihtiyacı nedeniyle, birçok şirket pasif ve aktif toz kontrol sistemlerinin bakımını uzman alt işverenlere verir.

### TİPİK ÖZELLİKLER

Tipik özellikler, (kuyruk sızdırmazlığı, yükleme teknesi ve çökme bölgesi dahil) bir transfer noktasının çevrili alanının, döküntü ve hava hareketinin kontrolüne uygun şekilde tasarımı için geliştirilmiştir. (Bkz. 6. Bölüm: Yükleme Bölgesinden Önce ve 11. Bölüm: Yükleme Teknikleri)

#### Şekil 7.6

Eski bir bant parçasının taşıyıcı yol ve dönüş tarafı arasına bir perde olarak takılması bant girişinde hava emisyonunu azaltabilir.



### GELİŞMİŞ KONULAR

#### Emilen Havayı En Aza İndirmek için Baş Şutundaki Açık Alanları ve Düşüş Yüksekliklerini Değiştirme

Emilen hava hacmi ( $Q_{ind}$ ), açık uçlu alan ( $A_u$ ), akış hızı ( $R$ ), düşüş yüksekliği ( $S$ ) ve ortalama malzeme çapının ( $D$ ) bir fonksiyonudur (**Denklem 7.3**). Açık uçlu alan ve düşüş yüksekliği, gerçekçi olarak değiştirilebilecek tek şeylerdir. Bu iki değişken, emilen hava üzerinde farklı matematiksel etkilere sahiptir. Açık uçlu alanda yüzde 5'lik bir azalma, emilen havada yüzde 4,27'lik bir azalma sağlayacaktır. Bununla birlikte, düşüş yüksekliğinde yüzde 5'lik bir azalma, emilen havada yalnızca yüzde 3,42'lik bir azalma sağlayacaktır. Açık uçlu alanı azaltmanın maliyeti, genellikle düşüş yüksekliğini azaltmanın maliyetinden çok daha azdır. Bu daha düşük maliyet ve daha yüksek etki, bir konveyör bandının içine akan hava miktarını sınırlamak için açık uçlu alanı azaltmayı bir öncelik haline getirir.

Açık uçlu alan ve düşüş yüksekliği yüzde 5 azaltıldığında, emilen havanın yüzde 6,84 oranında azalacağına dikkat edilmelidir.

#### Baş Şutuna Girişte Hava Hareketini Kısıtlama

Daha önce bahsedilen tekniklere ek olarak, emilen havayı en aza indirmek için kullanılan başka bir yöntem de, baş şutuna girmeden birkaç fit önce konveyörün gelen kısmını kapatmaktır. Bu, açıklıklara giren havaya karşı direnci artırır, dolayısıyla hava akışını azaltır.

Bant girişinde hava emisyonunu azaltmanın başka bir tekniği de, eski bir bant parçasının taşıyıcı yol ve dönüş tarafı arasına bir perde olarak takılmasıdır (**Şekil 7.6**). Bir şut duvarından diğerine enine olarak yerleştirilen bu perde bir duvar vazifesi görerek, baş tamburunu kapatır ve hava hareketini azaltır.



## GÜVENLİK HUSUSLARI

Kişisel koruyucu ekipman (PPE), kontrollü alan girişi ve işyerine dökme malzemelerin taşınması nedeniyle ortaya çıkan toza karşı maruziyet için belirlenmiş güvenlik kurallarına uyulması önemlidir.

Maruziyet veya yangın tehlikesinin bulunduğu durumlarda, riski en aza indirmek için belirlenmiş prosedürler izlenmelidir.

## HAVA KONTROLÜ ≈ TOZ KONTROLÜ

### Sonuç olarak...

Toz bir transfer noktasından dışarı, o transfer noktasından geçen dökme malzemelerin oluşturduğu hava akımı tarafından taşınır (**Şekil 7.7**). Hava akımları olmadan ortaya çıkan toz olsa da, bir hava akımı olmadığında tozun kaçıışı en aza indirilecektir. Bir transfer noktası (veya bir işletmenin tamamı) hava hareketi üzerinde ne kadar fazla kontrol tesis ederse, asılı tozun kaçıışı üzerinde o kadar çok kontrole sahip olacaktır.

### İlerideki bölümlerde...

Hava Kontrolü başlıklı bu bölüm, Bandı Yükleme kısmında, Yükleme Bölgesinden Önce başlığındaki kuyruk tamburu ve geçiş alanları konularını takip eden ikinci bölümdür. Aşağıdaki iki bölüm bu kısımda, malzeme kontrolüne odaklanarak döküntüyü ve tozu azaltma tartışmasına devam etmektedir: 8. Bölüm Geleneksel Transfer Şutlarını ele almakta ve 9. Bölüm Akış Yardımcılarını incelemektedir.

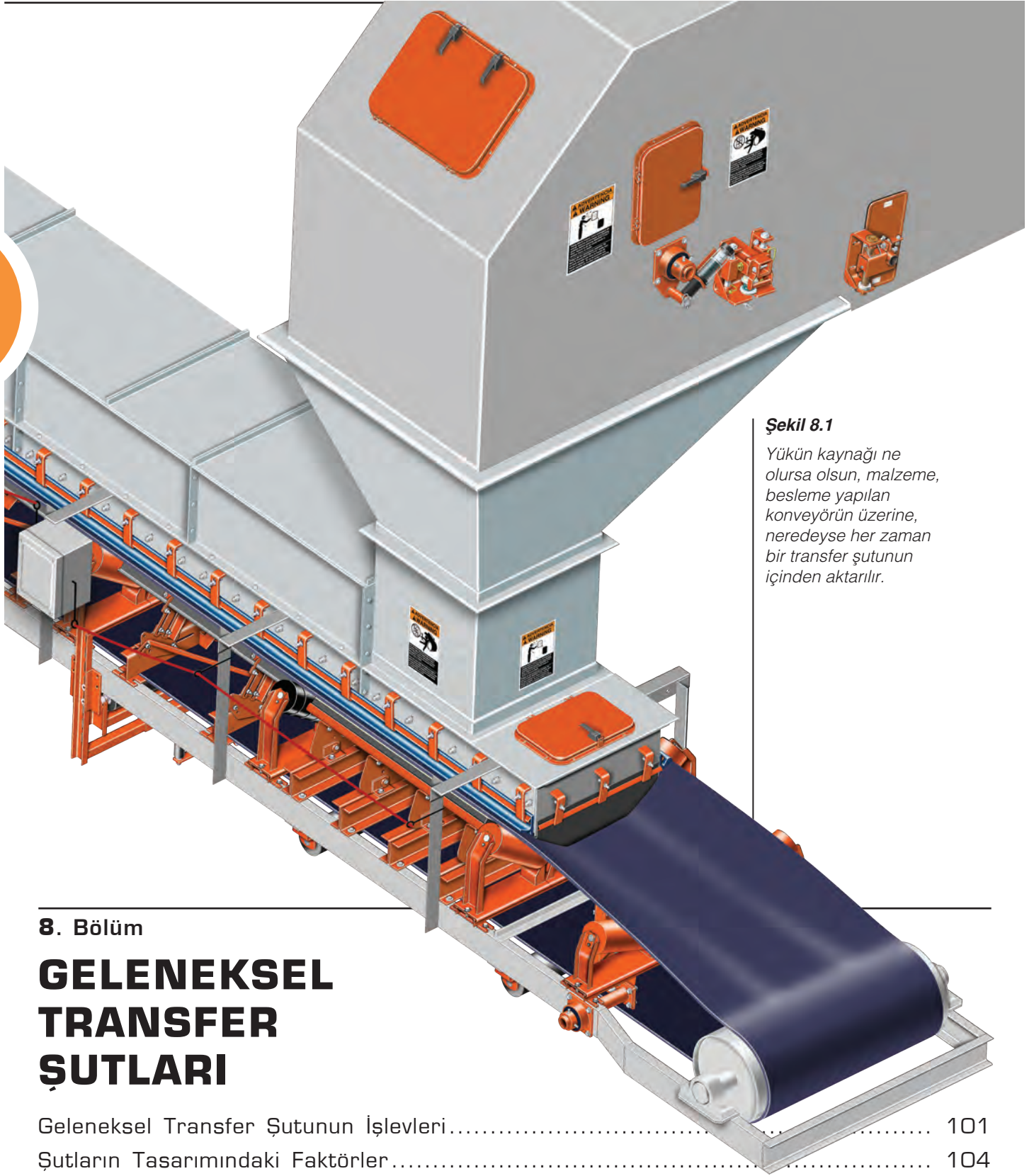


**Şekil 7.7**

*Toz bir transfer noktasından dışarı, o transfer noktasından geçen dökme malzemelerin oluşturduğu hava akımı tarafından taşınır.*

## REFERANSLAR

- 7.1 Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (2005). BELT CONVEYORS for BULK MATERIALS, Altıncı Baskı. Naples, Florida.
- 7.2 Konveyör ürünlerinin herhangi bir üreticisi ve distribütörlerinin çoğu, kendi özel ürünlerinin yapısı ve kullanımını hakkında çok çeşitli materyaller sağlayabilir.

**Şekil 8.1**

Yükün kaynağı ne olursa olsun, malzeme, besleme yapılan konveyörün üzerine, neredeyse her zaman bir transfer şutunun içinden aktarılır.

## 8. Bölüm

# GELENEKSEL TRANSFER ŞUTLARI

Geleneksel Transfer Şutunun İşlevleri.....	101
Şutların Tasarımındaki Faktörler.....	104
Güvenlik Hususları .....	113
Tipik Özellikler .....	113
Gelişmiş Konular .....	114
Şut Tertibatının Görevi .....	115



**Bu bölümde...**

Bu bölümde, geleneksel transfer şutlarına, bunların işlevlerine, tasarımlarına ve özelliklerine odaklanıyoruz. Malzeme akışını güvenli şekilde yönetmek, aşınmayı azaltmak ve toz ve döküntüyü en aza indirmek ve şütün ömrünü korumak amacıyla hava akışını kontrol etmek için kullanılacak çeşitli yöntemleri tartışıyoruz. Vadi açlarını hesaplamak için bir denklem de eklenmiştir.

Bir konveyör yükünü diğer konveyörler, depolama konteynırları, besleyiciler, mobil ekipman, vagonlar veya diğer malzeme taşıma sistemlerinden alır. Kaynaklar değişse de, malzemeler besleme yapılan konveyöre neredeyse her zaman transfer şutu adı verilen bir cihazdan aktarılır (**Şekil 8.1**). Bu bölüm geleneksel şut tasarımını kapsamaktadır.

Her bir malzeme ve uygulamanın kendine has özellikleri olduğundan, etkili bir transfer şutu, malzemenin içinden sevk edildiği içi boş bir kanaldan fazlası olmalıdır. İyi tasarlanmış bir şut, malzemenin akış yolunu kontrol edecek, tıkanmaları önleyecek ve döküntü ve tozu en aza indirecek, dolayısıyla tesis bakımı maliyetlerini azaltacaktır. Etkili bir şütün tasarımcısı, yalnızca zaman içinde değişebilecek dökme malzeme özelliklerini değil, malzemenin sistem genelinde çeşitli parçalarla etkileşimini de göz önünde bulundurmalıdır.

**GELENEKSEL TRANSFER ŞUTUNUN İŞLEVLERİ**

Geleneksel bir transfer şutu, aşağıdaki hedefleri gerçekleştirdiğinde amacını yerine getirir (**Şekil 8.2**):

- Dökme malzemeyi belirlenen tasarım hızında tıkanma olmadan aktarma
- Personeli yaralanmaya karşı koruma
- Kaçak malzemelerin kaçışını en aza indirme
- Bant kazıntılarını ana malzeme akışına geri döndürme
- Bakım dostu olma

Konveyörler genellikle bağımsız olmayıp karmaşık sistemlerin parçası oldukları için, çoğu zaman tasarımda ödün verilmesi gerekir. Bu nedenle, bu hedefler mutlak gereksinimler değil, aslında etkili bir transfer şutu tasarımı için olan amaçlardır.

Geleneksel transfer şutlarının tasarlanmasında, deneyim ve mühendislik ilkelerine dayanan birçok “göz kararı” kural vardır. Bazen kurallar örtüşür veya çelişir. Şut tasarımı bilim ve sanatın bir birleşimidir, bu nedenle özel dökme malzeme taşıma uygulamaları için sistem tasarımında deneyimli bir konveyör mühendisine danışmak her zaman akıllıcadır. (*İleri düzey şut tasarımı hakkında bir tartışma için bkz. 22. Bölüm: Tasarlanmış Akış Şutları*)

**Malzemeyi Aktarma**

Bir transfer şütünün birinci işlevi, dökme malzemeyi belirlenen akış hızında güvenilir bir şekilde aktarmaktır. Eğer malzeme şütün içinden güvenilir şekilde akmayacaksa, diğer hedeflerin hepsinin veya herhangi birinin gerçekleştirilmesi yersizdir.

Dökme malzemeler, bir transfer şutundan eşit ve tutarlı olarak akmalıdır. Malzemeyi konveyör bandının üzerine ani dalgalı halde yerleştiren bir transfer şutu, konveyör sistemi için birtakım problemler arz eder. Bandın üzerindeki periyodik ağır malzeme birikintileri, ağırlık merkezinin kaymasına ve bandın merkezden kaçmasına neden olabilir. Ani yüklemenin aynı zamanda konveyör sisteminin bileşenlerini, özellikle de tahrik motoru veya bant destek sistemini aşırı germe olasılığı vardır ve eğer şütün enine kesit alanı çok küçükse, tıkanma problemlerine yol açabilir.

**Şekil 8.2**

İyi tasarlanmış bir geleneksel transfer şutu, dökme malzemenin tıkanma olmadan belirlenen hızda aktarılmasını sağlarken, personel yaralanması ve kaçak malzeme kaçışı riskini en aza indirir.

Malzemenin güvenilir şekilde akacağını doğrulamak için bugün bilgisayar temelli Ayrık Eleman Modelleme (DEM) gibi yeni yöntemler mevcuttur. Geleneksel şutların büyük çoğunluğu hala uzun zamandır kullanılan “göz kararı” yöntemiyle tasarlanmaktadır.

### Personeli Koruma

Açık transferler agrega ve yeraltı madenciliği gibi bazı endüstrilerde yaygınken, geleneksel şut tasarımındaki eğilim, transfer noktasını, besleme yapılan konveyör boyunca tahliye tamburundan mümkün olduğunca uzakta çevrelemektir. Sadece transfer noktasının çevrelenmesi, dökme malzemeyi zapt etmek, kaçak malzemelerin kaçışını azaltmak, gürültüyü sınırlamak ve personelin konveyördeki sayısız kıştırma noktasına maruz kalmasını önlemek için etkili bir yoldur.

### Kaçak Malzemelerin Kaçışını En Aza İndirme

Muhafazanın büyüklüğü, çoğu zaman mevcut alana dayalıdır; bu da arzu edildiği kadar iyi olmayan bir tasarıma yol açabilir. Transfer şutu, gerekebilecek herhangi bir

bakıma izin verecek kadar büyük olmalıdır. Transfer şutundan geçen hava akışının pozitif basıncını ve hızını düşürmek için yeterli hacme izin vererek toz emisyonlarını azaltacak kadar da büyük olmalıdır.

Toz ve döküntü şeklinde kaçak malzemelerin oluşmasını etkileyen birbiriyle ilişkili birtakım tasarım öğeleri vardır. Malzeme kaçışının azaltılmasında kilit bir unsur da yükün bandın merkezine yerleştirilmesidir.

Merkezden kaçık yükleme (yükü çoğunlukla bandın bir tarafına yerleştirme) birçok transfer noktasında kaçak malzemelerin oluşmasına sebep olan bir problemdir (**Şekil 8.3**). Bu problem en çok, malzemenin hareket yönünün değiştirildiği lineer olmayan transfer noktalarında görülür. Merkezden kaçık yüklemeye aynı zamanda, sıralı transfer noktalarında, malzemenin transfer şutunda biriktiği yerlerde veya (rutubet içeriği, parçacık büyüklüğü veya hız gibi) malzeme özelliklerinin, malzemenin yolunu değiştirip malzemenin besleme yapılan bandın bir tarafına daha fazla yığılmasına sebep olduğunda rastlanır. Bu yer değiştirme, merkezleme problemlerine sebep olur ve transfer noktasının dışında bant kenarının üzerine döküntüyle sonuçlanabilir (**Şekil 8.4**).

Her ne kadar ideal olan, merkezden kaçık yüklemeye ilişkili problemleri önlemek için bir transfer şutu tasarlamak olsa da, bunu telafi etmek için yükleme bölgesinin içinde uygulanabilecek çözümler vardır. Ayar makaraları ve diğer bant hizalama sistemlerinin merkezden kaçık yüklemenin etkilerine karşı koyma yetenekleri sınırlıdır. Yükleme bölgesi içine saptırıcılar veya akış yardımcılarının takılması gibi düzeltici önlemler, bant hizalama sistemleriyle birlikte etkili bir yaklaşım sağlar. (*Daha fazla bilgi için bkz. 16. Bölüm: Bant Hizalanması*)

Saptırıcılar, astarlar, deflektörler, vargeller, elekler, çubuklu ızgaralar veya kaya cepeleri gibi birtakım teçhizat, malzeme akışını yönlendirmeye yardımcı olmak ve dengeli bir yükleme modeli sağlamak için transfer şutunun içine yerleştirilebilir; bunlar daha sonra bu bölümde ele alınacaktır. Yükleme

**Şekil 8.3**

Merkezden kaçık yükleme (yükü çoğunlukla bandın bir tarafına yerleştirme) birçok transfer noktasında kaçak malzemelerin oluşmasına sebep olan bir problemdir.



**Şekil 8.4**

Merkezden kaçık yükleme malzemenin besleme yapılan bandın bir tarafına daha çok yığılmasına, dolayısıyla merkezleme problemlerine ve malzeme döküntüsüne yol açar.



kapakları veya şut tertibatının geometrisi, yükün merkezlenmesine yardımcı olmak için, beklenen malzeme akışı modellerine dayanarak şutun tasarımı sırasında hesaplanmalıdır.

### Bant Kazıntıları Ana Malzeme Akışına Geri Döndürme

Bant sıyrıcılar, tahliye noktasının ötesinde banda yapışmış artık malzemeyi temizlemek için tahliye tamburuna takılır.

Sıyrıcılar tarafından çıkarılan malzeme, baş şutunun duvarlarında veya diğer bileşenlerde birikmemesi için ana malzeme akışına geri döndürülmelidir. Bu nedenle, çıkarılan malzemeyi barındırmak ve ana malzemeye geri yönlendirmek için genellikle, bant temizleme sistemini dik duvarlarla çevreleyen büyük bir damlatma şutu gereklidir. Geri taşınan malzeme yüksek adezyona sahiptir, bu nedenle mümkün olduğunda, damlatma şutu dik, neredeyse dikey duvarlara sahip olmalıdır.

Bu tasarım hedefinin başarılması için normalden büyük şutlar, düşük sürtünmeli şut astarları ve/veya titreşimli damlatma şutları, hava şokları ve süpürme konveyörleri gibi yardımcı cihazlar kullanılması gerekebilir. (Bkz. 14. Bölüm: Bant Temizleme)

Bir transfer noktasını tasarlarken, en yüzeysel açının iki şut duvarı arasındaki vadi açısı olduğu unutulmamalıdır (**Şekil 8.5**). Geri taşınan malzemenin yapışmasını en aza indirmek için vadi açılarının ne kadar dik olması gerekirse, duvar açıları o kadar dik olmalıdır. Belirli bir vadi açısını oluşturmak için, daha da dik taksimat daire(ler)ine sahip duvar açıları gerekir. Mümkün olduğunda, ince tanelerin birikme olasılıklarını azaltmak için köşeler yuvarlanmalıdır.

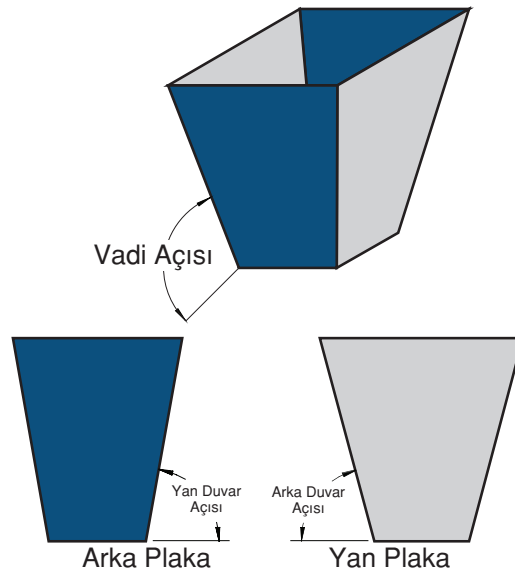
### Bakım Dostu Olma

Transfer şutunun, bileşenlerin bakım için kolaylıkla erişilebilir olacağı şekilde tasarlanması, etkin bakım için kritik önem taşır. Çoğu zaman bu, yapının, bileşenlerin tercih edilen lokasyonunu barındıracak veya bakım yapılacak şut duvarı veya diğer bileşenlerin ağır kısımlarını kaldırmak için

bir araç sağlayacak şekilde tasarlanması kadar basittir. Birçok tedarikçi, bileşenlerinin bakım dostu olması için düzenlemeler yapar, fakat bu özellikler yapının tasarımı veya şebeke boruları ve kanallarının veya diğer bileşenlerin yerleştirilmesiyle iptal olur (**Şekil 8.6**).

Yalnızca erişim için yeterli alan sağlanması ve çalışma platformlarının bakım için uygun yüksekliklere yerleştirilmesi bile, bir transfer şutunun bakım dostu haline getirilmesine büyük katkı sağlayacaktır. Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliğinin (CEMA) kitabı “*DÖKME MALZEMELER için BANTLI KONVEYÖRLER, Altıncı Baskı*” şutların çevresindeki önerilen açıklıkları sağlamaktadır. (Aynı zamanda bkz. 26. Bölüm: *Konveyörün Erişilebilirliği*)

Çoğu zaman bakım için transfer şutunun içine iskele ve çalışma platformları



**Şekil 8.5**

Transfer noktası tasarımında, en yüzeysel açı, iki şut duvarı arasındaki vadi açısıdır.



**Şekil 8.6**

Bir konveyörün bakım dostu yetenekleri, şebeke boruları ve kanalları ve diğer bileşenlerin yerleştirilmesiyle iptal olabilir.

yerleştirmek gereklidir. İskelenin kurulumu ve sökülmesinin bakım işinden daha uzun sürmesi alışılmamış değildir. Şutun içine (malzeme akışından uzağa) çalışma platformları yerleştirmek için braket veya cepelerin monte edilmesi, kayda değer miktarda süre kazandıracak etkili bir uygulamadır.

Transfer şutunun, kritik bileşenlerde bakımın, kontrollü alana giriş veya “sıcak iş” izinleri olmadan gerçekleştirilebileceği şekilde tasarlanması, bakım verimliliğini artıracaktır.

Bakımı ve temizlemesi kolay bir transfer şutu, bakımı ve temizliği daha fazla üretim ve daha az duruş süresi sağlayan şut olacaktır. *(Daha fazla bilgi için bkz. 26. Bölüm: Konveyörün Erişilebilirliği ve 28. Bölüm: Bakım)*

## SUTLARIN TASARIMINDAKİ FAKTÖRLER

### Geleneksel Transfer Şutu Tasarımı

Geleneksel transfer şutu tasarımı genellikle, endüstride kabul görmüş “göz kararı” yöntemleri kullanan deneyimli bir tasarımcı veya dökme malzeme taşıma mühendisi tarafından yapılır. Birçok mühendislik firması, kendi tasarım kurallarını belirler; birçok endüstri, şut tasarımına karşı kendi ihtiyaçlarına özgü sorunları çözen tutarlı yaklaşımlar geliştirmiştir. Bu çeşitli kurallar değişse de, en azından geleneksel şut tasarımı için tasarım gereksinimlerinin çoğunun büyüklük sırası hakkında genel mutabakat vardır. Geleneksel transfer şutlarının tasarımı için ana esaslar, birçok kaynakta yayınlanmıştır. Aşağıda, bazı daha yaygın tasarım kuralları ve yaklaşımlarının kısa bir özeti verilmiştir.

Geleneksel bir transfer şutu genellikle

aşağıdaki temel parçalardan oluşur (**Şekil 8.7**):

- Baş şutu**  
Besleme konveyörünün baş tamburunu çevreleyen alan
- İniş şutu**  
Malzemenin serbest düşüşte olduğu alan
- Yükleme şutu**  
Malzemenin besleme yapılan bantla temas ettiği alan (yük bölgesi de denir)
- Çökme bölgesi**  
Teknik olarak transfer şutunun parçası olmasa da, asılı tozu çöktürmek için transfer şutuna takılan bir şut tertibatı uzantısı

### Sistem Parametreleri

Aşağıdakiler, iki bant konveyörü arasında bir transfer şutu tasarlamaya başlamadan önce bir tasarımcının elinde bulunması gereken minimum parametrelerdir:

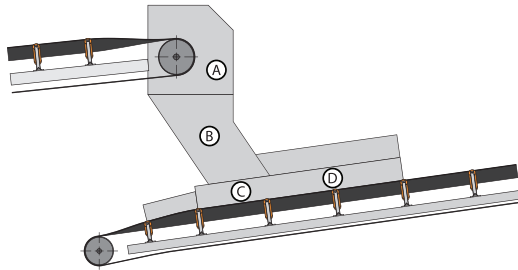
- Nominal kapasite—saat / ton (st/s)
- Çalışma ortamı aralıkları
- Taşındığı şekliyle dökme yoğunluğu—metreküp / kilogram ( $lb_m/ft^3$ )
- Gevşek dökme yoğunluğu—metreküp / kilogram ( $lb_m/ft^3$ )
- Dökme malzeme sınıfı—tane büyüklüğü dağılımı, malzeme özellikleri ve mevcut herhangi bir özel durum
- Tahliye ve besleme yapılan bant genişlikleri, hızları ve oluk açıları
- Yükün bant üzerindeki enine kesit alanı—metrekare ( $ft^2$ )
- Konveyörlerin sırasını gösteren proses akış şeması
- Plan ve cephe görünümelerini, kritik boyutları ve tahliye ve besleme yapılan konveyörler arasında planlanmış ilişkiyi gösteren genel düzen çizimi

Çoğu kez, konveyörler için listede yer alan kapasite, birkaç nedenden ötürü gerçek tasarım kapasitesinden yüzde 10 ila 20

**Şekil 8.7**

bir transfer şutu genellikle aşağıdaki temel parçalardan oluşur:

- Baş Şutu
- İniş Şutu
- Yükleme Şutu
- Çökme Bölgesi



arasında indirilir. Kapasitenin indirilmesi ani yüklere izin verir, döküntüyü azaltır ve belirlenen saatlik taşınan malzemeyi karşılama bir güvenlik katsayısı sağlar. Transfer şutlarını boyutlandırırken, konveyörün tam yükü ve enine kesit alanı kullanılmalıdır.

Dökme malzemenin iç sürtünme açısını ve arayüz sürtünme değerlerini göstermek için geleneksel düşme şutunda çoğu zaman malzemenin yığın açısı kullanılır. Yığın açısı aynı zamanda, şut duvarlarının minimum eğimini ve yükleme teknesinin içindeki malzeme yığınının yüksekliğini belirlemek için kullanılır. Ayrıca, yığın açısı çoğu kez, üstünde dolu bir bunkerle başlatılması gereken bandın üzerindeki malzemenin kafa yükünü veya ağırlığını hesaplamak için kullanılır. Bu amaçlarla yaygın olarak kullanılsa da, yığın açısının bu hesaplamalar için kullanılması çoğu zaman umulan sonuçları vermez, çünkü yığın açısı dökme malzemenin kendine veya şut duvarlarına yapışma yeteneğini göstermez.

Daha iyi bir yol, sistemin içinden taşınırken, gerçek malzemenin özelliklerinin test edilmesi olacaktır. Bu malzeme testi, düşme şutunun barındırması gereken dökme malzeme özelliklerinin aralığını belirleyecektir. Aynı zamanda, transfer şutlarının tasarımında yapılan en yaygın hataların giderilmesine yardımcı olacaktır: maksimum topak büyüklüğü ve taşıdığı şekliyle dökme yoğunluğu ve gevşek dökme yoğunluğu arasındaki farklara dair varsayımlar. *(Malzeme özellikleri ve testi hakkında ek bilgi için bkz. 25. Bölüm: Malzeme Bilimi)*

### Malzeme Yolu

Besleme konveyöründen boşaltılırken dökme malzemenin izlediği yola denir. Yol, bandın hızı, boşaltım yapan bandın eğim açısı ve malzemenin bandın üzerindeki profilinden etkilenir. Geleneksel transfer şutu tasarımında, yol çizilir ve malzeme akışının baş şutu duvarına ilk çarpacağı yeri tahmin etmek için bir başlangıç noktası olarak kullanılır. Bu noktadan, malzeme akışının, bir dizi aynayla bükülen bir ışık hüzmesi gibi şut duvarından yansıtıldığı varsayılır.

CEMA'nın *DÖKME MALZEMELERİ için BANTLI KONVEYÖRLER*, *Altıncı Baskı kitabı*, malzeme yollarının hesaplanması ve çizilmesi hakkında detaylı bir tartışma sunar.

Tasarımın bu aşamasında yapılan en yaygın hatalar, hatalı bir ilk malzeme yolu geliştirilmesi ve malzeme akışının transfer şutu duvarlarından müteakip yansımalarını çizerken sürtünmenin etkilerinin göz önünde bulundurulmamasıdır.

Transfer şutu tasarımındaki güncel düşünce, dökme malzeme akışını kontrol etmek ve tahliye noktasından besleme yapılan banda serbest düşmesine izin vermemektir. Bu kontrollü yaklaşımla, tasarımcı, malzeme enkesitinin önemli derecede yayılmayacağı veya açılmayacağı varsayar. Düşme yükseklikleri, malzemenin parçalanmasının, toz oluşumunun ve besleme yapılan banttaki aşınmanın azaltılmasına yardımcı olmak için en aza indirilir.

Bu yaklaşım, dökme malzeme ve transfer şutu malzemeleri arasındaki sürtünme değerleri hakkında biraz bilgi sahibi olmayı gerektirir. Geleneksel şut tasarımında, sürtünme katsayısı gibi değişen özelliklerin etkilerini değerlendirmede, tasarımcı için bir yardımcı olarak DEM yöntemi kullanılmaktadır. Piyasada bu amaçla tasarlanmış birkaç DEM yazılımı paketi vardır.

### Konveyörler arasındaki Mesafe, Açı ve Bindirme

İdeal olarak, tüm banttan banda transferler aynı hatta olur: Boşaltan ve alan bantlar aynı yönde hareket eder (**Şekil 8.8**). Bu tip transfer, bandın kuyruk tamburunda düz şekilden tam oluk açısına geçtiği yer olan, besleme yapılan bandın geçiş alanına yükleme yapılmasını önlemek için yeterli bant bindirmesine izin verir. Bu şekilde geçiş aynı zamanda, yük, bandın yönünde hareket ederken malzemeyi besleme yapılan bandın üzerine yerleştirmeyi nispeten kolay kılar, böylelikle gereksiz aşınmayı ve döküntüyü azaltır. Sıralı transferler sistemlere çoğu zaman, tek bir bant için yetersiz tahrik gücü veya gerilimi mevcut oldu-

ğunda, konveyörün uzunluğunu azaltmak, konveyör sisteminin uzunluğunu artırmak veya malzemeyi karıştırmak, kırmak veya ayırmak için mekanizmalar yerleştirmek için eklenir.

Daha genel olarak, bir konveyör diğeri-

nin üzerine yükleme yaparken, malzeme hareketinin yönünde bir değişiklik gerekir (**Şekil 8.9**). Stoklama için malzemenin yönlendirilmesine veya ayırma işlemi için malzemenin bölünmesine izin vermek amacıyla, malzeme akış yönündeki değişiklikleri barındırmak için lineer olmayan bir transfer gerekebilir.

Lineer olmayan transfer noktalarıyla ilişkili problemler şunları içerir: malzemenin uygun hızını, yolunu ve açısını korumada güçlük; toz ve döküntü kontrolünde problemler; ve transfer noktası bileşenlerinde artan aşınma (ve bunların değiştirilmesi için ortaya çıkan yük maliyet) sorunları.

Eğer malzeme banda, besleme yapılan bandın hareketiyle aynı doğrultuda olmayan bir yönde yüklenirse, baş (tahliye) şutunun içinde aşınma şekilleri görünür hale gelebilir. Bu şekiller, malzemenin, hareket eden bandın yönünü ve hızını almaya çalışırken şutun içinden sızdığında çizdiği yola karşılık gelecektir. Yük çevrili alandan çıkarken çalkantı görünür olmasa da, malzemenin transfer şutu içindeki sekme hareketi, astarlar, yükleme teknesi ve sızdırmazlık sistemlerindeki aşınmayı hızlandırır. Yüklenen malzemenin kuvveti bandı merkezden kaçırıp bandın bir tarafındaki yan kenarın altından dışarı itebilir, sızdırmazlık şeridinin düşmesine ve bandın merkezlenmiş konumuna geri dönmesini engellemesine neden olabilir. Bant, malzeme yüklemesi değiştiğiçe merkezine geri dönmeye çalışacak, bandı sızdırmazlık şeridiyle temasa ve şeridi kesmeye zorlayacak, önemli ölçüde döküntü risklerine yol açacaktır (**Şekil 8.10**).

Neyse ki, malzeme akışını arzu edilen hareket yönüne yönlendirmek ve besleme yapılan bandın merkezine yüklemek için birtakım stratejiler ve bileşenler kullanılabilir.

Transfer şutu tasarımı aşamasında yapılan en yaygın hatalar arasında konveyörlerin üst üste binmesi için yeterli alan sağlamamak bulunur. Bu, bant geçişinin üzerine yükleme yapılmasına ve bant sıyrıncılarının

**Şekil 8.8**

Sıralı konveyör transferleriyle, boşaltan ve alan bantlar aynı yönde hareket edecektir.



**Şekil 8.9**

Malzeme akış yönünde saha kısıtlamasının gerektirdiği değişiklikleri yapmak veya malzemenin ayrılmasına veya stoklanmasına izin vermek için lineer olmayan bir transfer gerekebilir.



**Şekil 8.10**

Merkezden kaçık malzeme yüklemesi, bandı, yan kenarın altından dışarı iterek, sızdırmazlık şeridinin, bandın sızdırmazlığa çarptığı yerde düşmesine neden olabilir.



montajı için yeterli boşluk bırakılmamasına yol açar. Yeterli bindirme de dahil uygun konveyör tasarımına dikkat edilmediğinde, işletmenin sırtına, sık sık tıkanan, yığıla kaçak malzeme çıkaran ve aşırı alınma problemleri yaratan bir konveyörün sorumluluğu yüklenir.

Besleme yapılan bandın geçiş alanında yüklenme, birkaç metre konveyör uzunluğundan tasarruf ederek maliyetleri azaltmak amacıyla yapılır. Bu uygulamanın, yüklenme, sızdırmazlık ve bant aşınmasında sayısız probleme yol açtığı ve uzak durulması gerektiği kabul edilmiştir.

Bir konveyör transfer sisteminin yük emme gereksinimlerini ve toz oluşturma fırsatlarını azaltmak için, düşme yüksekliği asgaride tutulmalıdır; bununla birlikte, tasarlanmış davlumbaz ve saptırma şutu tasarımları, malzeme akış hızını korumak için yerçekimini kullanır (**Şekil 8.11**). Bunları uygulamak için çoğu zaman daha büyük düşme yükseklikleri gerektirir. Tasarlanmış davlumbazlar birçok fayda sağlar ve orijinal tasarımın veya gelecekteki bir donanım iyileştirme gereksiniminin parçası olarak kabul edilmelidirler. (Bkz. 22. Bölüm: *Tasarlanmış Akış Şutları*)

### Transfer Şutu Tasarımında Dikkate Alınacaklar

Baş (tahliye) şutunun tahliye tamburu çevresindeki hacmi, genellikle konveyörlerin genel düzeni, bakım için erişim gereksinimleri ve ilk malzeme yolu tarafından belirlenir.

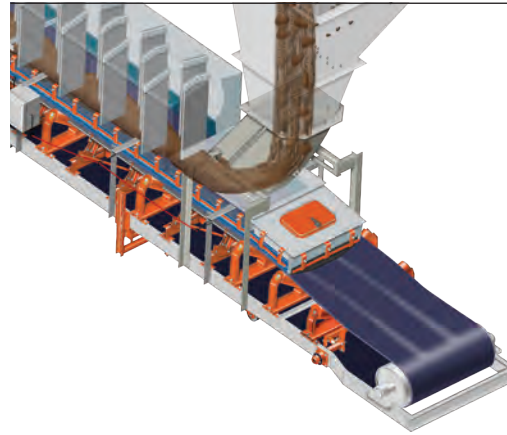
Baş tambur çapı ve yüz genişliği, baş şutunun genişliğini ve yüksekliğini belirler. Şut duvarı ve tambur kasnağı arasındaki boşluk, büyük topakların taşıyıcı taraftan dönüş tarafına geçemeyeceği ve tambur ve şut duvarı arasına sıkışmayacağı kadar küçük olmalıdır. Tipik boşluk, her yanda 50 ila 75 milimetre (2 ila 3 inç) arasındadır. Bu kararı verirken, tambur ve tambur kaplamasının bakımı yanında mil burçlarına erişim de göz önünde bulundurulmalıdır.

Bant, baş tamburunda olukludan düz şekle geçerken banttan düşebilecek herhan-

gi bir kaçak malzemenin zapt edilmesine yardımcı olmak için baş şutu, besleme konveyöründeki son tam geçiş makarasında başlamalıdır. Baş şutunun giriş alanı, taşıyıcı taraflarda toz perdeleri ve bant dönüş tarafında muhafaza sızdırmazlıklarıyla kontrol edilmelidir, çünkü bu alanlar, transfer şutundan geçen hava miktarının kontrolünde kilit unsurlardır (**Şekil 8.12**).

Dökme malzeme akış yönü, baş şutuyla ilk temas tarafından değiştirildikten sonra, malzeme çoğu zaman düşme (geçiş) şutlarına sevk edilir. Bu düşme şutları, malzeme akışını besleme yapılan konveyörle uygun hizaya yerleştiren kanal benzeri şutlarla uzatılabilir. Tüm bu düşme şutlarının, dökme malzemenin duvarlara yapışmasını önlemek için yeterince dik olması gerekir; ayrıca tıkanmayı önleyecek kadar da büyük olmalıdırlar.

Genel olarak, düşme şutu enine kesit alanının, malzeme profilinin enine kesit alanının minimum dört katı olması gerektiği kabul edilir. Genişlik ve/veya derinlik için



**Şekil 8.11**

Tasarlanmış davlumbaz ve saptırma şutu tasarımları, malzeme akış hızını korumak için yerçekimini kullanır.



**Şekil 8.12**

Şuttan geçen havayı kontrol etmek için, giriş alanı taşıyıcı tarafta toz perdeleri ve bant dönüş tarafında muhafaza sızdırmazlıklarıyla kontrol edilmelidir.

minimum boyutların da, şuttan geçmesi beklenen en büyük topağın 2,5 katı olması gerektiği yaygın olarak kabul edilir. Birçok tasarımcı bu oranları, belirli malzemelerle tecrübelerine dayanarak artırır. Dökme malzemenin serbest halde aktığı ve büyüklüğünün tek tip olduğu bazı durumlarda, özellikle de şut, taşınan dökme malzemenin belirli özellikleri kullanılarak tasarlandığında, bu oranlar düşürülebilir.

(Besleme yapan) yükleme şutu genişliği, merkezden kaçmayı tolere etmek ve sızdırmazlık için gerekli minimum bant kenarını koruyacak şekilde tasarlanmalıdır. (Bkz. 11. Bölüm: *Yükleme Teknikleri*)

Tasarımın bu aşamasında yapılan en yaygın hata, düşme şutuyla yükleme şutu arasındaki geçişi çok ani yaparak, tıkanmaya yol açan birikmeyi artıran şut duvarı açılı oluşturmadır. Geçerli tasarım uygulaması, minimum 60 derecelik, tercihen 75 derece, vadi açılı kullanmaktır (**Şekil 8.5**).

### Aşınma ve Malzeme Akışını Yönetme

Transfer şutu genellikle tam akış ve istikrarlı bir malzeme yolu için tasarlanır. Bununla birlikte, bir dökme malzemenin şutun içinden akışı, malzemenin özellikleri değiştiğinde, tonaj değiştiğinde, şut aşındıkça veya dökme malzeme şut duvarında biriktikçe değişecektir.

### Saptırıcılar

Darbeyi emmek ve aşınmayı en aza indirmek için, bir transfer şutunun içinde, malzeme yolunun baş şutuyla ilk karşılaştığı noktadan başlayarak saptırıcılar kullanılabilir (**Şekil 8.13**). Büyük topakların geçişi engellemesini veya transfer şutunun

tıkanmasına neden olabilecek yapışkan malzemenin plakaya yapışmasını önlemek için saptırıcı ve tahliye konveyörünün baş tamburu arasında yeterli açıklık bırakmak önemlidir.

Malzeme akışı, şutla ilk temas noktasını terk ettiğinde, sistemin başlangıcında malzemenin akışına ince ayar yapmak gerekebilir. Malzeme akışını yönlendirmek için saptırıcılar veya "saptırıcı plakalar" çoğu zaman orijinal plana dahil edilir veya başlangıçta monte edilir.

Yeni bir konveyör sisteminin ilk başlatılması sırasında, yükü merkezlemek için yükleme şutunun içine saptırıcıların takılması yaygın bir uygulamadır. Şutun içinde arzu edilen bir akış yolu elde etme süreci çoğu zaman bir deneme yanılma yoluyla yapılır. Arzu edilen etkiyi elde etmek amacıyla yeniden yerleştirilebilmeleri için, bu saptırıcı plakaları sahada ayarlanabilir olmalıdır. Elverişli şekilde değiştirilebilmeleri için erişilebilir olmalıdırlar. Muayene ve erişim noktaları, yönü değiştirilmiş malzemeler için uygun yönü gözlemlemek ve korumak için kritik önem taşır.

Yük yerleşimi, malzeme topaklarını yük bölgesinin merkezine doğru yönlendirmek için yükleme şutunun iç yüzeyine monte edilen saptırıcılarla geliştirilebilir. Merkeze yüklenmiş topakların bandın kenarından kayarak düşme veya yükleme teknesi sızdırmazlıklarına zarar verme olasılığı daha düşüktür.

Bandın yakınındaki yükleme şutunun tabanının içinde bulunan saptırıcı aşınma astarları, merkezden kaçık yüklemeye ilişkili problemleri azaltabilir. Malzemenin ileriye doğru momentumunu geciktirmek, onu uygun yöne sevk etmek ve yükü besleme yapılan bant üzerinde merkezlemek için bir veya daha fazla saptırıcı veya darbe plakası gerekebilir. Bu astarlar, malzemeyi bandın merkezine doğru ve bant kenarlarından uzağa çeviren bir bükme veya açıcıya sahiptir. Saptırıcı aşınma astarları dikkatli kullanılmalıdır, çünkü malzeme sıkışması veya transfer şutu tıkanması gibi diğer problemlere sebep olabilirler.

**Şekil 8.13**

Darbeyi emmek ve aşınmayı en aza indirmek için bir şutun içinde saptırıcılar kullanılabilir.





Dökme malzemelerin transfer şutundan geçişini yönetmenin ve darbeyi en aza indirmenin popüler yolları, ızgara çubuklarının montajı veya kaya ceplerinin kullanılmasıdır.

### Izgara Çubukları

Transfer şutu içindeki, ızgara adı da verilen ızgara çubukları, bandın üzerinde koruyucu bir yatak oluşturmaları için ilk önce ince tanelerin geçmesine izin verir. Çubukların arasından geçemeyen topaklar, eğimden aşağı kayar ve bantta, daha önce yatırılan ince tanelerin oluşturduğu bir yastık üzerine iner. Tesisler ızgaraları, kamyonların boşaltma yaptığı depolama alanlarında veya diğer tesislerde, normalden büyük topakları konveyör sistemlerinden uzak tutmak için bir kalbur gibi kullanır (**Şekil 8.14**).

zemenin (örneğin ıslak şartlarda) yapışma özelliklerini doğru tahlil etmeye dikkat edilmelidir. Kaya cepleri, parçalanabilecek dökme malzemeler veya akışı engelleyebilecek veya tıkayabilecek büyük topaklar içeren malzemeler taşıyan transfer noktalarında ve eğer bir konveyör birden fazla malzeme taşıyorsa kullanılmamalıdır.

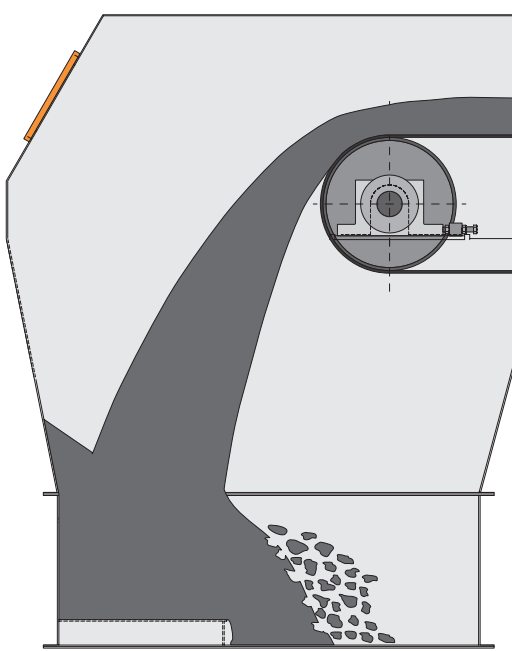


**Şekil 8.14**

Transfer şutu içindeki, ızgara adı da verilen ızgara çubukları, bandın üzerinde koruyucu bir yatak oluşturmaları için ilk önce ince tanelerin geçmesine izin verir. Tesisler ızgaraları, normalden büyük topakları konveyör sistemlerinden uzak tutmak için kullanılır.

### Kaya Cepleri

Kaya cepleri, düşme şutunun içinde, taşınan malzeme yığınının biriktiği bir çıkıntıdan oluşur (**Şekil 8.15**). Şuttan gelen sonraki malzeme, bu tutulmuş malzeme cebinin üzerine akar veya burada yönünü değiştirir. Aşındırıcı kuvvetin yönü şut tertibatından birikmiş malzeme yatağına çevrilir, genel düşme yüksekliği azaltılır ve malzeme çıkıntıdan sektikçe darbe kuvveti dağıtılır (**Şekil 8.16**).



**Şekil 8.15**

Bir kaya cebi, şutun içinde, taşınan malzemenin biriktiği bir çıkıntıdan oluşur.

Darbeyi azaltmak ve daha büyük mesafeli düşüşlerde malzeme hızını kontrol etmek için bir dizi deflektör veya "mini" kaya ceplerinden oluşan kaya tutma merdivenleri kullanılır (**Şekil 8.17**). Kaya tutma merdiveninin basamakları, malzemenin asla 1,5 ila 2 metreden (5 - 6 ft.) fazla serbest düşmemesi için genellikle şutun değişimli taraflarında olacak şekilde düzenlenir.

Kaya cepleri ve kaya tutma merdivenleri en çok, kum, çakıl veya sert kaya gibi malzemeler taşıyan şutlar için uygundur (**Şekil 8.18**). Cepler en fazla başarıyı, fiziksel koşulların ve akış hızlarının zamanla değişmediği durumlarda gösterir, çünkü akan malzemenin kaya cebindeki yığından düzenli olarak geçmesi önemlidir. Şutu tıkayabilecek birikmeleri önlemek için mal-



**Şekil 8.16**

Kaya cepleri, hareket eden malzemenin sebep olduğu aşındırıcı kuvvetin yönünü, şut tertibatından malzeme yatağına çevirir ve malzeme çıkıntıdan sektikçe darbe kuvveti dağıtılır.

### **Darbe Plakaları veya Izgaraları**

Transfer şutunun içinde akışın yönünü değiştirme ve darbeyi emmenin başka bir yöntemi de malzeme yolunda darbe plakaları veya ızgaraları kullanmaktır (**Şekil 8.19**). Hareket eden malzeme akışının kuvvetini emmek için şutun içine bir darbe plakası yerleştirilir. Darbe plakaları çoğunlukla, yüksek bant hızlarının bulunduğu ve

(mevcut alan ve bütçe gibi) şartların geniş şutlara izin vermediği açılı transferlerde kullanılır.

Bazı darbe ızgaraları, şut duvarlarını koruyan bir “malzeme üzerine malzeme” darbesi geliştirmek için malzemeyi yakalamak amacıyla tasarlanmışlardır. Sonradan gelen malzeme, fiilen ızgaraya veya şut duvarına vurmadan yakalanmış malzemenin üzerinden seker. Baş tamburu ve darbe plakası arasındaki boşluk, normalden büyük kayalar veya döküntü malzemenin tambur ve plaka arasında takılıp kalmasından veya transfer şutunu tıkayabilecek yapışkan veya yüksek rutubetli malzemelerin birikmesinden doğan problemleri en aza indirmek için dikkatle hesaplanmalıdır.

Uygun malzemelerin seçilmesi ve darbe plakaları ve ızgaralarının tasarımına ve yerleştirilmesine dikkat edilmesi, bu aşınma bileşenlerinin ömrünü önemli ölçüde uzatabilir.

### **Aşınma Astarları**

Malzemenin transfer şutunun yanlarına sürekli çarpması ve kayması, bir şuttaki aşınmanın ana kaynağıdır. Yukarıda tartışılan ızgaralar, kaya cepleri ve darbe plakalarına ek olarak, şutun kendisinin aşınmasını azaltmanın bir yolu da, şutun içinde aşınma astarları kullanmaktır. Astarlar, duvar sürtünmesini ve/veya malzeme adezyonunu azaltmak için de takılabilir. Astar olarak kullanılacak malzemeyi seçerken, hedef hem aşınmaya direnecek hem de akışı artıracak bir malzeme seçmektir. (*Daha fazla bilgi için bkz. 12. Bölüm: Aşınma Astarları*)

### **Besleme Yapılan Bandı Yükleme**

Malzemenin yüksek hızlı bir bandın üzerine dikey olarak düştüğü transfer noktalarında rastlanan başka bir olay da havuzlamadır. Henüz bant hızında hareket etmeyen malzeme, bandın üzerinde birikir ve yükleme bölgesinde bir malzeme “havuzu” oluşturur (**Şekil 8.20**). Bir malzeme topağı, bandın üzerine düştüğünde sıçrayıp yuvarlanır ve besleme yapılan bandın hareketi tarafından yakalanıncaya kadar, bir önceki konveyörden ve düşüşünden

**Şekil 8.17**

Kaya tutma merdivenleri, darbeyi azaltmak ve daha büyük mesafeli düşüşlerde malzeme hızını kontrol etmek için kullanılan bir dizi deflektör veya “mini” kaya cepleridir.



**Şekil 8.18**

Kaya cepleri ve kaya tutma merdivenleri en çok, kum, çakıl veya sert kaya gibi malzemeler taşıyan şutlar için uygundur. Not: baş tamburundan aşağıya doğru şuta bakış.



**Şekil 8.19**

Darbe plakaları, akışın yönünü değiştirmek ve darbeyi emmek için malzeme yoluna, bir yükleme şutunun içine yerleştirilir.



aldığı enerjiyi yayar. Bu sırada, malzeme havuz veya yığımdan dışarı, konveyörün yan tarafına veya arkasına doğru sıçrayarak döküntüye yol açabilir. Malzeme akışının hızı ve besleme yapılan bandın hızı arasındaki fark ne kadar büyük olursa, malzeme havuzu da o kadar uzun ve derin olacaktır. Bu “havuzlanmış” malzeme kütlesi büyüdükçe, sızdırmazlığı sağlanmış, döküntü içermeyen bir transfer noktası sağlamak ve bant kaplamasının aşınmasını kontrol etmek giderek güçleşir.

Bu durumu düzeltmek için bir hızlandırma konveyörü kullanılabilir (**Şekil 8.21**). Başka bir çözüm de, besleme yapılan bandın hızına ve yönüne ulaşıncaya kadar malzeme akışının hızını ve yönünü kontrol etmek için eğimli bir kapak, rampa veya saptırma şutu kullanmaktır (**Şekil 8.22**). Bu eğimli yüklem şutları, malzeme akışını yönlendirerek, onu besleme yapılan bandın merkezine “döker”. Yükün besleme yapılan konveyör üzerine daha yumuşak yerleştirilmesi, malzemenin bandın kenarlarına doğru hareketini azaltır ve daha az enerji ve hava hareketi yayarak tozu en aza indirir. Şutun, boşaltma yapısından besleme yapılan bandın üzerine indiği açı, topakların banda indikten sonra aşırı derecede sıçramasını önleyecek kadar düz olmalıdır. Mümkün olduğunca düşük vadi açısına sahip bir şut, uygun yük yönü ve hızıyla birlikte, topakların banda bir geliş açısında çarpmasını sağlar (**Şekil 8.23**). Bu, bant hareketinin yönünde taşınırken malzemenin, sekerek gelen malzeme akışının yüzeyine geri dönmek yerine, hafifçe sıçramasını sağlar. Eğimli bir şut bandın hasar görme riskini azaltır ve malzemenin parçalanmasını ve toz oluşumunu en aza indirir.

Bununla birlikte, eğer şut açısı çok düzse, malzeme akışının birikerek nihayetinde şutu kapatacak noktaya kadar yavaşlayabileceğine dikkat edilmesi gerekir.

Geleneksel olarak tasarlanmış tipik vadi açıları, besleme yapılan bant hattına 60 ila 75 derece arasında eğimlidir (**Şekil 8.5**).

### Hava Akışını Yönetme

İyi tasarlanmış ve yapılmış bir transfer şutu, emilen hava hareketinin oluşmasını sınırlayarak, asılı tozu önemli derecede azaltabilir. Yükleme teknesi kısımları, hava akımlarını durduran ve asılı tozları muhafazadan dışarı taşıyabilecek pozitif basınçları azaltan bir plenum sağlayacak kadar büyük olmalıdır. (Daha fazla bilgi için bkz. 7. Bölüm: Hava Kontrolü ve 11. Bölüm: Yükleme Teknikleri)

Muhafaza, hava akımlarının hızında önemli bir azalma ve dolayısıyla, konveyör muhafazayı terk etmeden önce asılı parçacıkların yükün üzerine geri çökmesini sağlayacak kadar geniş olmalıdır.

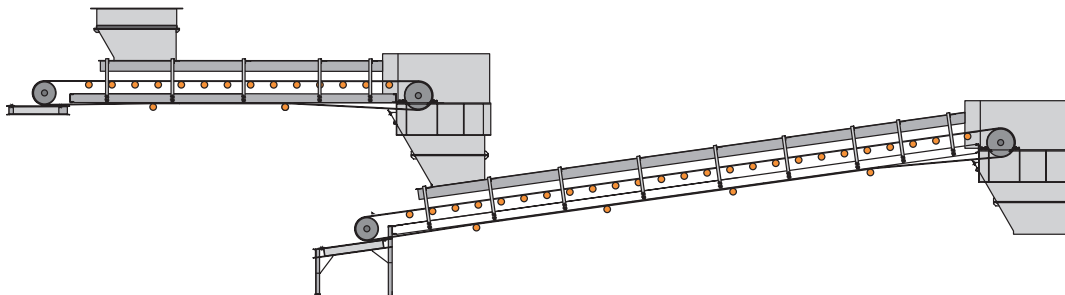
### Şut Yapısı

Transfer şutu genellikle, taşınan malzemeye ve tesisteki şartlara bağlı olarak yumuşak veya paslanmaz çelik plakalardan imal edilir.



**Şekil 8.20**

Havuzlanma, henüz bant hızında hareket etmeyen bant yükü, yüklem bölgesinde biriktiğinde oluşur.



**Şekil 8.21**

Uygun hız ve yöne ulaşıncaya kadar malzemenin hızını yükseltmek için bir hızlandırma konveyörü kullanılabilir.

Transfer şutu plakası kalınlığının seçimi, şuttan geçen malzemenin özelliklerine ve hacmine, yapısal mukavemet gereksinimlerine ve eğer şut, değiştirilebilir bir astar sistemiyle donatılmayacaksa, aşınma payına bağlıdır.

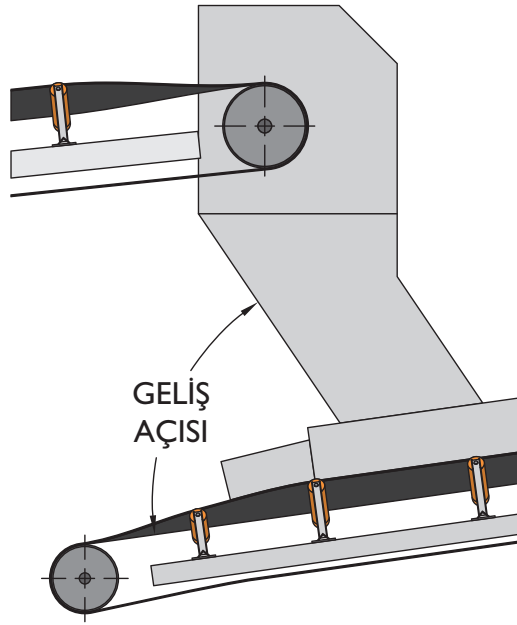
**Şekil 8.22**

Eğimli bir kapak, rampa veya saptırma şutu, malzeme akışını besleme yapılan bandın üzerine, uygun hız ve yönde yerleştirebilir.



**Şekil 8.23**

Şütün, boşaltma yapısından besleme yapılan bandın üzerine indiği açı, toprakların aşırı derecede sıçramasını önlemek için, malzemenin banda bir geliş açısıyla vuracağı şekilde düz olmalıdır.



**Şekil 8.24**

Şut tasarımcılarının en iyi niyetlerine ve uygulamalarına rağmen, malzemenin transfer şutlarının içinde biriktiği durumlar vardır.



Şutların yapısal tasarımını genellikle yerel kurallar belirler, fakat bulunabilecek tüm yükleri hesaba katmak tasarımcıya kalmıştır. Diğerlerine göre daha önemli yüklerden bazıları, şütün ağırlığı, kaçak malzeme birikmeleri, kar ve buz, dökme malzemelerle dolu bir şütün ağırlığı ve rüzgar yükleridir. Şütün çevresindeki çalışma platformları, bakım faaliyetlerini kaldıracak kadar dayanıklı olmalıdır.

Transfer şutları, taşımaya ve ardından sahada kurulumu uygun parçalar halinde imal edilmelidir. Tadilat yapılan sistemler için, şut parçaları aynı zamanda, çalışma sahasına ulaşmak için mevcut açıklıklardan sığacak şekilde tasarlanmalıdır.

Transfer şutları yapılırken, yüzeyde, malzeme akışını bozabilecek ve tasarıma harcanan dikkatli mühendisliği boşa çıkarabilecek kusurları önlemek için özen gösterilmelidir.  $\pm 3$  milimetrik ( $1/8$  inç) değişimler, aşınma astarının kısımları eşleştirilirken veya şut tertibatı banda oturtulurken sorunlara yol açabilir. Hassas bir şut montajı için harcanan zamanın karşılığı, artan verimlilik, basitleşen bakım ve azalan kaçak malzeme yoluyla kat be kat alınacaktır.

Transfer şutu tasarımcılarının en iyi niyetlerine ve uygulamalarına rağmen, malzemenin transfer şutlarında biriktiği durumlar vardır. Yüksek rutubet seviyelerine sahip malzemeler, duvarlara yapışabilir veya kışın gerçekleştirilen operasyonlarda donabilir (Şekil 8.24). Sürekli çalıştırma, malzemenin oluşturduğu kabuğu şut duvarının üzerine daha da sıkıca bastırarak, daha fazla malzemenin birikmesine ve muhtemelen tam bir şut tıkanmasına yol açabilir. Şut tasarımı sürecinde, vibratörler veya hava şokları gibi akış yardımcısı cihazlar için gelecekteki gereksinimler için hazırlıklar yapmak akılcıdır. (Bkz. 9. Bölüm: Akış Yardımcıları ve 22. Bölüm: Tasarlanmış Akış Şutları)

### Şut Erişimi

Kapalı bir transfer şutunda, gözle muayeneye izin verecek açıklıklar, işçilerin girebileceği kapılar ve işçilerin bu açıklıklara

ulaşabilmesi için açık bir yol bulunmalıdır. Menteşeli erişim kapıları gibi muayene açıklıkları, malzeme akışından uzağa, fakat personelin malzeme hareketinin gözlemleyebileceği ve aşınma muayenesi yapabileceği yerlere yerleştirilmelidir (**Şekil 8.25**).

Malzeme akışını gözlemleyen işçileri, kıştırma noktaları ve dönen bileşenlerden korumak için ızgaralar veya muhafazalar yerleştirilmelidir. Kapaklar veya kapılar korozyona dayanıklı olmalı ve toz geçirmeyen bir sızdırmazlık sağlamalıdır. Malzemenin şuttan kaçmasını ve personelin malzeme yoluna ulaşmasını önlemek için güvenlik muhafazaları yerleştirilmiş olmalıdır.

Transfer şutlarının tasarımında çoğu kez unutulmuş bir konu da, şütün içindeki astarları değiştirmek veya bant sıyrıcılarının bakımını yapmak için bir çeşit erişim yöntemi tedbiridir.

Gelecekteki bakım gereksinimlerinin hesaba katılması, özellikle personelin içinde çalışmayacağı kadar küçük transfer şutlarında önemlidir.

Şutların kolaylıkla sökülebilecek parçalar halinde üretilmesi de bir bakım yaklaşımıdır. (*Bkz. 26. Bölüm: Konveyörün Erişilebilirliği*)

## TİPİK ÖZELLİKLER

### A. Yön

Genelde, transfer şutu, malzemeyi besleme yapılan konveyörün yönünde yönlendirecek ve bantta merkezleyecek şekilde tasarlanmalıdır.

### B. Düşme yüksekliği

Tahliye sisteminden besleme yapılan konveyörün üzerine düşme yüksekliği,



**Şekil 8.25**

Muayene ve erişim kapıları, malzeme akışının dışına, fakat personelin malzeme hareketini gözlemleyebileceği ve aşınma muayenesi yapabileceği yerlere yerleştirilmiştir.



## GÜVENLİK HUSUSLARI

Güvenlik hususları, hem tahliye konveyörlerinin hem de besleme yapılan konveyörlerin kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürleri de dahil uygun güvenlik prosedürleri yerine getirilinceye kadar, personelin girememesi için erişimin sınırlandırılmasını gerektirir. Kontrollü alanda, güvenlik prosedürleri konusunda uygun eğitim almadan hiç kimse şutlara girmemelidir.

Transfer şutlarının yapısal ve astar bileşenleri büyük ve ağır olur; uygun ekipman ve gerekli dikkatle taşınmaları gerekir.

Eğer (hava şokları gibi) akış yardımcısı cihazlar monte edilmişse, bakımdan önce bu ekipman için uygun enerji boşaltma ve

kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürleri izlenmelidir.

Transfer şutlarının içinde, üstünde veya çevresinde çalışan personel, gerek yukarıdaki banttan yük veya şut duvarlarındaki yığılma gibi malzeme düşme olasılığının farkında olmalıdır. Herhangi bir sebeple içine girmeden önce, şütün muayene edilmesi ve derinlemesine temizlenmesi tavsiye edilir.

Seviye algılama veya çevrimiçi dökme malzeme analizi için transfer şutlarına monte edilmiş nükleer cihazların çevresinde çalışırken güvenlik prosedürlerine dikkat edilmesi önemlidir.

Statik elektrik birikmesini önlemek için şutlar ve yapıları topraklanmalıdır.

bir yandan ekipman montajı ve bakımı için yeterli alan sağlarken, diğer yandan mümkün olduğunca kısa olmalıdır.

#### C. Hız

Tahliye konveyöründen gelen malzeme, besleme yapılan konveyörün hareket ettiği aynı hızda hareket edecek şekilde yüklenmelidir.

#### D. Eğim

Malzemenin, besleme yapılan konveyöre indikten sonra, toz oluşumunu ve darbe hasarını artıracak şekilde aşırı derecede sıçramasını önlemek için, transfer şutu yeterince eğimli olmalıdır.

#### E. Hacim

İniş şutunun hacmi, besleme konveyörünün yük akımının en az dört katı olmalıdır. Transfer kısımları, hava akımlarını en aza indirecek bir plenum sağlayacak kadar büyük olmalıdır.

## GELİŞMİŞ KONULAR

### Şut Genişliği

Bant, 30 derecelik oluk makaralarıyla birlikte 1200 milimetre (48 inç) genişliğindedir. Şutun yükleme tekneleriyle örtüştüğü önerilen şut genişliği nedir?

CEMA 2/3 kuralı, 800 milimetre (32 inç) genişliğinde bir şut sonucunu verir.

Yükleme tekneleri arasındaki önerilen mesafeyi belirlemek için başka bir yöntem de, etkili bir sızdırmazlık ve bant kaymasının tolere edilmesi için gerekli bant kenarı miktarına dayanır. 30 derecelik bir oluk açısıyla 1200 milimetre (48 inç) genişliğinde bir bant için önerilen yükleme teknesi genişliği 894 milimetredir (35.2 inç). (Bkz. 11. Bölüm: Yükleme Tekneleri). CEMA yöntemi ve bant kenarı yöntemi arasındaki fark daha çok, çok dar ve çok geniş bantlar için telaffuz edilir.

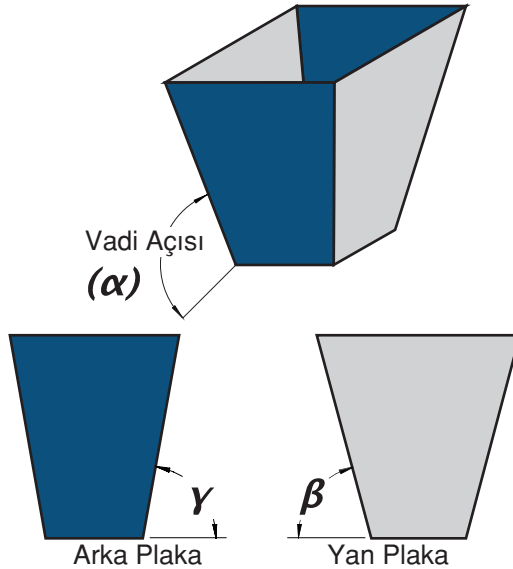
### Vadi Açılarının Hesaplanması

Minimum 60 derece vadi açısına sahip yeni bir şut gerekiyordu. 75 derecelik bir yan duvar açısı ve 60 derecelik bir arka duvar açısı seçildi, çünkü bu açılar tavsiye edilen aralıktaydı (Şekil 8.26). Tasarımı kontrol etmek için denklem kullanılabilir (Denklem 8.1).

Bu örnekte, vadi açısı yaklaşık 57 derecedir; bu nedenle tasarımcı, gerektiği şekilde minimum 60 dereceyi korumak için şutun tasarımını tekrar gözden geçirmelidir. Eğer açılar 65 ve 75 derece olarak değiştirilseydi, vadi açısı 61 derece olacak, bu da akışı korumak için yeterince dik olacaktı.

Şekil 8.26

Vadi açısı, arka duvarla birleşen yan duvarın oluşturduğu açıdır.



Denklem 8.1

Vadi Açılarının Hesaplanması

$$\alpha = \arccot \left( \sqrt{\cot^2 (\beta) + \cot^2 (\gamma)} \right)$$

**Eldeki veri:** Bir tasarımcı 75 derecelik bir yan duvar açısı ve 60 derecelik bir arka duvar açısı seçmiştir.

**Bulunacak:** Şutun vadi açısı.

$\alpha$	Vadi Açısı	derece
$\beta$	Arka Duvarın Yataya Açısı	60°
$\gamma$	Yan Duvarın Yataya Açısı	75°
$\alpha = \arccot \left( \sqrt{\cot^2 (60) + \cot^2 (75)} \right) = 57.5$		
$\alpha$	Vadi Açısı	57.5°

Vadi açısının hiçbir zaman, diğer iki açının (arka duvar ve yan duvar) küçük olanından büyük olmayacağına dikkat edilmelidir.

Tasarım, duvar açılarını geometriye dayanarak seçme ve vadi açısını hesaplamadan oluşan yinelemeli bir süreç olacaktır. Eğer vadi açısı uygun değilse, farklı duvar açıları seçilmeli ve vadi açısı, seçili açılar için hesaplanmalıdır. Bu süreç, duvar açıları mevcut geometriye oturuncaya ve vadi açısı, malzemeye göre doğru aralıkta oluncaya kadar yinelenir.

### ŞUT TERTİBATININ GÖREVİ

#### Sonuç olarak...

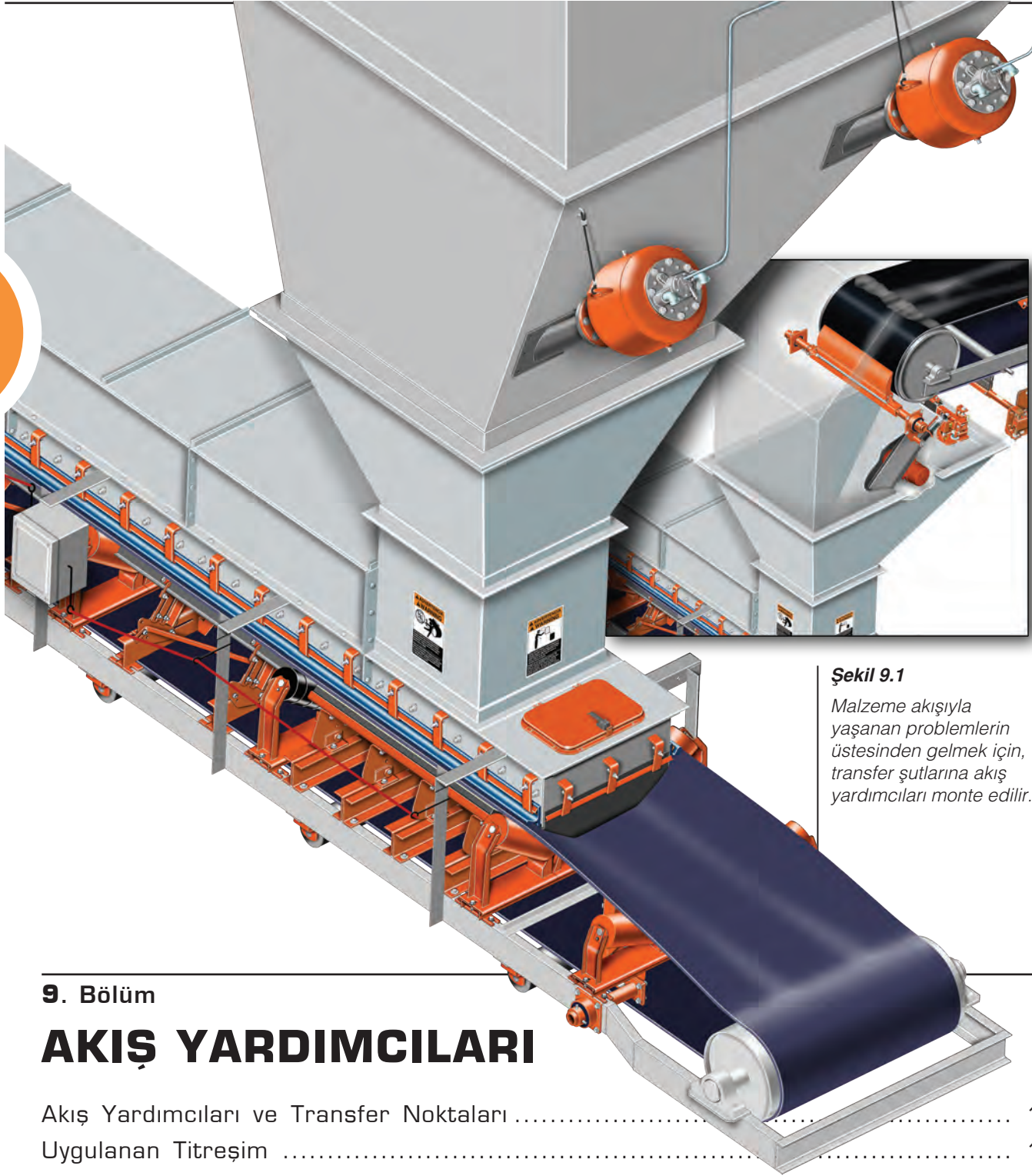
Doğru tasarlandığında, geleneksel transfer şutları, malzemeyi, minimum kaçak malzeme ve düşük bakım gereksinimleriyle bir yükseklikten diğerine güvenle aktarmak için etkili bir yöntem sunar. Bu bölümde tartışılan öğelerin planlara dahil edilmesi, hem tasarımcıya hem de son kullanıcıya, şutların pratik bir seviyede nasıl çalıştığının ve bunların, gelişmiş performans için nasıl tasarlanacağını veya değiştirileceğinin anlaşılması için uygun araçlar sağlayacaktır.

#### İlerideki bölümlerde...

Bandı Yükleme kısmındaki üçüncü bölüm olan Geleneksel Transfer Şutları hakkındaki bu bölüm, transfer şutuna ve döküntü ve tozu azaltmak için malzeme akışını yönetme yollarına odaklandı. Sonraki bölüm bu kısmı, Akış Yardımcıları hakkında bir tartışmayla devam ettirmektedir.

### REFERANSLAR

- 8.1 Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (2005). *BELT CONVEYORS for BULK MATERIALS*, Altıncı Baskı. Naples, Florida.
- 8.2 Martin Marietta Corporation. *Dust Control Handbook for Minerals Processing*, Sözleşme No. J0235005.
- 8.3 Morrison, J.N., Jr. (1971). “*Bulk Materials Handling: Volume 1*”de “Environmental Control Applied to Belt Conveyor Transfer Points”. Pittsburgh Üniversitesi.
- 8.4 Taylor, H.J. (1989). *Guide to the Design of Transfer Chutes and Chute Linings for Bulk Materials*. Mekanik Taşıma Mühendisleri Birliği.

**Şekil 9.1**

Malzeme akışıyla yaşanan problemlerin üstesinden gelmek için, transfer şutlarına akış yardımcıları monte edilir.

## 9. Bölüm

# AKIŞ YARDIMCILARI

Akış Yardımcıları ve Transfer Noktaları .....	117
Uygulanan Titreşim .....	119
Hava Şokları .....	122
Akışı İyileştirmek için Diğer Yöntemler .....	123
Güvenlik Hususları .....	125
Sistem Bakımı .....	126
Akış Yardımcılarının Uygulanması .....	127
Gelişmiş Konular .....	128
Akış Yardımcıları Akışa Yardım Eder .....	129



**Bu bölümde...**

Bu bölümde, malzemelerin, şutların içinden akışını desteklemek için kullanılacak çeşitli yöntemleri tartışıyoruz. Bu akış yardımcıları, hem lineer hem de döner vibratörleri, hava şoklarını, havalandırma sistemlerini, şut astarlarını ve yumuşak şut tasarımlarını içerir. Belirli bir uygulama için akış yardımcısı tipinin seçilmesinde, boyutlandırma, montajda ve akış yardımcılarının bakımında dikkat edilecek hususlar, güvenlik prosedürleriyle birlikte sunulmaktadır.

Transfer şutları, taşıyacakları malzemelerin akışını kaldıracak ve kolaylaştıracak şekilde tasarlanmalıdır. Bununla birlikte, uygulama ideal olsa ve mühendis deneyimli olsa bile, malzeme özellikleri ve/veya sistem talebindeki değişiklikler, malzeme akışıyla problemlere sebep olabilir. Bu problemlerin üstesinden gelmek için, akış yardımcıları adı verilen çeşitli cihazlar kullanılır (**Şekil 9.1**).

Orijinal tasarımda akış yardımcılarının kullanılmasını pratik bir seçenek haline getiren çok çeşitli malzeme özellikleri ve çalışma koşulları vardır. Her malzeme durumuyla başa çıkacak bir şut tasarlamak neredeyse imkansızdır. Çoğu kez, değişen malzeme ve çalışma koşullarıyla akışı sürdürmenin en ekonomik çözümü, akış yardımcısı cihazları orijinal tasarıma dahil etmektir. Yüksek rutubet içeriğine sahip malzemeler duvarlara yapışabilir veya kışın gerçekleştirilen operasyonlarda donabilir. Sürekli çalıştırma, malzemenin oluşturduğu kabuğu duvara daha da sıkıca bastırabilir. Operasyon, dikiş yeri veya stoktan geçtikçe dökme malzemelerin özellikleri değişebilir. Bazı durumlarda, şut, bu parametrelerin herhangi birindeki yalnızca küçük bir değişiklik ile tamamen bloke olabilir.

Akış yardımcıları, malzemelerin bir şut veya tekneden akışına yardımcı olmak için takılır. Bir konveyörün yüklemesini etkileyeceklerinden, akış yardımcısı cihazlar döküntü ve tozu da etkileyebilir. Birikintinin kazara veya kasıtlı olarak dağıtılması ani dalgalara, dolayısıyla aşırı yüklemeye,

döküntüye ve bandın merkezden kaçmasına yol açabilir. Bir şutun içinde aktif akış yardımcıları tasarlayarak, bir işletme malzeme akışı üzerinde, yalnızca düşük sürtünmeli astarlar gibi statik yaklaşımlarla elde edilmesi imkansız bir kontrol seviyesi kazanır.

---

**AKIŞ YARDIMCILARI VE TRANSFER NOKTALARI**


---

**Akış Yardımcısı Nedir?**

Akış yardımcısı cihazlar, dökme malzemelerin hareketini canlandırmak veya artırmak için kullanılan sistemlerdir. Birikmiş malzemeyi yerinden çıkarmak için bir şut duvarına vuran bir pistonlu vibratör kadar basit veya malzeme birikmesini önlemek için zamanlanmış bir periyotta otomatik olarak boşaltma yapan çoklu bir hava şoku sistemi kadar karmaşık olabilirler. Akış yardımcısı cihazlar, döner veya lineer vibratörler, düşük basınçlı hava şokları ve havalandırma cihazları yanında düşük sürtünmeli kaplamalar ve yumuşak şut tasarımlarını da içerir. Bu sistemler birçok şekilde birleştirilebilir.

Tıkanıklıkları açmanın ve birikmeleri şutlardan ve depolama teknelerinden çıkarmanın en eski çözümü, duvarların dışına bir çekiç veya başka bir ağır nesneyle vurmaktır (**Şekil 9.2**). Halbuki duvarlara ne kadar vurulursa, durum da o kadar kötüleşir, çünkü duvarda çekiç vuruşlarının bıraktığı şişlik ve çıkıntılar, ek malzeme birikmelerini başlatan çıkıntılar oluşturur (**Şekil 9.3**).

Daha iyi bir çözüm, şuta bir akış yardımcısı cihazın uygulanmasıdır. Bu cihazlar,

**Şekil 9.2**

*Şutlardan ve depolama teknelerinden akışı iyileştirmenin geleneksel çözümü, duvarların dışına bir koçbaşı veya başka bir ağır nesneyle vurmaktır.*

duvarların sürtünmesini azaltmak ve malzemenin tahliye ağzına hareketini devam ettirmek için tam olarak gerekli yere enerji verir.

Bu bölüm, bir şutun içinde malzeme akışını desteklemenin çeşitli yöntemlerini araştırır. Bu tartışmanın merkezinde, konveyör yükleme ve tahliye şutlarına uygulanan akış yardımcıları vardır; bu bilgi ve teknolojiler, diğer malzeme prosesindeki uygulamalara ve silolar, besleme bunkerleri, elekler, besleyiciler, siklonlar ve ısı eşanjörleri dahil, depolama teknelerine uygulanabilir.

### Transfer Noktalarındaki Akış Yardımcıları

Bir şutun verimli bir şekilde akması için malzeme özelliklerini ve proses gereksinimlerini kullanmak, kesinlikle en iyi uygulamadır. Bununla birlikte, malzemeler önceden kestirilemez. Malzemenin kaynağı, ekonomik sebeplerden dolayı değişebilir veya hava şartları, akış özelliklerini şiddetle etkileyebilir. Bu durumlarda, malzeme akışını korumak için akış yardımcıları kullanmak, basit ve maliyet etkin bir yaklaşımdır.

Bazı durumlarda, akış yardımcıları, akış hızlarını dengelemek veya beklenen prob-

lemleri ortadan kaldırmak için bir sistemin tasarımına dahil edilmiş orijinal ekipmandır. Örnek olarak, malzemeyi, yükseklik kısıtlamaları nedeniyle, sürekli malzeme hareketini koruyacak kadar dik bir açığa sahip olmayan bir şuttan geçirmek için bir sisteme akış yardımcısı tasarlanabilir. Diğer durumlarda, akış yardımcıları, orijinal tasarımda beklenmeyen veya yakın zamanda ortaya çıkmış problemlerin üstesinden gelmek için, belki de malzeme durumunda, proste veya ekipmanda meydana gelen değişiklikler nedeniyle, bir malzeme taşıma sistemine eklenmiş güçlendirme bileşenleridir.

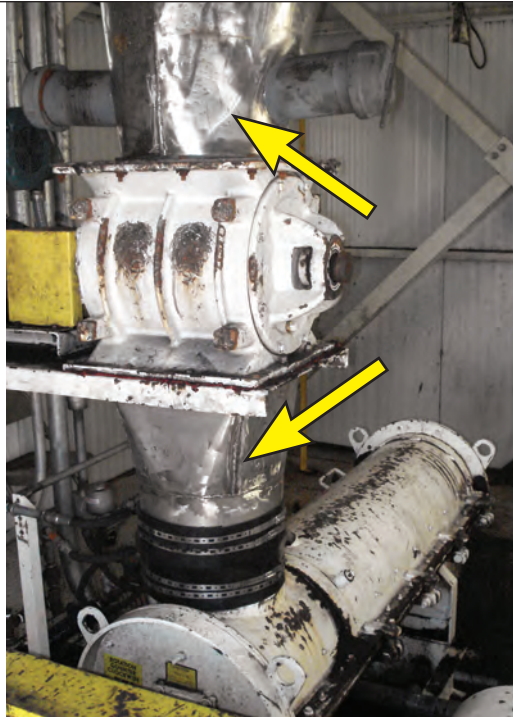
Vibratörler için kanal bağlantılarını veya hava şokları için nozül ayaklarını, bir şuta imalat aşamasındayken dahil etmek akıllıcadır. Eğer daha sonra, malzeme özellikleri değiştiği veya diğer beklenmedik problemler olduğu için bir sorun ortaya çıkarsa, problemi çözmek için yalnızca bir akış yardımcısı cihaz takılacaktır.

Çelik şut ve destek yapısının sağlam olması kritik önem taşır, çünkü bu akış yardımcısı cihazların çalışması, yapıda potansiyel olarak hasar verici gerilim yaratabilir. Uygun şekilde tasarlanmış ve korunmuş bir şut, akış yardımcılarının eklenmesinden zarar görmeyecektir.

Herhangi bir akış yardımcısı cihazın, yalnızca tahliye noktası açık olduğunda ve malzeme şuttan akabileceğinde kullanılması önemlidir. Eğer tahliye noktası kapalıyken kullanılırsa, akış yardımcısının enerjisi malzemeyi daha sıkıca sarabilir ve tahliye noktası açıldığında akışı daha problemli hale getirerek silonun zarar görmesine neden olabilir. En iyi uygulama, herhangi bir akış geciktirici malzeme birikimini önlemek için, akış yardımcısının saatler veya sensörlerle kontrol edilmesidir. Akış yardımcısı yalnızca gerektiğinde çalışacağı için bu, enerjiden tasarruf sağlar, gürültüyü azaltır ve güvenliği artırır.

**Şekil 9.3**

*Duvarlara ne kadar vurulursa, durum o kadar kötüleşir, çünkü duvarda çekiç vuruşlarının bıraktığı şişlik ve bombeler, ek malzeme birikmelerini başlatan çıkıntılar oluşturur.*



## UYGULANAN TİTREŞİM

Vibratörler, bir ketçap şişesinin dışına vurmakla aynı işlevi gerçekleştirir. Malzemenin alttan dışarı akışını artırmak için malzeme parçacıkları arasındaki yapışmayı ve parçacıklarla duvar arasındaki adezyonu azaltırlar.

Dökme malzeme ve o malzemeyi uyar-mak için en uygun titreşim sıklığı arasındaki ilişki, parçacık büyüklüğüyle orantılıdır. Genel bir kural olarak, parçacık ne kadar küçük olursa, daha yüksek titreşim frekanslarına o kadar iyi yanıt verir. Titreşim genliği ve dökme malzeme arasındaki ilişki, yapışkan ve adezyon kuvvetlere dayanır. Parçacık büyüklüğü arttıkça, dökme malzemenin hareket etmesi için gerekli genlik de artar. İnce taneli ve serbest halde akabilen (yapışkanlığı zayıf) parçacıklar, küçük titreşim genliklerine iyi yanıt verme eğilimindedir; daha büyük olan serbest akan parçacıklar daha büyük genliklere daha iyi yanıt verir. Yapışkan parçacıklar, düşük frekanslı yüksek genlikli titreşime iyi yanıt veren katı kütlelerde birikme eğilimindedir. Genellikle, dönüşün yönü ve vibratör kütlesinin darbesi, arzu edilen malzeme akışının yönünde olmalıdır.

### Lineer Vibratörler

Lineer vibratörler, bir şut veya silonun içindeki malzemeyi, yapının çelik duvarlarının dışına ağır darbeler vurarak harekete geçirir. Aslında, titreşimin ilk zamanlardaki şekli bir çekiçti. Şut veya silo duvarına vurulması, malzeme veya duvar yüzeyi arasındaki yapışma kuvvetinin üstesinden gelir. Bununla birlikte, silo veya şut duvarına bu şekilde çekiçle vurulması, çoğu kez duvar yüzeyinin hasar görmesine yol açar (**Şekil 9.4**). Çekiğin duvarda bıraktığı, “çekiç döküntüsü” de denilen izler, çekiğin üstesinden gelmesi gereken problemi sürdürecektir ve büyütecektir. Ayrıca, balyozun sallanması, tesis personeli açısından yaralanma riski de arz eder. Pistonlu vibratör, bu etkiyi fiilen bir çekiç sallamadan gerçekleştirmek için geliştirilmiştir (**Şekil 9.5**).

Pnömatik piston (veya lineer) vibratör, pistonu bir kasa içerisinde ileri ve geri hareket ettirmek için tesis havasını kullanır (**Şekil 9.6**). Bazı vibratörlerde, bu piston duvara vurabilir; diğer tasarımlarda yalnızca, duvarı esnetecek kadar kütleyle salır. Her iki durumda da, vibratör, duvarın içinden yapının içindeki malzemeye enerji verir. Bir çekiç vuruşundan daha kontrollü olan bu kuvvet, malzemenin yapıdan dışarı akması için malzeme ve duvarın arasındaki adezyonu kırar.

Lineer vibrasyon, yapışkan, iri taneli, yüksek rutubetli malzemeler için en iyi çözümdür. Uygun bir test, bir avuç dolusu



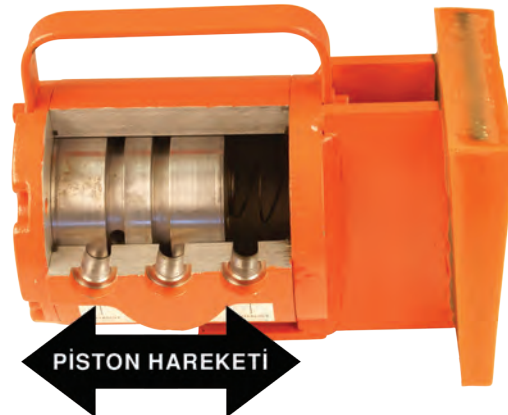
**Şekil 9.4**

Silo veya şut duvarına çekiçle vurulması, duvar yüzeyinin hasar görmesine yol açar; buna çoğu zaman “çekiç döküntüsü” denir.



**Şekil 9.5**

Pistonlu vibratör, bu vurma etkisini, fiilen bir çekiç sallamadan gerçekleştirmek için geliştirilmiştir.



**Şekil 9.6**

Pnömatik pistonlu (lineer) vibratör, bir titreşim kuvveti üretmek amacıyla, pistonu bir kasa içinde ileri ve geri hareket ettirmek için tesis havasını kullanır.

PISTON HAREKETİ

malzeme almak ve sıkıştırarak top yapmaktır. Eğer malzeme, avucunuzu açtıktan sonra kolaylıkla topta kalıyorsa, lineer titreşim muhtemelen en iyi seçimdir.

Pistonlu bir vibratör, içerideki birikme veya tıkanma noktasında, tekne veya şutun dışına monte edilebilir. Çoğu zaman bu

vibratörler, şut duvarına monte edilmiş çelik bir kanala takılır (**Şekil 9.7**). Bu montaj ayağı, yapıyı yorgunluktan korurken verimliliği artırmak için, kuvveti yapının büyük bir alanına yayar. Çoğu lineer vibratör tesis havasıyla harekete geçirilir ve bir selenoidle uzaktan veya manüel bir açma/kapama valfiyle lokal olarak kontrol edilebilir.

Tablo 9.1

## Şutun İçindeki Malzemenin Ağırlığına göre Tipik Vibratör Büyüklükleri

Şuttaki Maksimum Dökme Malzeme Ağırlığı kg (lb <sub>m</sub> )	Gerekli Vibratör Kuvveti N (lb <sub>f</sub> )	Lineer Vibratördeki Pistonun Çapı mm (inç)	Silo Duvarı Kalınlık Aralığı mm (inç)	Montaj Kanalının Önerilen Uzunluğu mm (inç)
1315 (2900)	~1300 (~300)	32 (1.25)	1,6 - 3,2 (1/16 - 1/8)	900 (36)
2223 (4900)	~2250 (~500)	50 (2)	4,8 - 6,4 (3/16 - 1/4)	900 (36)
4445 (9800)	~4450 (~1000)	75 (3)	6,4 - 9,5 (1/4 - 3/8)	900 (36)
9979 (22000)	~10000 (~2200)	100 (4)	9,5 - 12,7 (3/8 - 1/2)	1800 (72)

Tablo 9.2

## Dökme Yoğunluğuna Göre Vibratör Kuvveti Çıktıları

Dökme Yoğunluğu	Kuvvet Oranları
1440 kg/m <sup>3</sup> (90 lb <sub>m</sub> /ft <sup>3</sup> ) üstünde	0,7 kg başına 1 newton (1 lb <sub>f</sub> /7 lb <sub>m</sub> )
640-1440 kg/m <sup>3</sup> (40-90 lb <sub>m</sub> /ft <sup>3</sup> ) arasında	1,0 kg başına 1 newton (1 lb <sub>f</sub> /10 lb <sub>m</sub> )
640 kg/m <sup>3</sup> (40 lb <sub>m</sub> /ft <sup>3</sup> ) altında	0,3 kg başına 1 (1 lb <sub>f</sub> /3 lb <sub>m</sub> )

Not: Daha önce belirtildiği gibi, ince, kuru malzemeler, yüksek frekanslı/düşük genlikli titreşime iyi yanıt verirken, büyük parçacıklar ve ıslak malzemeler, düşük frekanslı/yüksek genlikli titreşime daha iyi yanıt verir.

Denklemler 9.1

Lineer Vibratör Çıkış Kuvveti Gereksinimi

$$LF = \frac{Wt_t}{k_a}$$

**Eldeki veri:** 414100 kilogram (9000 lb<sub>m</sub>) ağırlığında kuru malzeme bir konveyör yük şutunu tıkamaktadır **Bulunacak:** Bir vibratörün bu şutta akışı canlandırmak için uygulaması gereken lineer kuvvet.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
<b>LF</b>	Gerekli Lineer Kuvvet	newton	pound-kuvvet
<b>k<sub>a</sub></b>	Uygulama Katsayısı Uygulama Katsayısı, Vibratör Uygulaması için Göz Kararı belirlenir LF ve Wt <sub>t</sub> arasında 1:10 oran	1,025 (kuru malzeme) 0,82 (ıslak malzeme)	10 (kuru malzeme) 8 (ıslak malzeme)
<b>Wt<sub>t</sub></b>	Etkilenen Alanda Malzemenin Ağırlığı	4100 kg	9000 lb <sub>m</sub>
Metrik: $LF = \frac{4100}{1,025} = 4000$			
İngiliz: $LF = \frac{9000}{10} = 900$			
<b>LF</b>	Gerekli Lineer Kuvvet	4000 N	900 lb <sub>f</sub>

Belirli bir uygulama için vibratör, şutta-ki veya bir silo veya besleme bunkerinin eğimli kısmındaki malzemenin ağırlığı ve özelliklerine göre seçilir (**Tablo 9.1**).

Tipik vibratör uygulamaları için genel “göz kararı”, şütün içindeki her 1 kg. malzeme ağırlığı için 1 newton (1 lb<sub>f</sub> / 10 lb<sub>m</sub>) uygulamaktır. Bu genel kural malzemenin akıcı ve 1440 kilogram / metreküpten (90 lb<sub>m</sub> / ft<sup>3</sup>) az bir yoğunluğuna sahip olduğunu varsayar.

Yüksek yoğunluklu veya rutubetli veya düşük yoğunluğa sahip malzemeler için daha fazla kuvvet gerekecektir. Yukarıdaki oran 640-1440 kilogram / metreküp (40-90 lb<sub>m</sub> / ft<sup>3</sup>) arasındaki malzeme için kabul edilebilir olsa da, daha yüksek veya daha düşük dökme yığınlıklarına sahip malzeme farklı oranlar gerektirir (**Tablo 9.2**).

Bu uygulamalara en uygun montaj kanalı ve şüt duvarı kalınlığı aynı zamanda malzeme ağırlığına ve özelliklerine bağlıdır; tabloda verilen parametrelerin dışındaki uygulamalar, uzman mühendislik gerektirebilir.

Bir vibratörün şütün üzerine uygulanması için lineer kuvvetin hesaplanması gerekir (**Denklem 9.1**).

Montajdan sonra, dökme malzeme üzerindeki etkiyi en yükseğe çıkarmak için, hava basıncı ve/veya akış hızı ayarlanarak havalı vibratörler uygulamanın gereksinimlerine göre ayarlanmalıdır.

### Döner Vibratörler

Lineer vibratörlerin aksine, diğer vibratörler, bir eksantrik ağırlığın dönüşüyle titreşim kuvveti yaratır. Bu döner vibratörler, yükü merkezden kaçık olduğunda evdeki bir çamaşır makinesinin çıkardığı kadar güçlü bir titreşim oluşturur. En çok ince, kuru malzemeleri hareket ettirmeye uygun bir enerji sağlarlar (**Şekil 9.8**).

Döner vibratörler, pnömatik veya hidrolik olarak veya elektrikle çalıştırılabilir: Belirli bir uygulama için bu seçim, çoğu kez, montaj noktasındaki en elverişli enerji kaynağı-

na göre yapılır.

Döner pnömatik vibratörlerde, titreşimi oluşturmak için hava akımı bir kütleyi dairesel bir yörüngede hareket ettirir; döner hidrolik vibratörlerde, kütleyi hareket ettiren hidrolik sıvı akımıdır. Döner elektrikli vibratörlerde, eksantrik ağırlıklar genellikle bir elektrik motoru pervanesi veya milinin uçlarına monte edilir (**Şekil 9.9**).

Döner vibratörler, her bir uygulamanın detaylarına uyacak şekilde çok çeşitli büyüklük ve çıkışlarda mevcuttur. Ayrıca, birçok döner elektrikli vibratör, arzu edilen titreşim kuvveti miktarını sağlamak için



**Şekil 9.7**

Pistonlu vibratör, şütün dışına, birikme noktasında monte edilmiş bir çelik kanalın üstüne monte edilmelidir.



**Şekil 9.8**

Döner vibratörler, eksantrik ağırlığın veya kütlelerin, merkezi bir eksen tarafında döndürülmesiyle güçlü bir titreşim yaratır.



**Şekil 9.9**

Döner elektrikli vibratörlerde, ağırlıklar genellikle bir elektrik motoru pervanesi veya milinin uçlarına monte edilir.

eksantrik ağırlıkların bindirmesi değiştirilerek(dengesizlik miktarı artırılarak veya düşürülerek) ayarlanabilir.

Titreşim metal yapılarda gerilime sebep

olabilir ve uygulama nokta(lar)ında duvarların takviye edilmesi gerekebilir. Lineer vibratörler gibi, döner vibratörler de genellikle titreşim enerjisini (ve cihazın ağırlığını) daha büyük bir yüzey alanına yayan bir montaj plakası veya kanalına monte edilir (Şekil 9.10).

**Şekil 9.10**

Döner vibratörler genellikle, titreşim enerjisini ve cihazın ağırlığını, daha büyük bir yüzey alanına yayan bir montaj plakası veya kanalına monte edilir.



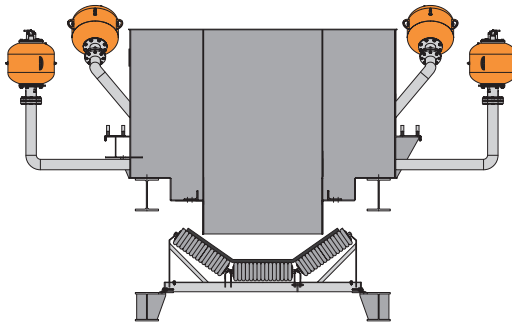
**Şekil 9.11**

Hava şoku sistemi, transfer şutlarında malzeme birikmesine karşı başka bir çözümdür.



**Şekil 9.12**

Hava şokları, şutlardaki malzeme birikmesini yerinden çıkaracak bir hava patlaması oluşturmak için tesisin tazyikli havasını kullanır.



**Şekil 9.13**

Bazı hava şoku sistemleri, bir depodan birkaç tahliye nozulüne hava gönderir.



Şutlar veya besleme bunkerleri için tasarlanan döner vibratörler genellikle, çıkış kuvvetinin, şutun içinde veya silonun eğimli kısmında bulunan malzeme kütesine 1:10 oranında boyutlandırılır. Genellikle, malzeme ne kadar inceyse, malzemeyi uyararak ve akmasını sağlamak için gerekli frekans o kadar yüksek olur.

Döner vibratör bir şutta genellikle, yapının alt dördte birlik ile üçte birlik kısmına monte edilir. Eğer ikinci bir vibratör gerekiyorsa, ilk vibratörden 180 derece açıyla ve yukarıya doğru yapının ortasına monte edilmelidir.

Döner vibratörler otomatik veya manüel olarak kontrol edilebilir ve yalnızca gerektiğinde kullanıma imkan tanır. Monte edildikten sonra bir vibratörde, her bir uygulama için optimum etkiyi sağlaması amacıyla, kuvveti ve/veya hızı ayarlanarak “ince ayar” yapılabilir.

## HAVA ŞOKLARI

Vibratörlere ek olarak, transfer şutlarındaki malzeme birikmesinin başka bir çözümü de bir hava şoku sisteminin kurulmasıdır (Şekil 9.11).

Bazen patlaç olarak da anılan hava şokları, şutlardaki malzeme yığılmasını yerinden çıkaracak bir hava patlaması oluşturmak için tesisin tazyikli havasını kullanır. Hava şokları, çabuk tepkili tahliye valflerine sahip, basit depolanmış tazyikli hava haznelidir. Valfler harekete geçirildiğinde, hava çok çabuk kaçarak geniş bir etki alanı yaratır (Şekil 9.12). Stratejik olarak yerleştirildiğinde ve uygun şekilde kontrol edildiğinde, bu hava patlaması malzeme birikmesini yerinden çıkaracak veya önleyecektir.

Değişik şekillerde nozül ve borular şut duvarına takılır ve hava şokları her bir nozüle bağlanır. Nozüller, patlamayı çıkışa veya akışın yönüne doğru yönlendirecek şekilde yerleştirilmelidir. Bazı sistemler, her bir nozül için bağımsız hava depoları kullanır; diğer sistemler birkaç nozül için tek bir depo kullanır (**Şekil 9.13**). Nozüller duvara gömülür, bu sayede birikmiş malzeme tabakasının altından boşaltma yapabilir (**Şekil 9.14**). Birikmeyi teşvik eden ek kenar ve köşeler oluşturmaktan sakınmak için, nozülleri monte ederken dikkat edilmelidir. Dökme malzemenin hareketi nozülleri aşındırabilir ve daha büyük topak büyüklükleri nozülleri deforme veya tahrip edebilir.

Monte edilen hava şoklarının sayısı, şutun büyüklüğüne ve şekline ve birikmenin doğasına bağlıdır. Tipik olarak, bir hava şoku, 1,5 ila 2 metrekare (15 - 20 ft<sup>2</sup>) şut duvarını malzemeden uzak tutabilir. 50 litrelik (1.75 ft<sup>3</sup>) hava hacmine sahip hava şokları, şut uygulamalarında iyi sonuçlar vermiştir. Hava şokları, tesisatın teknesi çevresine birkaç yükseklikte monte edilebilir.

Hava şokları, uygun miktarda kuvveti sağlamak için, çok çeşitli hava deposu ve tahliye çapı büyüklüklerinde mevcuttur. Bir hava şokunun ateşleme sırası, şut, malzeme ve hava şartları da dahil, tesisatın özel koşulları için ayarlanmalıdır. Tatmin edici sonuçlar elde edildikten sonra, şok(lar), ateşleme çevriminin tesis personelinin ilgisi gerekmeden malzeme akışını koruması için, bir zamanlayıcı veya diğer bir otomatik kontrol cihazına bağlanabilir.

Hava şokunun şutun içine yaptığı boşaltma, şutun içindeki pozitif basınçta bir artışa neden olabilir, dolayısıyla şut veya yükleme bölgesinden dışarı sürülen toz kaçışını da artırabilir. Birçok durumda, hava şokları, titreşim tarafından sağlanabilecek olandan daha fazla kuvvet gerektiren yapışkan malzemeler üzerinde kullanılır, fakat bu yüksek seviyelerde toz oluşturmaz. Hava şokları tarafından üretilen hava, üretilen hava hesaplamasına dahil edilmelidir. (Bkz. 7. Bölüm: Hava Kontrolü, Denklem 7.1, Toplam Hava Akışı Hesabı)

## AKIŞI İYİLEŞTİRMEK İÇİN DİĞER YÖNTEMLER

### Havalandırma Sistemleri

Un ve mısır nişastası gibi bazı ince parçacıklı malzemeler depolandıklarında havaları gidecektir - sıkışmış ve sert hale geleceklerdir. Eğer çok uzun bir süre depolanmışlarsa, verimli bir şekilde akamayacaklardır. Ürünlere düşük basınçlı/yüksek hacimli hava eklenmesi, malzemelerin yeniden verimli bir şekilde akmalarını sağlayacaktır. Bu işlem, teknenin içine monte edilmiş havalandırma difüzörlerine, yastıklarına veya nozüllere hava veren bir pozitif deplasmanlı blower üfleyici ile yapılır (**Şekil 9.15**). Bazı havalandırma cihazları yalnızca hava akımına dayanır; bazıları hava akışıyla titreşir. Yataklardan gelen hava, kuru malzemeler için, malzeme ve şut duvarı arasındaki adezyonu kıracaktır. Islak, yapışkan veya topaklı malzemeler bu sisteme iyi yanıt vermez.



**Şekil 9.14**

Bir hava şoku sistemi için tahliye nozülleri şut duvarına gömülür, böylelikle birikmiş malzeme tabakasının altından boşaltma yapabilirler.



**Şekil 9.15**

Havalandırma nozülleri, akışı iyileştirmek için şutun içine monte edilebilir.

### Şut Kaplamaları

Seramik ve tasarlanmış plastik gibi kaplama malzemeleri, bir şuttaki akış problemleri için ekonomik bir çözüm sağlayabilir. Yüksek Yoğunluklu Polietilen (HDPE), Ultra Yüksek Moleküler Ağırlıklı (UHMW) polietilen ve seramiklerin tamamı malzeme akışını destekleme kabiliyeti göstermiştir. Kaplama için seçilen malzeme, uygulamada görülen darbe seviyelerini ve/veya kayma aşınmasını kaldıracaktır.

Tasarlanmış plastikler genellikle şut duvarlarına, gömme başlı ve kapalı sabitleme elemanlarıyla cıvatalanır. Plastik kaplamalarla ilgili ele alınması gereken bir problem, metal duvara kıyasla genleşme ve büzülme oranlarındaki farktır. Montaj sistemi, plastik astarların hareket etmesine izin vererek bu farkı tolere etmelidir. Eğer bu yapılmazsa, astar bükülerek malzeme akışını engelleyecek ve çabucak aşınacaktır.

Seramik astarlar, metal şutların üzerine, tutkal, kaynak veya her iki tekniğin birleşimiyle takılabilir.

miyle takılabilir.

Şut kaplamalarının uygun şekilde montajı, düşük sürtünme katsayılarının faydalarını elde etmek için kritik önem taşır. Eğer plakalar veya karolar uygun şekilde monte edilmezse, birleştikleri yerdeki çıkıntular etkin sürtünme katsayısını çeliğinkinin üzerine çıkararak, şutun akış özelliklerini kötüleştirir. Gerçek sürtünme katsayısını belirlemek ve aşınma hızlarını kestirmek için astar ve dökme malzemenin test edilmesi önerilir.

### Yumuşak Şut Tasarımları

Çoğu şut sert metalden yapılıdır. Bununla birlikte, şut ve kaplamasının esnek malzemedir yapılabildiği durumlar da vardır. Aşırı derecede ıslak veya yapışkan malzemeler, yumuşak duvarlı şut tasarımlarına iyi yanıt verir.

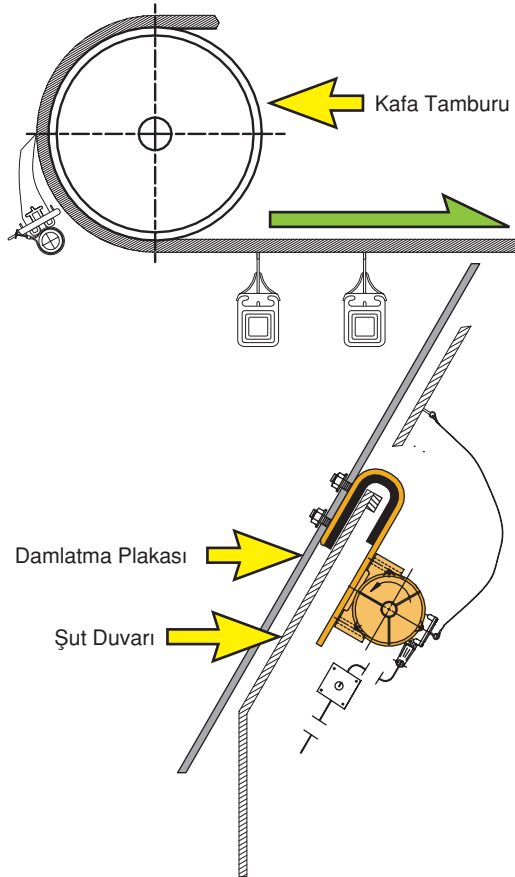
Yumuşak bir şut tasarımı, oluklu veya açılı demirden yapılmış bir çerçeve kullanır. Bu çerçeveye, kauçuk veya konveyör bandı gibi esnek bir malzeme takılır. Çok defa, ekipmanın (sisteme bağlı konveyör tahriki veya diğer ekipmandan kaynaklanan) doğal titreşimi, malzemenin kauçuk kaplamaya yapışmasını önleyecektir.

Vibratörler ve hava şokları, esnek kaplamayı harekete geçirerek yumuşak bir şuta yardım etmek için kullanılabilir. Yumuşak bir şutta akışı desteklemek için vibratör kullanımına bir örnek, asılı plastik tabakasının şutun içinde bir suni zemin veya duvar haline geldiği, titreşimli damlatma şutudur (Şekil 9.16). Malzemeyi hareket halinde tutmak için bu tabakaya bir vibratör takılır. (Titreşimli damlatma şutları hakkında daha fazla bilgi için bkz. 14. Bölüm: Bant Temizleme)

Başka bir teknik de, hava şoklarının, şut duvarına bir kaplama olarak monte edilmiş, esnek bir kauçuk örtünün arkasına yaptığı boşaltmayı kullanır (Şekil 9.17). Hava şokları boşaltma yaptığında, plajda bir havludan kumu silkelemek gibi, malzeme birikmesini yerinden çıkarmak için örtüye bir “tekme” atar. Örtü yalnızca üst kısmından sabitlenir. Normalde, örtü yalnızca şutun daha düz, daha az “serbest

**Şekil 9.16**

Titreşimli bir damlatma şutu, malzemeyi hareket halinde tutmak için asılı plastik tabakasına bir vibratör takar.







## GÜVENLİK HUSUSLARI

Tüm tesis ekipmanında olduğu gibi, vibratörler ve hava şokları kendilerine özgü güvenlik kaygılarını beraberinde getirir. Gürültü ve düşen veya uçan malzeme, akış yardımcılarının kullanımından kaynaklanan başlıca tehlikelerdir. Gürültü, akış yardımcılarının kullanılarak, yalnızca gerektiğinde kontrol edilebilir. Düşen veya uçan malzemelere maruziyet, akış yardımcısının yeri ve akış yardımcılarını barındıran şutlara erişimi kontrol için uygun prosedürlerle kontrol edilebilir. Akışa yardımcı sistemlerin montajı, işletilmesi ve bakımı için üreticinin talimatlarına dikkatle uyulmalıdır.

Vibratörler, yapının duvarına sıkı sıkıya monte edilmelidir. Oluklu montaj ayakları şut duvarına, kaynak dikişi aralıklarının boşluklarla ayrıldığı, dikiş kaynağıyla takılmalıdır (**Şekil 9.18**). Bu dikiş kaynağı tekniği, ek yerindeki bir arızanın kırılarak montaj plakasının tamamına yayılmasını önlemek için tasarlanmıştır. Kaynaklarda herhangi bir çatlak olup olmadığını kontrol etmek için montaj ayağının kaynak alanı ayda bir muayene edilmelidir. Montaj ayağında sorun olduğunda vibratörün düşmesini önlemek için bir emniyet kablosu takılmalıdır.

Bir vibratör veya montaj ayağında çalışırken uygun kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürleri takip edilmelidir.

Hava şokları için montaj ayakları ve tahliye boruları şut duvarına sıkı sıkıya bağlanmalıdır. Hava şoku montaj ayağına sıkı sıkıya takılmalıdır. Montaj borusu ve hava deposu arasındaki dişli bağlantıya tamamen kaynak yapılması önerilmez, çünkü bu, gerilimli bir alan yaratarak dişlerin kırılmasına yol açabilir.

Bir montaj ayağı arızası durumunda hava şokunun düşmesini önlemek için, bir emniyet kablosu, hava deposunu yapısal bir elemana bağlamalıdır (**Şekil 9.19**).

Hava şoku üzerinde herhangi bir çalışma yapmadan önce, hava deposundaki

hava tamamen boşaltılmalı ve depoya hava dolmasını önlemek için, hava hattı beslemesini kapatma valfi kapalı konumda kilitlenmelidir. Hava şoku teknesinde hiç hava kalmadığından emin olmak için basınç tahliye valfini de çekmek akıllıca- dır. Yalnızca pozitif bir basınç sinyaline karşılık olarak ateşleme yapan (dolayısıyla, gücü kesildiğinde kazara boşaltma yapmayan) hava şokları mevcuttur.

Tüm muayene ve giriş kapıları, uygunsuz girişi önlemek için kilitlenmelidir. Uygun tekne girişi prosedürleri izlenmeli ve personel şuta girmeden önce hava şokları uygun şekilde kilitlenip boşaltılmalıdır. Şut veya tekne, tehlikelere karşı doğru işaret ve uyarılara sahip olmalıdır (**Şekil 9.20**).

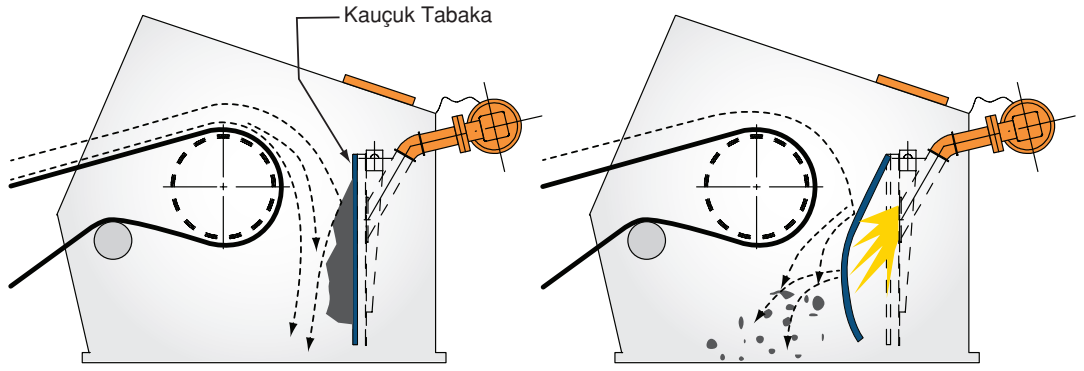
Akış yardımcısı cihazlar çoğu zaman tazyikli hava veya depolanmış enerji tehlikesi yaratan diğer enerji kaynakları kullandığından, kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürlerini takip etmek kritik önem taşır. Her ne kadar bir şutta birikme yine de mevcut olabilese de, şut duvarına tutunması, bakım sırasında hafif bir çalkantının düşmesini neden olacağı noktaya kadar zayıflatılabilir. Kontrol sistemlerinde çalışırken elektrik çarpma tehlikesi vardır. Bakım ve test sırasında uzaktan çalıştırma olasılığı göz önünde bulundurulmalı ve kasıtsız çalışmasını önleyecek prosedürler tesis edilmelidir.

Vibratörler veya hava şoklarının yerleştirildiği alanlar, civarda çalışan işçilerin kulak koruyucu kullanmasını gerektirebilir. Tekne tipi ve akış yardımcısı sistemin büyüklüğü ses seviyelerini büyük ölçüde değiştirecektir. Ses okumaları alınmalı ve gerektiği şekilde uyarıcı işaretler asılmalıdır (**Şekil 9.21**).

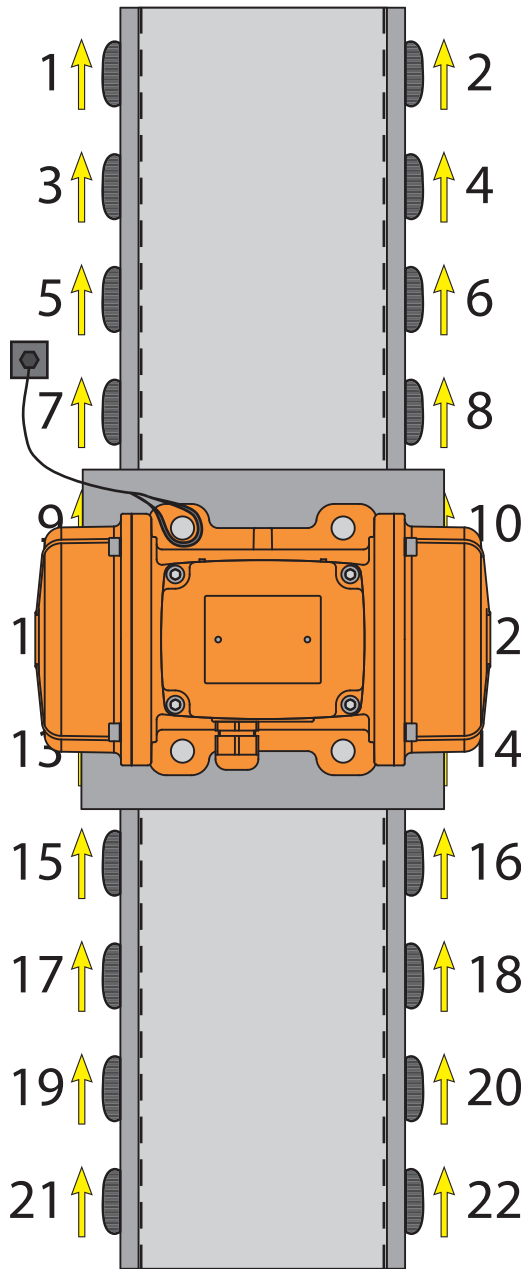
Eğer hava şokları veya havalandırma cihazları kapalı silo veya şutlarda kullanılıyorsa, hava basıncındaki artış belirlenmeli ve sisteme basınç tahliye eklenmelidir.

**Şekil 9.17**

Başka bir teknik de, malzeme birikmelerini şütun içinden yerinden oynatmak için, hava şokunun, esnek bir kauçuk örtünün arkasına yaptığı boşaltmayı kullanır.

**Şekil 9.18**

Vibratörler ve montaj ayakları şüt duvarına, kaynak dikişi aralıklarının boşluklarla ayrıldığı, dikiş kaynağıyla takılmalıdır.



akan” tarafına takılır. Tahliye borusu, malzemenin hava şokunun tahliye ağzına girmesini önlemek için, hava şokundan eğimli olarak tekne çıkışına incek şekilde hedeflenmelidir. Bu teknik ıslak veya yapışkan malzemelerle iyi sonuç verir.

### SİSTEM BAKIMI

Akış yardımcısı cihazlar, uygun yer ve çalışmaya karşı nispeten duyarlıdır. Akış yardımcılarını kullanmanın başlıca avantajlarından biri, bir işletmenin, şüttaki malzeme akışı üzerinde, başka herhangi bir yolla mümkün olmayan bir kontrol seviyesi elde etmesidir. Bu avantaj bir probleme de dönüşebilir, çünkü bir akış yardımcısını, optimum çalışma ayarlarından çıkacak şekilde ayarlamak çok kolaydır. Çoğu zaman, işçiler bakım yaparken ayarları kaydetmeyi unutacak veya akış yardımcısını, operatörlerin isteklerine göre ayarlamaya çalışacaklardır. Bu durum, malzeme hareketinde zayıf performans, düşük enerji verimliliği ve akış yardımcısı için daha kısa ömürle sonuçlanabilir. Eğer hatalı şekilde monte edilir veya ayarlanırsa, akış yardımcıları arzu edilen etkiyi sağlamayabilir ve hatta durumu daha da kötüleştirebilir. Bir akış yardımcısının ilk montajını ve kontrol ayarlarını genellikle deneyimli bir uzman tedarikçi optimize edebilir. Bu ayarlar, gelecekte başvurulmak üzere kaydedilmelidir.

Gerekli hava basıncı veya hacmin eksikliği performansı etkileyecektir. Toz ve rutubeti tazyikli hava besleme hatlarından uzak

tutmak, havalı akış yardımcıları için kritik önem taşır. Bazı pnömatik akış yardımcıları yağlama gerektirir; diğerleri gerektirmez. Hava kalitesi ve arıtması için üreticilerin şartlarına uymak önemlidir.

Akış yardımcıları çoğu zaman, düşen malzemeye, hareketli ekipmandan, elemanlardan ve titreşimden darbelere maruz kaldıkları alanlara yerleştirilir. Zaman geçtikçe, bu koşullar akış yardımcısının besleme hatlarını ve kontrol sistemlerini bozabilir. Kontrollerin ve besleme hatlarının muayenesi ve rutin bakımı için üreticilerin tavsiyelerine uymak önemlidir.

Akış yardımcısı cihazlar şuta ve dökme malzemeye kuvvet verir; zaman geçtikçe, bileşenler, normal koşullar altında, aşınacak ve hatta kırılacaktır. Çoğu akış yardımcısı cihaz, kullanım ömürlerini uzatmak için onarılabilir. Akış yardımcılarının uygun şekilde çalışması için açıklıklar ve oturma kritik önem taşıdığından, akış yardımcısı cihazların üretici tarafından revize edilmesi ve onarılması - veya üreticinin, ekipmanı uygun şekilde onarması için tesisin bakım personelinin eğitilmesi - önerilir.

Akış yardımcıları genellikle aralıklı çalıştığından, aslında optimum seviyelerde çalışmadıkları halde çalışmaya hazır görünebilirler. Akış yardımcısı cihaz, doğru çalıştığından emin olmak için, üreticinin önerilerine göre periyodik olarak test edilmelidir. Çoğu zaman deneyimli bir uzman tedarikçi, akış yardımcısı cihazın sesinden veya etkisinden tamir veya ayar gerektirip gerektirmediğini söyleyebilir.

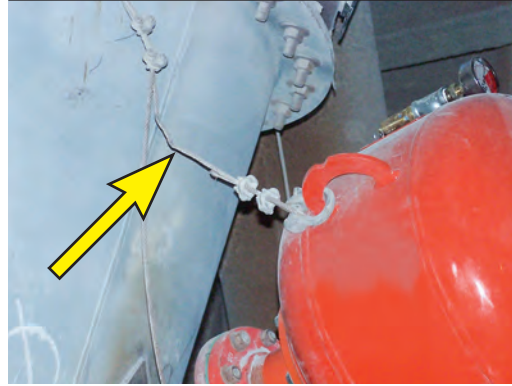
## AKIŞ YARDIMCILARININ UYGULANMASI

Çeşitli akış yardımcısı sistemlerin tipik özellikleri ve uygulamaları karşılaştırılabilir (**Tablo 9.3 ve 9.4**).

Çoğu durumda, cihazın normal görevleri için kısılabilmesi amacıyla, akış yardımcısı cihazları - özellikle vibratörleri - bir model veya ünite boyutu "daha büyük" almak avantajlıdır. Eğer ihtiyaçlar artarsa, yeni bir

vibratörün alınması gerekmez.

Akış yardımcılarının büyüklüğünün belirlenmesi ve yerleştirilmesi için genelleşmiş kurallar vardır; fakat problemin teşhisinde ve akış yardımcısının maksimum etki için ayarlanmasında tecrübe bir bilim olmaktan daha çok sanattır. Akış yardımcılarının seçimi, montajı ve kontrolü en iyi şekilde, sayısız montajdan birikmiş bilgiden yararlanan uzman bir tedarikçi tarafından yapılır.



**Şekil 9.19**

Hava şoku, teknenin yapısal bir elemanına, bir emniyet kablosuyla bağlanmalıdır.



**Şekil 9.20**

Hava şoku sistemleri, uygun güvenlik işaretleri ve tekne giriş prosedürleri gerektirir.



**Şekil 9.21**

Birçok akış yardımcısı cihaz, gürültüden korunma işaretlerinin asılmasını gerektirir.

Tablo 9.3

Yaygın Akış Yardımcısı Cihazların Özellikleri				
	Lineer Vibratör	Döner Vibratör	Hava Şoku	Havalandırıcı
Elektrikli		Evet		
Pnömatik	Evet	Evet	Evet	Evet
Hidrolik		Evet		
Değişken Hız	Evet	Evet	Hava deposunun doldurulabileceği sıklıkta boşaltma yapabilir	Evet
Değişken Kuvvet	Evet	Evet	Evet	Evet
Titreşim Aralığı (vpm)	1400 - 5500	Pnömatik Vibratörler 3000 - 25000 vpm Elektrikli Vibratörler 600 - 3600 rpm		

Tablo 9.4

Malzeme Özelliklerine göre Akış Yardımcıları için Uygun Uygulamalar				
Malzeme Özelliği	Lineer Vibratör	Döner Vibratör	Hava Şoku	Havalandırıcı
Hafif Yumuşak		X		X
Küçük Parçacıklar		X		X
Büyük Parçacıklar	X		X	
Yapışkan İnce Taneler	X		X	
Patlayıcı Malzemeler*	X	X	X	
Birbirine Kenetli Parçacıklar			X	
Kalın Malzeme Yığını	X		X	

\* Tehlikeli iş derecesi ve yerleri için özel olarak tasarlanmış ürün ve aksesuarlar için üreticiyle irtibata geçin.

Problemin doğası ve malzemenin özellikleri de dahil, olası herhangi bir uygulamanın kendisine özgü özellikleri incelendikten sonra, akış yardımcısı tipinin seçimi çoğu zaman uygulama noktasında mevcut güç kaynağıyla ilgilidir.

## GELİŞMİŞ KONULAR

### Bir Vibratörü Akış Yardımcısı olarak Boyutlandırma

Çoğu vibratör üreticisi, çeşitli üniteleri için güç çıkışını sağlayacaktır. Kullanıcı, belirli bir uygulama için gerekli gücü belirlemekle mükelleftir (**Denklem 9.1**). Bu güç ihtiyacından, üreticilerin teknik verileri kullanılarak uygun vibratör seçilebilir.

---

## AKIŞ YARDIMCILARI AKIŞA YARDIM EDER

---

### Sonuç olarak...

Bir işletmeye fayda sağlaması için, herhangi bir akış yardımcısı sistemin uygun şekilde tasarlanması gerekir. Malzeme özellikleri; proses özellikleri; ve cihazların sayısı, büyüklüğü ve yerinin tamamı, verimli bir akış yardımcısı sistemde kritik elemanlardır. Eğer bir uygulama için uygun şekilde tasarlanmaz ve uygulanmazlarsa, akış yardımcısı cihazlar ek problemler oluşturabilir.

### İlerideki bölümlerde...

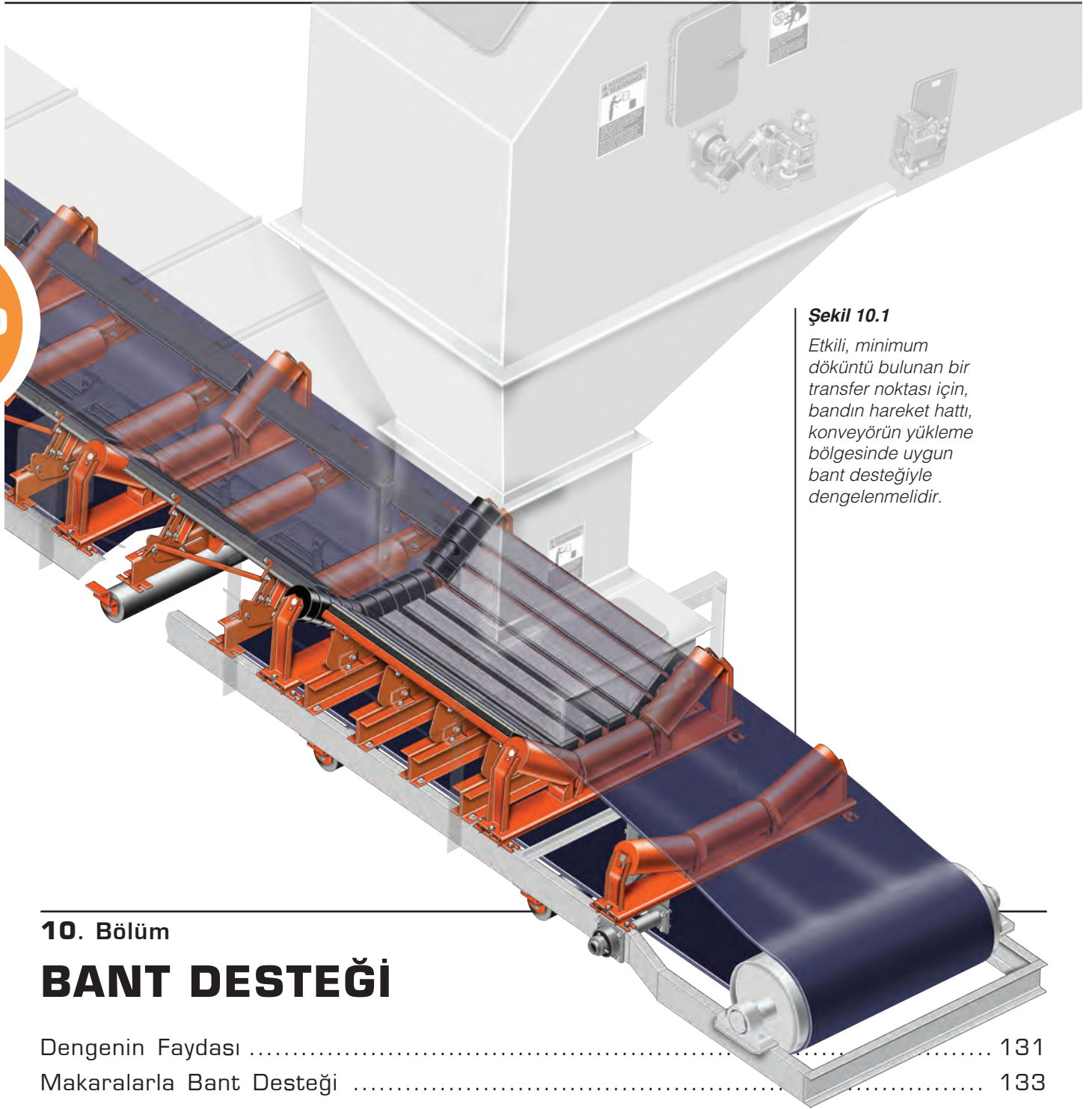
Bandı Yükleme kısmındaki dördüncü bölüm olan Akış Yardımcıları başlıklı bu bölüm, akış yardımcılarını akışı iyileştirmek için bir araç olarak sunmaktadır. Sonraki bölüm, bu kısmı devam ettiriyor ve Bant Desteği üzerine odaklanıyor.

---

## REFERANSLAR

---

- 9.1 Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (2005). *BELT CONVEYORS for BULK MATERIALS*, Altıncı Baskı. Naples, Florida.
- 9.2 Konveyör ürünlerinin herhangi bir üreticisi ve distribütörlerinin çoğu, kendi özel ürünlerinin yapısı ve kullanımını hakkında çok çeşitli materyaller sağlayabilir.

**Şekil 10.1**

Etkili, minimum döküntü bulunan bir transfer noktası için, bandın hareket hattı, konveyörün yükleme bölgesinde uygun bant desteğiyle dengelenmelidir.

## 10. Bölüm

# BANT DESTEĞİ

Dengenin Faydası .....	131
Makaralarla Bant Desteği .....	133
Bant Destek Yatakları .....	138
Yatak Montajı .....	143
Alternatif Bant Desteği Yöntemleri .....	145
Sistem Bakımı .....	146
Tipik Özellikler .....	147
Güvenlik Hususları .....	147
Gelişmiş Konular .....	148
Ya Şimdi ya da Sonra (Fazlasını) Öde .....	149

**Bu bölümde...**

Bu bölüm, kaçak malzemelerin kaçışını ve bandın ve diğer bileşenlerin hasar görmesini önlemek için konveyör yük bölgesinde bant desteğine odaklanır. Kapsanan konular arasında, makaralar, kayar yataklar ve darbe yatakları yanında, bir bant hattını dengeli tutmak için kullanılan birkaç alternatif yöntem bulunur. Bant desteği için gerekli güç gereksinimlerini hesaplamak için denklemler verilmektedir.

Etkin bir konveyör yük bölgesinin inşası, bir evin inşaatı gibidir: İyi bir temelle başlar. Bir evde temel, bodrum katının ayakları ve/veya duvarlarından oluşur; konveyör bant sisteminde temel, sabit, sarkma olmayan bir bant hattıdır.

Bir konveyörün toz ve döküntüyü kontrol etmesi için, tasarım mühendisi, bandın hareket hattını sürekli sabit ve düz tutmak için pratik olan her şeyi yapmalıdır. Yükleme bölgesinin hem içinde hem dışında bant hareket hattını etkileyen birçok faktör olmasına rağmen, uygun bant desteğinin sağlanması kilit bir unsurdur.

Etkili, minimum döküntü bulunan bir transfer noktası için, bandın hareket hattı, yükleme bölgesinde uygun bant desteğiyle dengelenmelidir (**Şekil 10.1**).

**DENGENİN FAYDASI**

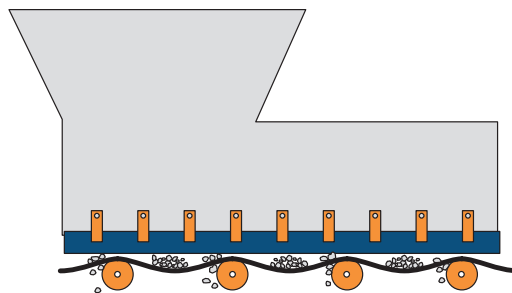
Yük bölgesinin sızdırmazlığını başarıyla sağlamak için çevrili alanda düz, sarkmayan bir bant hattı şarttır (**Şekil 10. 2**). İdeal olarak, bant tertibatı, yükün hareket etmesi gereken yön dışında herhangi bir yönde hareketi önleyen bir masa üzerinde hareket ediyormuş gibi düz tutulmalıdır; bu sarkmayı giderir ve sızdırmazlığı daha kolay olur.

Transfer noktası tarafından bakıldığında, bant sarkması, bandın, iki bitişik makaranın tepesi boyunca çizilmiş gibi düz bir çizgiden dikey olarak sapmasıdır (**Şekil 10.3**). Sarkan bandın şekli, bir kablo uç noktalarından asıldığında oluşan doğal bir eğri olan katener (zincir) eğrisidir.

Eğer bant, yüklemenin gerilimi altında, makaraların arasından yükleme bölgesinin altına sarkarsa, ince taneler ve topaklar konveyörün yanlarından dışarı yollarını bulacak ve zemine döküntü olarak düşecek veya bir toz bulutu şeklinde asılı hale geleceklerdir. Daha kötüsü, bu malzemeler, sıkışma noktalarına sıkışabilir; burada bandı oyabilir veya sızdırmazlık sistemine ve diğer bileşenlere zarar vererek döküntü problemini kötüleştirebilir. Çıplak gözle zor görülür küçük bir miktarda bant sarkması, ince tanelerin sıkışması ve yükleme teknesi sızdırmazlık sisteminde ve bant yüzeyinde aşınmaya yol açması için yeterlidir. Çevrili alanda bandın tamamı boyunca bant kaplamasında açılmış bir oyuğun sebebi, genellikle sıkıştırma noktalarına yakalanmış malzemeye atfedilir (**Şekil 10.4**). Bant sarkması önleğinde ve sıkışma noktalarının sayısı ve büyüklüğü düşürüldüğünde,

**Şekil 10.2**

Yük bölgesinin sızdırmazlığını başarıyla sağlamak için çevrili alanda düz, sarkmayan bir bant hattı şarttır.

**Şekil 10.3**

Bant sarkması, bandın, iki bitişik makaranın tepesi boyunca çizilmiş gibi düz bir çizgiden dikey olarak sapmasıdır.

**Şekil 10.4**

Çevrili alanda bandın tamamı boyunca bant kaplamasında açılmış bir oyuğun sebebi, genellikle sıkıştırma noktalarına yakalanmış malzemeye atfedilir.

bant hasarı olasılığı da düşer.

Döküntüyü önlemek ve toz paçacıklarının kaçışını azaltmak için, bant sarkması mümkün olan her yerde ve ölçüde giderilmelidir. Sarkmayı, yükün ağırlık açısından sürekli değişime uğradığı konveyörün yükleme bölgesinde kontrol etmek bilhassa önemlidir. Yükteki bu değişiklikler ince taneleri ve tozu sızdırmazlık sisteminden dışarı taşır ve parçacıkları, aşınma astarı veya kenar sızdırmazlığı ve bant arasındaki sıkıştırma noktalarına iter.

### Sarkmayı Kontrol Etme Yöntemleri

Konveyör boyunca bant sarkmasını azaltmanın bir yöntemi de bant gerginliğini artırmaktır. Bununla birlikte, bunun, artan tahrik gücü tüketimi ve bant, bant ek(ler)i ve diğer bileşenlerde ek gerilim gibi dezavantajları vardır. Sarkmayı azaltmak için ek gerginlik kullanırken, bant tertibatının maksimum nominal gerilimi asla aşılmamalıdır.

Konveyör bandının ve sistemdeki yükün gerektirdiği bant gerginliği sağlandıktan sonra, bant sarkmasını azaltmak için önerilen yöntem, konveyörün bant destek sistemini iyileştirmektir (**Şekil 10.5**).

### Uygun Bant Desteği

Dengeli, sarkmasız bir bant hareket hattının anahtarı uygun destektir. Gereken destek miktarı, her bir konveyörün, yükleme bölge(ler)inin ve malzeme yükünün benzersiz özellikleriyle belirlenir.

Değerlendirilecek faktörler arasında, yüklenen konveyörün oluk açısı ve hareket hızı, malzemenin ağırlığı, en büyük topak

boyutu, malzeme düşüş yüksekliği ve yükleme sırasında malzeme hareketinin açısı ve hızı bulunur.

Bandın yükleme bölgesinin tamamı boyunca dengelenmesi esastır. Asgari düzeyde gerekli olanın ötesine uzatılmış destek sistemleri, konveyörün güç gereksinimlerinde önemsiz bir artıştan başka bir zarar vermeyecektir. Gerekli olandan daha kısa bırakılmış bir bant destek sistemi, destek sisteminin sonunda bandın dengesinde dalgalanmalara yol açarak, monte edilen bant destek sistemini neredeyse anlamsız kılacak döküntü problemleri oluşturabilir. Bant desteği para gibidir: Çıkışmamasındansa elde biraz fazla olması daha iyidir.

### Bant Desteği Yapımının Temelleri

Uygun bant desteği için, konveyörün, diğer tüm bileşenlerin üzerine monte edildiği destek yapısı olan kirişlerin düz ve paralel olması çok önemlidir. Eğer değilse, düzleştirilmeleri veya değiştirilmeleri gerekir. Kiriş hizasını kontrol etmek için tercih edilen yöntem lazerle ölçmektir. (*Bkz. 16. Bölüm: Bant Hizalanması*)

Kiriş sapmasını önlemek için ayaklar, oynamaz bir destek yapısı sağlamalıdır. Yük altında aşırı sapmayı önlemek için yüklenen malzemenin miktarı ve darbe kuvvetlerinin seviyesi göz önünde bulundurulmalıdır. Oynamaz ayaklara bağlı, uygun şekilde yerleştirilmiş kirişler, yapının geri kalanı için iyi bir temeldir.

Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA), konveyörler ve yükleme bölgeleri için inşaat standartlarına dair değerli bir kaynak sağlamaktadır: “Dökme Malzemeler Taşıyan Bantlı Konveyörler için Konveyör Kurulum Standartları” (*Referans 10.1*).

Yükleme bölgesinde bant desteğini iyileştirerek bant sarkmasını kontrol etmek için, bağımsız veya birlikte kullanılacak birtakım teknik ve bileşenler vardır. Bunlar arasında, makaralar, bant destek yatakları ve darbe yatakları bulunur.

**Şekil 10.5**

Bant sarkmasını azaltmak için, konveyörün bant destek sistemini iyileştirin.





## MAKARALARLA BANT DESTEĞİ

Bir konveyör bandı için temel destek aracı makaralardır. Bir makara, serbestçe dönmelerini sağlamak için her birinin bir veya daha fazla rulman içerdiği bir veya daha fazla rulodan oluşur. Rulolar, konveyör kirişlerine monte edilmiş bir yapı tarafından desteklenir veya buna asılır (**Şekil 10.6**). Makaralar, hem belirli bir konveyörde kullanılan sayı hem de mevcut stil ve seçeneklerin sayısı bakımından konveyör bileşenlerinin en çok çeşidi olan parçasıdır. Birçok tip vardır, fakat hepsi aynı sorumlulukları paylaşır: bir yandan bant ve yüke şekil ve destek verirken, diğer yandan malzemeleri taşımak için gerekli gücü en aza indirmek.

### Makara Ailesi

Makaralar; silindir çapı, hizmet tipi, çalışma koşulu, bant yükü ve bant hızına göre sınıflandırılır; hesaplanan rulman ömrüne dayanarak yük taşıma kapasitelerine göre derecelendirilir. CEMA, makara sınıflandırmasını ve karşılık gelen yük derecesini ifade eden iki karakterli bir kodla birlikte, inç cinsinden makara çapının takip ettiği harf temelli bir kod ve sonucunda B4'ten F8'e uzanan sınıflar kullanır (**Tablo 10.1**). Diğer bölgeler farklı sınıflandırma sistemlerine sahip olabilir.

Kodlar ve sınıflandırmalara bakılmaksızın, anahtar, her bir konveyörün başından sonuna kadar istikrarlı olmasını—belirli bir konveyördeki tüm makaraların aynı standartlara uymasını ve ideal olarak, aynı üretici tarafından sağlanmış olmasını—sağlamaktır.

Hedeflenen uygulamalarına bağlı olarak, makaraların çok çeşitli genel kategorileri vardır.

### Taşıyıcı Makaralar

Taşıyıcı makaralar, malzemeyi taşıırken banda destek sağlar. Bu makaralar, düz ve oluklu tasarımlarda mevcuttur. Düz tasarım genellikle, bant besleyicileri gibi, düz bantlarda kullanım için tek bir yatay silindirden oluşur.



**Şekil 10.6**

Bir makara, her biri bir veya daha fazla rulman içeren bir veya daha fazla rulodan oluşur. Rulolar, konveyör kirişlerine monte edilmiş bir yapı tarafından desteklenir veya buna asılır.

**Makara Sınıflandırmaları (CEMA Standartlarına göre)**

CEMA Makara Sınıfı	Silindir Çapı		Bant Genişliği		Açıklama
	mm	inç	mm	inç	
B4	102	4	450-1200	18-48	Hafif İş
B5	127	5	450-1200	18-48	
C4	102	4	450-1500	18-60	Orta Ağırlıkta İş
C5	127	5	450-1500	18-60	
C6	152	6	600-1500	24-60	
D5	127	5	600-1800	24-72	
D6	152	6	600-1800	24-72	Ağır İş
E6	152	6	900-2400	36-96	
E7	178	7	900-2400	36-96	
F6	152	6	1500-2400	60-96	
F7	178	7	1500-2400	60-96	
F8	203	8	1500-2400	60-96	

**Tablo 10.1**

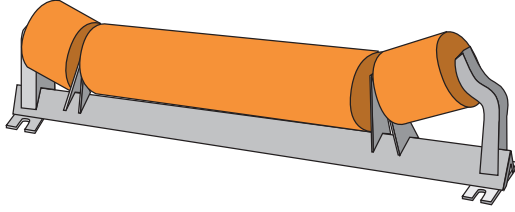
Metrik boyutlar Martin Engineering tarafından yapılmış dönüşümlerdir; bant genişlikleri gerçek metrik bant büyüklükleri olmayabilir.

**Şekil 10.7**

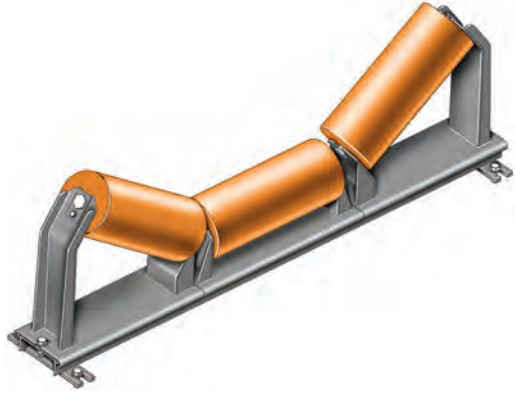
Açılı makara seti genellikle üç silindirden oluşur—merkezde bir yatay silindir ve her bir tarafta eğimli (veya kanat) silindirleri.

**Şekil 10.8**

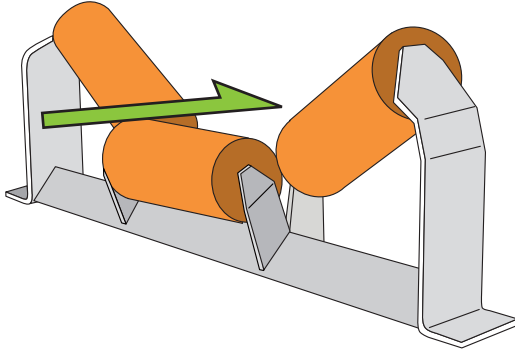
“Toplama” makaraları, daha büyük bir yük alanı sağlamak için uzun bir merkez silindiri ve daha kısa eğimli rulolar içerir.

**Şekil 10.9**

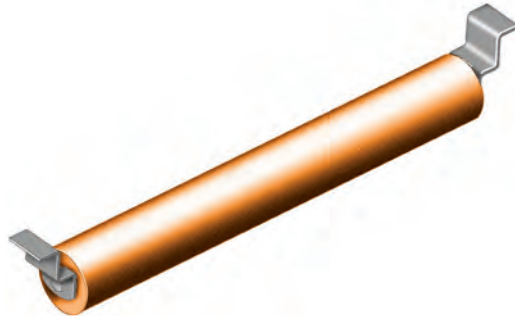
Sıralı makaralarda, üç silindirin merkez hatları hizalıdır.

**Şekil 10.10**

Kaçık makaralar, merkez rulusunun kanat silindirlerinden farklı bir merkez hattına yerleştirilmesiyle, makara setinin genel yüksekliğini azaltabilir.

**Şekil 10.11**

Bandı yükleme bölgesinden dönüş yolunda desteklemek için kullanılan dönüş makaraları normalde, konveyör kirişlerinin alt tarafına asılan tek bir yatay silindirden oluşur.



Açılı makara genellikle üç silindirden oluşur—merkezde bir yatay silindir ve her bir tarafta eğimli (veya kanat) silindirleri (Şekil 10.7). Eğimli ruloların yataydan açısına oluk açısı denir. Tipik olarak, üç silindirin hepsi aynı uzunluktadır, bununla birlikte, daha uzun bir merkez silindiri ve “toplama” makaraları adı verilen daha kısa eğimli rulolar içeren setler de vardır. Bu tasarım, bir yandan muayene veya yükün “toplanmasına” izin verirken, diğer yandan malzemeyi taşımak için daha büyük bir düz alan sağlar (Şekil 10.8).

Açılı makara setleri (üç silindirin merkez hatlarının hizalı olduğu) sıralı makaralar (Şekil 10.9) ve (merkez silindirin kanat rulolarından farklı bir merkez hattına sahip olduğu, bandın genellikle merkez rulusunun üzerinden kanat rulolarından önce geçtiği) kaçık makaralar (Şekil 10.10) şeklinde mevcuttur. Makaraların denkleştirilmesi, makara setinin genel yüksekliğinin azaltabilir ve bundan dolayı, baş yüksekliğinin rağbette olduğu yer altı madenciliği uygulamalarında popülerdir. Kaçık makaralar, rulolar arasındaki boşluğu kaldırır, birleşme yeri arızası adı verilen bir bant hasarı tipinin olasılığını düşürür.

### Dönüş Makaraları

Dönüş makaraları, yükü boşalttıktan sonra yükleme bölgesine dönen banda, yolu boyunca destek sağlar. Bu makaralar normalde, konveyör kirişlerinin alt tarafına asılan tek bir yatay silindirden oluşur (Şekil 10.11). Bant merkezlemesini iyileştirmek için bazen daha küçük iki silindir içeren V şeklindeki dönüş makaraları takılır (Şekil 10.12).

### Ayar Makaraları

Bandı, konveyör yapısının merkezinde tutmak için çalışan ayar makaraları için birkaç tasarım vardır. Tipik olarak, bu makaralar kendinden merkezlemelidir: Bandın herhangi bir merkezden kaçışına tepki göstererek, bandı merkeze geri yönlendirmeye çalışacak bir konuma hareket ederler (Şekil 10.13). Hem taşıyıcı tarafı hem de

dönüş tarafı uygulamaları içinde mevcuttur. (Bkz. 16. Bölüm: Bant Hizalanması)

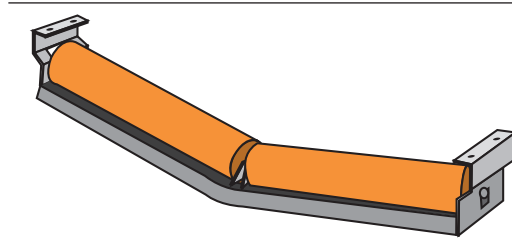
Bitişikteki normal taşıyıcı makaralardan daha yüksekte durduklarından ve döndükçe bantı yükselttiklerinden, bant merkezleme makaraları asla yük bölgesinde bantın taşıyıcı tarafının altına takılmamalıdır.

### Darbe Ruloları

Kauçuk yastıklı darbe ruloları, bantın yükleme bölgesinde darbeyi emmek için kullanılan bir çözümdür (Şekil 10.14). Bunlar, yükleme kuvvetini karşılamak için elastik kauçuk disklerden oluşan rulolar kullanılır. Darbe ruloları tipik olarak standart makaralarla aynı yük derecelendirmesine sahiptir, çünkü aynı mil ve rulmanları kullanırlar. Kauçuk kaplamalar, şok emme faydasını sağlamak için enerjinin bir kısmını emer.

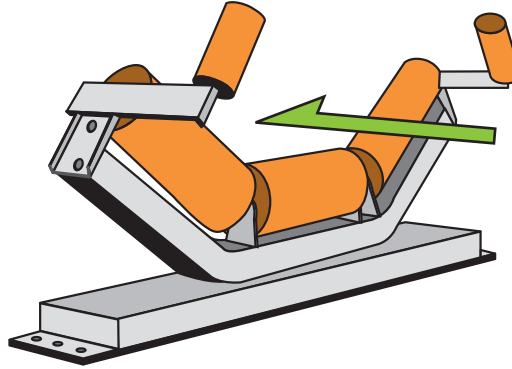
Yük bölgesinde darbe ruloları kullanmanın bir dezavantajı, her birinin bantı yalnızca rulonun tepesinde desteklemesidir. Ne kadar yakın yerleştirilirse yerleştirilsinler, rulonun yuvarlatılmış şekli ve kauçuğun yük altında dönme kabiliyeti konveyör bantının ideal düz profilden sallanarak veya sarkarak uzaklaşmasına neden olacaktır (Şekil 10.15). Bu sarkma, kaçak malzemenin kaçışına veya sıkışmasına izin verir ve bunu teşvik eder. Darbe ruloları arasındaki aralık, yukarıdan düşen ve bantın içine giren döküntü malzemelere karşı çok az koruma sağlar.

Darbe ruloları bile darbe hasarına maruz kalır; rulmanları ve ruloları “çok büyük” topraklar veya sıra dışı darbelerden zarar görür (Şekil 10.16). Rulmanları aşınmış veya sıkışmış rulolar, bantın düzensizce hareket etmesine neden olarak, merkezden kaçıklığa ve bantın yan taraflarından döküntüye yol açabilir. Şiddetli darbeden hasar görmüş veya kaçak malzeme nedeniyle sıkışmış rulolar, konveyörün güç tüketimini önemli ölçüde artırır. Birçok durumda, aşağıda tartışıldığı şekilde, darbeyi darbe yataklarıyla emmek daha etkili hale gelir.



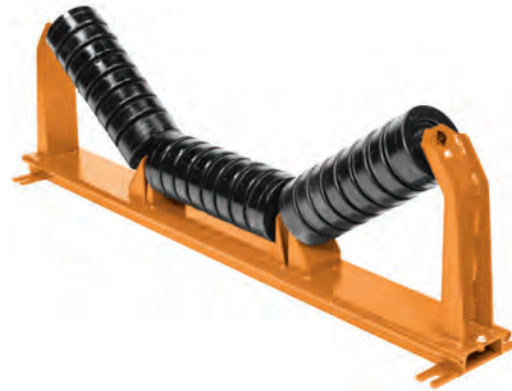
**Şekil 10.12**

Bant merkezlemesi için bazen daha küçük iki silindir içeren V şeklindeki dönüş makaraları takılır.



**Şekil 10.13**

Konveyörün hem taşıyıcı hem de dönüş tarafı için mevcut olan ayar makaraları, bantı uygun yola geri yönlendirmek için kendilerini merkezler.



**Şekil 10.14**

Darbe ruloları, yükleme kuvvetini karşılamak için elastik kauçuk disklerden oluşan rulolar kullanılır.



**Şekil 10.15**

Rulonun yuvarlatılmış şekli ve kauçuğun yük altında dönme kabiliyeti, konveyör bantının ideal düz profilden sallanarak veya sarkarak uzaklaşmasına neden olacaktır.



**Şekil 10.16**

Yükleme kuvvetlerini karşılamak için tasarlanmış olsalar da, darbe ruloları bile darbe hasarına maruz kalır, “çok büyük” topraklar veya sıra dışı darbelerden rulmanları ve ruloları zarar görür veya çerçeveleri bükülür.

### Makara Aralığı

Döner bileşenler arasındaki boşluk, makaraların destek ve şekil verme vazifeleri üzerinde çarpıcı bir etkiye sahiptir. Birbirinden çok ayrı yerleştirilmiş makaralar, ne bandı uygun şekilde destekleyecek ne de arzu edilen profili korumasını sağlayacaktır. Makaraların birbirine çok yakın yerleştirilmesi, bant desteğini ve profili iyileştirecek, fakat konveyör yapım maliyetlerini artıracak ve konveyörün güç tüketiminde bir artışa neden olabilecektir.

Normalde, makaralar, aralarında aşırı derecede sarkmaması için, tamamen yüklü bir bandı destekleyecek kadar yakın yerleştirilir. Eğer bandın çok fazla sarkmasına izin verilirse, yük, her bir makaranın üstünden ve aradaki vadinin içinden geçerken kayar.

Yükün bu şekilde kayması, bant aşınmasını ve güç tüketimini artıracaktır. Sarkma aynı zamanda malzeme döküntüsüne de yol açar. CEMA, yükleme bölgesinin dışındaki uygulamalar için önerilen makara aralığı tabloları yayınlamıştır (**Tablo 10.2**).

Dönüş makaralarının aralığı, bant ağırlığı tarafından belirlenir, çünkü bu makaralar tarafından desteklenen başka bir yük yoktur ve sarkmadan kaynaklanan döküntü, konveyörün bu tarafında bir problem teşkil etmez. Tipik dönüş makarası aralığı 3 metredir (10 ft).

### Çevrili Alandaki Makaralar

Bant desteğini iyileştirmenin, dolayısıyla bir yükleme bölgesi veya konveyör boyunca herhangi bir yerdeki bant sarkmasını azaltmanın temel ve geleneksel yolu, makaraların sayısını artırmaktır. Belirli bir alandaki makaraların sayısı artırılarak (ve dolayısıyla makaralar arasındaki boşluk azaltılarak) bant sarkması olasılığı azaltılır (**Şekil 10.17**). Makaralar genellikle silindirleri birbirinin 25 milimetre (1 inç) yakınında olacak şekilde yerleştirilebilir (**Şekil 10.18**).

Bununla birlikte, bu yöntemin dezavantajları da yok değildir. Makaralar daha fazla

**Şekil 10.17**

Bir yükleme bölgesinin altındaki bant sarkmasını azaltmanın geleneksel yöntemi, belirli bir alandaki makaraların sayısını artırmak, dolayısıyla makaralar arasındaki boşluğu azaltmaktır.

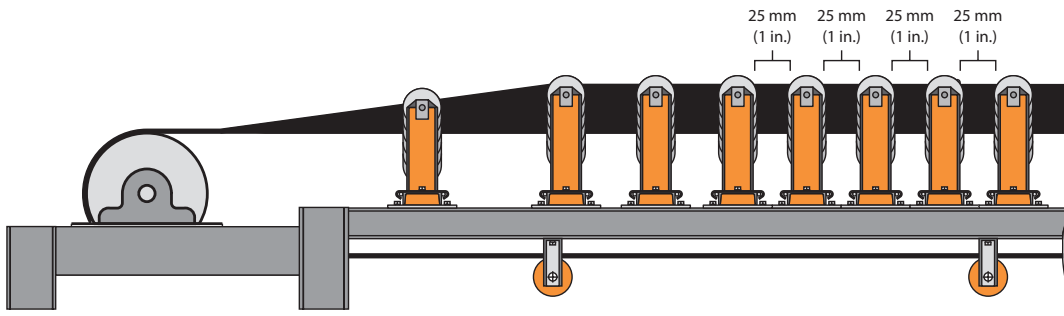


**Tablo 10.2**

CEMA tarafından yayınlandığı şekilde yükleme bölgesinin dışındaki uygulamalar için önerilen makara aralığı

Dönüş Makarası Aralığı	Bant Genişliği	Yükleme Bölgesinin Dışında Taşıyıcı Taraftaki Makara Aralığı					
		Kilogram / Metreküp (lb <sub>m</sub> /ft <sup>3</sup> ) olarak Taşınan Malzemenin Ağırlığı					
		480 (30)	800 (50)	1200 (75)	1600 (100)	2400 (150)	3200 (200)
m (ft)	m (inç)	m (ft)	m (ft)	m (ft)	m (ft)	m (ft)	m (ft)
3,0 (10.0)	457 (18)	1,7 (5.5)	1,5 (5.0)	1,5 (5.0)	1,5 (5.0)	1,4 (4.5)	1,4 (4.5)
3,0 (10.0)	610 (24)	1,5 (5.0)	1,4 (4.5)	1,4 (4.5)	1,2 (4.0)	1,2 (4.0)	1,2 (4.0)
3,0 (10.0)	762 (30)	1,5 (5.0)	1,4 (4.5)	1,4 (4.5)	1,2 (4.0)	1,2 (4.0)	1,2 (4.0)
3,0 (10.0)	914 (36)	1,5 (5.0)	1,4 (4.5)	1,2 (4.0)	1,2 (4.0)	1,1 (3.5)	1,1 (3.5)
3,0 (10.0)	1067 (42)	1,4 (4.5)	1,4 (4.5)	1,2 (4.0)	1,1 (3.5)	0,9 (3.0)	0,9 (3.0)
3,0 (10.0)	1219 (48)	1,4 (4.5)	1,2 (4.0)	1,2 (4.0)	1,1 (3.5)	0,9 (3.0)	0,9 (3.0)
3,0 (10.0)	1372 (54)	1,4 (4.5)	1,2 (4.0)	1,1 (3.5)	1,1 (3.5)	0,9 (3.0)	0,9 (3.0)
3,0 (10.0)	1524 (60)	1,2 (4.0)	1,2 (4.0)	1,1 (3.5)	0,9 (3.0)	0,9 (3.0)	0,9 (3.0)
2,4 (8.0)	1829 (72)	1,2 (4.0)	1,1 (3.5)	1,1 (3.5)	0,9 (3.0)	0,8 (2.5)	0,8 (2.5)
2,4 (8.0)	2134 (84)	1,1 (3.5)	1,1 (3.5)	0,9 (3.0)	0,8 (2.5)	0,8 (2.5)	0,6 (2.0)
2,4 (8.0)	2438 (96)	1,1 (3.5)	1,1 (3.5)	0,9 (3.0)	0,8 (2.5)	0,6 (2.0)	0,6 (2.0)

Metrik boyutlar Martin Engineering tarafından eklenmiştir; bant genişlikleri gerçek metrik bant büyüklükleri olmayabilir.

**Şekil 10.18**

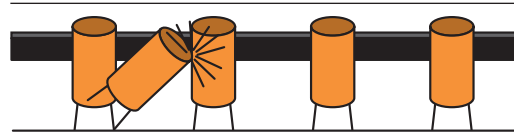
Makaralar genellikle, silindirlere birbirinin 25 milimetre (1 inç) yakınında olacak şekilde yerleştirilebilir.

sıklaştırdıkça, bakımları daha zor hale gelir. Makara setlerinin bakımı genellikle, silindirlere yağlanması veya değiştirilmesine izin vermesi için yapı yan yatırılarak yapılır. Eğer makaralar yakın yerleştirilirse, bakımın yapılmasına imkan tanımak için makara setinin yana yatırılacağı boşluk kalmaz (**Şekil 10.19**). Bir makara setine ulaşmak için, bir veya daha fazla bitişik setin çıkarılması gerekir; bu da bir “devrilen domino taşları” zincirleme reaksiyonu yaratır.

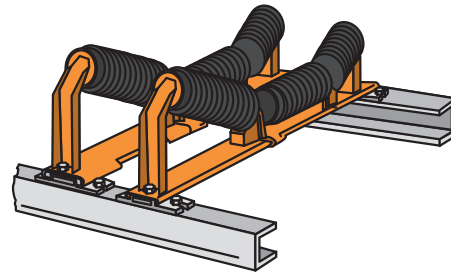
### Raya Monte Makaralar

Yerlerine sürülerek oturtulan raya monte makaralar, yakın yerleştirilmiş makaraların bakımında karşılaşılan problemler için bir çözümdür. Bu makaralar, ayrı ruloların, konveyörün yoluna dik bir içe/dışa sürme hareketiyle takılmasına veya çıkarılmasına izin veren bir ray oluşturan çelik kirişe monte edilir (**Şekil 10.17** ve **Şekil 10.20**). Raya monte yapılarda kullanılan makaralar, çelik rulolar veya kauçuk darbe halkası tipi rulolar olabilir. Raya monte makaralarla, her bir ayrı ruloya veya sete, çerçeve yana yatırılmadan veya bant yükseltilmeden bakım yapılabilir.

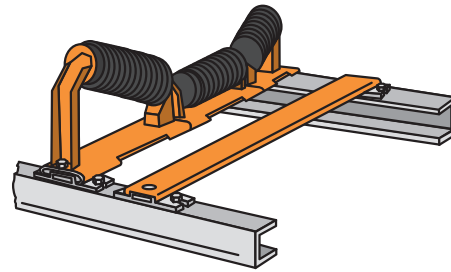
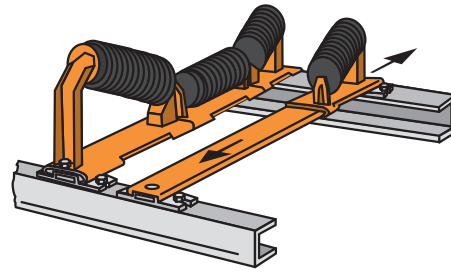
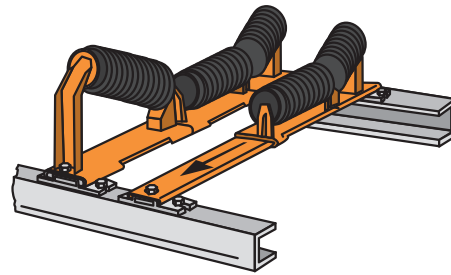
Makaraların (ve/veya diğer bant destek bileşenlerinin) üzerinde kaydığı ray, konveyör yapısı için bir ek sağlar. Bu ray, konveyörün tasarımına, yapının parçası olarak dahil edilebilir (**Şekil 10.21**). Konveyörün tasarım aşamasında sürgülü bir sistemin dahil edilmesi, modüler bant destek yapılarının, makaraların, yatakların veya birleşik ünitelerin kullanımına izin verir ve bileşen montajını kolaylaştırır. Bu özellikle, büyük bileşenlerin montajı için vinç veya diğer ağır ekipmanın gerekebileceği geniş bantlarda faydalıdır.

**Şekil 10.19**

Eğer makaralar yakın yerleştirilirse, bakım için makaraların yana yatırılacağı boşluk kalmaz.

**Şekil 10.20**

Raya monte makaralar, bir içe/dışa sürme hareketiyle ayrı ruloların takılmasına veya çıkarılmasına izin vererek, yakın yerleştirilmiş makaraların bakımındaki problemleri çözer.

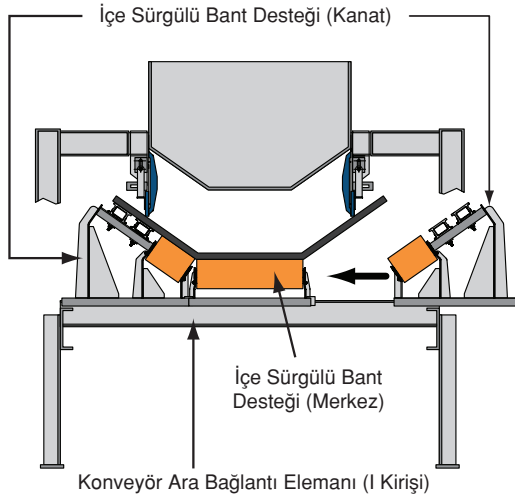


### Makara Montajı için İpuçları

Bir transfer noktasına monte edilirken, makaralar kırılganlığa uymalı ve konveyör boyunca yatay ve dikey olarak hizalanmalıdır. Farklılıklar sıkışma noktalarının oluşmasına, malzemenin yakalanarak bant hasarı ve döküntüye yol açmasına neden olacaktır. Tüm döner bileşenlerin hizasından emin olmak için lazerli ölçüm kullanılabilir. (Bkz. 16. Bölüm: Bant Hizalanması)

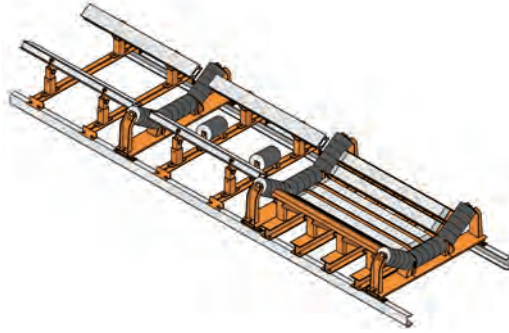
**Şekil 10.21**

Makaraların üzerinde kaydığı ray, yapının parçası olarak konveyörün tasarımına dahil edilebilir.



**Şekil 10.22**

Etkili sızdırmazlık sağlayan düz masa için, birçok konveyör, yükleme bölgesinde makaralar yerine yataklar kullanıyor.



**Şekil 10.23**

“Yan parmaklık” kenar desteği, konveyörün her iki yanına, yükleme teknesi sızdırmazlığının hemen altına, bir veya daha fazla düşük sürtümlü çubuk yerleştirir.



Makara standartları, silindir çapı, yuvarlaklık (veya “boşluk”), merkez silindiri yüksekliği ve oluk açısı için toleranslara sahiptir. Makaranın boyutlarındaki çok az bir fark dahi (bir üreticiden diğerine farklılık) bant hattında inişler ve çıkışlar oluşturarak, etkili sızdırmazlık sağlamayı imkansız hale getirebilir. Makaralar, bantta kamburlar veya çukurlar oluşturmayacak şekilde dikkatle hizalanmalı ve eşleştirilmelidir. Makaralar eş merkezlik için kontrol edilmelidir; ne kadar oval olurlarsa, bantın sallanma veya zıplama eğilimi o kadar yüksek olur. Bir konveyörün çevrili alanında, yalnızca aynı üretici tarafından sağlanan ve aynı silindir çapına, sınıfına ve oluk açısına sahip makaralar kullanılmalıdır.

### BANT DESTEK YATAKLARI

“Düz masa” konsepti iyi sızdırmazlık için o kadar önemlidir ki, bugün birçok tasarımcı konveyör yükleme bölgelerinin altında makaralar yerine yataklar kullanıyor (Şekil 10.22). Bant profilini desteklemek için bir makaranın yuvarlanan “kutularını” kullanmak yerine, yataklar çeşitli düşük sürtümlü çubuklar kullanır.

Bant destek sistemleri hakkındaki bu tartışmada, kızak, yatak veya arabant terimleri eşanlamlı kabul edilmektedir.

Tüm bant destek yatakları iki işlev görür: döküntüyü azaltmak için yük bölgesinde bant sarkmasını kontrol etme ve bantın üzerinde hareket edebileceği pürüzsüz bir yüzey sağlama. Ayrıca, darbe yatakları, malzemenin bantın üzerine düşüşünden kaynaklanan kuvvetleri emerek bant hasarını azaltır. Transfer noktası altında yatakların kullanılmasının diğer faydaları arasında, hareketli parçalarda azalma ve gerekli yağlamanın ortadan kaldırılması gelir. Tipik yatak sisteminin modüler tasarımı, bant desteğinin durumun gerektirdiği kadar uzatılmasına izin verir.

### Kenar Sızdırmazlığı Destek Yatakları

Kenar sızdırmazlığı destek sistemleri, bantta sürekli destek sağlamak ve bant

kenarlarında düz bir bant profilini korumak için tasarlanmıştır.

Kenar sızdırmazlık desteğinin bir şekli “yan parmaklık” yapısıdır. Bu sistem, konveyörün her iki yanına, yükleme teknesi sızdırmazlığının hemen altına, bir veya daha fazla düşük sürtümlü çubuk yerleştirir (**Şekil 10.23**). Çubuklar, bandın yanlarını destekleme vazifesi görürken, bant kenarı sızdırmazlığının etkili şekilde sağlar.

Her bir kenar sızdırmazlık yatağı montajı, transfer noktasının uzunluğuna, bandın hızına ve diğer konveyör özelliklerine bağlı olarak bir veya daha fazla yatak boyunca olabilir. Bu çubukların tepesi, sıkışma noktalarının oluşmasını önlemek için, giriş ve çıkış makaralarının tepesiyle aynı hizada takılmalıdır (**Şekil 10.24**). Birden fazla kenar sızdırmazlık yatakları kullanıldığında, yatakların arasına makaralar yerleştirilmelidir.

Daha hızlı, daha geniş, daha ağır yüklenen bantlarda, kenar sızdırmazlık yatakları, bant kenarını desteklemek için her bir tarafta bir çubuktan fazlasına ihtiyaç duyabilir. Daha geniş bantlarda, çoğu zaman, bandın orta kısmının altına bir merkez destek silindiri veya ek bir düşük sürtümlü çubuk eklemek gerekir (**Şekil 10.25**).

Kayar kenar destek çubukları, Ultra Yüksek Moleküler Ağırlıklı (UHMW) polietilen gibi düşük sürtümlü plastiklerden üretilir. Bu malzemeler, bant veya çubukta ısı birikmesini ve aşırı aşınmayı azaltan, düşük sürtümlü, kendinden yağlamalı bir yüzey sağlar. Tescilli bir tasarım, bir “H” veya “kutu” şeklinde yapılandırılmış, hem üst hem de alt yüzeylerin kullanımına izin veren çubuklar içermektedir (**Şekil 10.26**).

Saniyede 3,8 metre (750 ft/dk) üzerinde konveyör hızlarında, bandın sürtünmesinden kaynaklanan ısı, plastik çubukların performansını azaltabilir. Bu nedenle, bu uygulamalarda paslanmaz çelik destek çubuklarının kullanımı kabul görmüştür. Paslanmaz çelik çubuklar aynı zamanda 82 santigrat derece (180° F) üzerinde çalışma sıcaklıklarına sahip uygulamalarda da

kullanılmalıdır.

Güvenlik yönetmelikleri, çubuk destek sistemlerinde kullanılan malzemelerin seçimini sınırlayabilir. Çoğu ülke, yeraltı uygulamalarında bantla temas halinde antistatik ve/veya yangına dayanıklı malzemelerin kullanılmasını gerektiren yönetmeliklere sahiptir. Diğer bölgesel veya tesis gereksinimleri, kullanılacak malzemeleri belirleyebilir.

Düşük sürtümlü çubuklar, kolay montaj, hizalama ve bakım için ayarlanabilir olan bir montaj çerçevesiyle desteklenmelidir. Bu çerçeve çeşitli makara kombinasyonlarını ve şut duvarı genişliklerini barındırmalı ve aşınma nedeniyle ayarlamaya izin vermelidir.



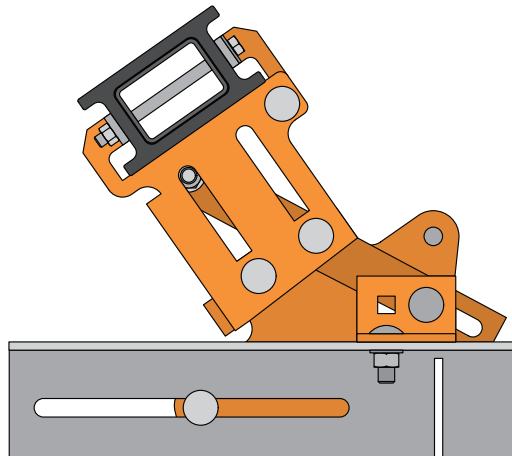
**Şekil 10.24**

Sıkışma noktalarının oluşmasını önlemek için, bant destek çubuklarının tepesi, giriş ve çıkış makaralarının tepesiyle aynı hizada takılmalıdır.



**Şekil 10.25**

Daha geniş bantlarda, destek yatağının merkezine ek destek silindirleri veya düşük sürtümlü çubukları takmak gerekebilir.



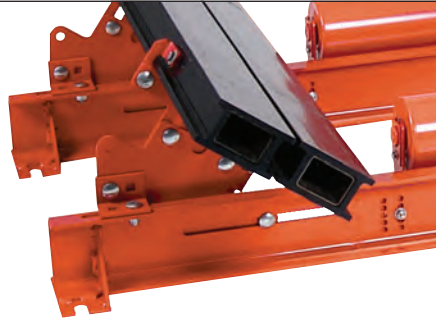
**Şekil 10.26**

Tescilli bir yatak, bir “H” veya “kutu” şeklinde yapılandırılmış, hem üst hem de alt yüzeylerin kullanımına izin veren çubuklar içermektedir.

Çubuklar, montaj donanımı ve sabitleme elemanlarının bantla temas etme riski olmadan destek pozisyonunda tutulmalıdır. Örneğin, çubukları yerinde tutan civatalar,

**Şekil 10.27**

Çubuklar, montaj donanımı ve sabitleme elemanlarının bantla temas etme riski olmadan destek pozisyonunda tutulmalıdır.



**Şekil 10.28**

Yükleme bölgesinde uzun malzeme düşüşleri veya büyük topraklardan kaynaklanan darbe, bileşenlere hasar verebilir ve döküntü oluşturabilir.



**Şekil 10.29**

Darbe yatakları, banda çarpan malzeme şokunun en ağır kısmını çekmeleri için malzeme düşme bölgesinin hemen altına monte edilir.



**Şekil 10.30**

Darbe yatakları, bir dizi darbe emici çubuk taşıyan çelik bir yapıdan oluşur. Çubuklar, darbenin enerjisini emmek için pürüzsüz bir üst yüzeyi ve bir veya daha fazla süngerimsi ikincil katmanı birleştirir.



banda dik yerine paralel takılmalıdır (Şekil 10.27).

Bir kenar destek yatağı, bantın sürtünmesini ve konveyörün güç gereksinimlerini aşamalı olarak artırabilir. Bununla birlikte, enerji tüketimindeki bu marjinal artış, kenar sızıntısının temizliği için yapılan masrafların, bantın uğradığı sıkışma noktası hasarının ve makara bakımı veya bant değişimi için gerekli beklenmedik duruş süresinin ortadan kaldırılmasıyla fazlasıyla dengelenir.

### Darbe Yatakları

Bir konveyörün bant tertibatına ve transfer noktası bileşenlerine hiçbir şey, yükleme bölgesinde ağır nesnelere veya keskin kenarlardan alınan darbe kadar hızlı ve önemli ölçüde hasar veremez ve malzeme sızıntısı oluşturamaz (Şekil 10.28). İster uzun malzeme düşüşlerinden ister büyük topraklardan—veya iri kaya parçaları, kereste veya hurda metalden—kaynaklansın, bu darbeler, makaralar ve sızdırmazlık şeritleri gibi bileşenlere zarar verecektir. Darbe aynı zamanda, bantta bir “dalgalanma” etkisi yaratarak, hareket hattının dengesini bozabilir ve malzeme döküntüsünü artırabilir. Ağır veya yinelenen darbeler, bant kaplamasına da hasar vererek karkasını zayıflatabilir. Bu nedenle, sistem mühendisleri, yükleme bölgelerinde darbe seviyelerini azaltmak için, tasarlanmış şutlar, kaya cepleri veya topraklardan önce ince taneleri yükleyen tasarımların dahil edilmesi gibi çeşitli çözümler uygular.

Bununla birlikte, birçok durumda, darbeyi tamamen ortadan kaldırmak mümkün değildir; bu nedenle, yükleme bölgesinin altına bir çeşit enerji emici sistem monte edilmesi gerekli hale gelir. Eğer biri beton zemine bir bant serse ve üzerine bir balta veya çekiçle vursa, bant hasar görürdü. Oysa bant ve zemin arasına köpük tabakaları yerleştirilse, bant bir dereceye korunmuş olurdu. Bir darbe bant destek sistemi, şiddetli darbe yükleme koşulları altında bantı bu şekilde korur.

Darbe yatakları, yüklenirken banda



çarpan malzeme şokunun en ağır kısmını çekmeleri için malzeme düşme bölgesinin hemen altına monte edilir (**Şekil 10.29**). Bu yataklar genellikle bir çelik destek yapısına monte edilmiş bir dizi ayrı darbe emici çubuktan oluşur. Çubuklar, sürtünmeyi en aza indirmek için bandın üzerinden kaymasına izin veren pürüzsüz bir üst yüzey ile darbenin enerjisini emmek için bir veya daha fazla süngerimsi ikincil katmanı birleştiren dayanıklı, elastomerik malzemelerden oluşur (**Şekil 10.30**).

Bazı üreticiler, genellikle 1,2 metre (4 ft) uzunluğunda çubuklardan oluşan bir gruba, çubuklar bant hareket yönüne paralel uzanacak şekilde, bir kızağa hizalar. Diğer üreticiler, bant hareketine dik bir arabant oluşturacak şekilde hizalanan daha kısa modüler parçalar kullanır. Bu arabantların genişliği genellikle 300 milimetredir (12 inç). Gerekli yatak ve arabantların sayısı, darbe bölgesinin uzunluğu tarafından belirlenir. Belirli bir yatak veya arabanttaki çubukların sayısı, konveyör bandının genişliği tarafından belirlenir.

Bazı sistemler pürüzsüz bir üst yüzey ve kalıcı olarak takılmış yastıklı bir alt katman içerir; diğerleri uygulamada bir araya getirilen ayrı bileşenler içerir. Darbe yatakları, gerektiğinde çubukların değiştirilmesini basitleştiren bir raya monteli tasarımda

mevcuttur (**Şekil 10.31**).

Bir darbe yatağıyla birlikte bant tarafından emilebilen darbe miktarının sınırı, bandın ezme gücüne dayanma kabiliyetine dayanır. En yüksek darbe seviyelerine sahip yüklenme bölgeleri için, darbe-yatak tesisatının tamamı, yaylar veya hava yastıkları gibi bir şok emici yapı üzerine monte edilebilir. Her ne kadar bu, bütün yüklenme bölgesinin sertliğini azaltsa ve bu şekilde darbe kuvvetini emse de, çevrili alanda bandın dikey olarak bir miktar sapsmasına izin verme ve yük bölgesinin sızdırmazlığını sağlamayı güçleştirme dezavantajı vardır.

### Darbe Yatakları için Standart

CEMA STANDARDI 575-2000, dökme malzeme taşıma uygulamalarında kullanılan darbe yatakları için kullanımı kolay bir derecelendirme sistemi sağlar. Bu sistem üreticilere ve kullanıcılara, yanlış uygulama



**Şekil 10.31**

Darbe yatakları, gerektiğinde çubukların değiştirilmesini basitleştiren bir raya monteli tasarımda mevcuttur.

$$F_i = W + \sqrt{2 \cdot k \cdot W \cdot h_d}$$

**Eldeki veri:** 475 newton (100 lb<sub>f</sub>) ağırlığa (kuvvete) sahip bir malzeme topağı, bir darbe yatağının üstüne, 1000000 newton / metrelik (70000 lb<sub>f</sub>/ft) genel bir yay sabitiyle 4 metreden (13 ft) düşmektedir. **Bulunacak:** Malzeme topağı tarafından oluşturulan darbe kuvveti.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
$F_i$	Darbe Kuvveti	newton	pound-kuvvet
$k$	Darbeyi Emen Sistemin Yay Sabiti	1000000 N/m	70000 lb <sub>f</sub> /ft
$W$	En Büyük Malzeme Topağının Ağırlığı (Kuvveti)	475 N	100 lb <sub>f</sub>
$h_d$	Düşme Yüksekliği	4 m	13 ft
<b>Metrik:</b> $F_i = 475 + \sqrt{2 \cdot 1000000 \cdot 475 \cdot 4} = 62119$			
<b>İngiliz:</b> $F_i = 100 + \sqrt{2 \cdot 70000 \cdot 100 \cdot 13} = 13591$			
$F_i$	Darbe Kuvveti	62119 N	13591 lb <sub>f</sub>

### Denklem 10.1

Tek bir Malzeme Topağından Darbe Kuvvetini Hesaplama (CEMA STANDARDI 575-2000)

ihtimalini azaltmak için ortak bir derecelendirme sistemi verir.

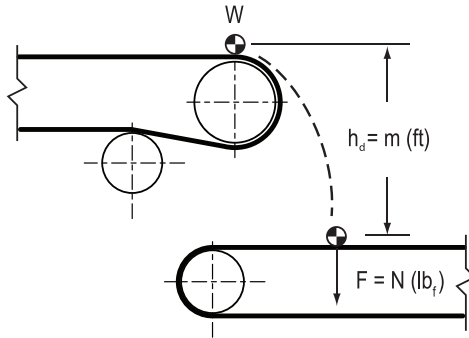
Yatak sınıflandırma sistemi, belirli uygulama için bir iş derecesi tesis etmek amacıyla, dökme malzeme tarafından oluşturulan darbe enerjisine dayanır. Darbe-kuvvet gereksinimi, her bir uygulama için en kötü durum darbesi hesaplanarak belirlenir. Belirli bir uygulama için, hem en büyük tek topaktan (**Denklem 10.1**) (**Şekil 10.32**) hem de sürekli bir homojen akıştan (**Denklem 10.2**) (**Şekil 10.33**) gelen darbe hesaplanmalıdır. Çoğu uygulama, bu iki kuvvetten daha büyük olanını kullanacaktır. Daha sonra, üç derecelendirmeden birini

bir tablodan seçmek için, darbe kuvvetinin referans numaraları kullanılır (**Tablo 10.3**).

CEMA tarafından kullanılan denklemler, genellikle darbe kuvvetlerinin makul tahminleri olarak kabul edilir. CEMA STANDARDI, maksimum topak büyüklüğünden gelen darbenin daima en yüksek darbe kuvvetini verdiğine ve bu nedenle, belirli bir uygulama için belirtilen darbe derecesini belirlemesi gerektiğine dikkat çeker. Tamamen derinlemesine bir analiz, topak tarafından emilen kuvvetin bir akım tarafından emilen kuvvetle toplanmasını ve kuvvet değerinin çapraz referansla ilişkilendirilmesini içerecektir.

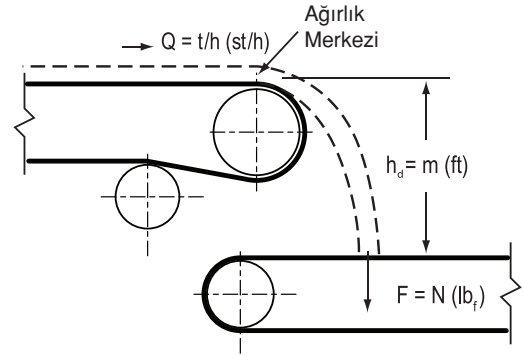
**Şekil 10.32 (sol)**

En Büyük Tek Parça Malzemeden Darbe Hesaplama



**Şekil 10.33 (sağ)**

Sürekli Homojen bir Akıştan Darbe Hesaplama



**Denklem 10.2**

Bir Malzeme Akışından Darbe Kuvvetini Hesaplama (CEMA STANDARDI 575-2000)

$$F_s = k \cdot Q \cdot \sqrt{h_d}$$

**Eldeki veri:** Bir malzeme akımı, bir darbe yatağının üstüne, saatte 2100 ton (2300 st/s) hızla 4 metreden (13 ft) düşmektedir. **Bulunacak:** Malzeme akımı tarafından oluşturulan darbe kuvveti.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
$F_s$	Darbe Kuvveti	newton	pound-kuvvet
$Q$	Malzeme Akışı	2100 t/h	2300 st/h
$h_d$	Düşme Yüksekliği	4 m	13 ft
$k$	Dönüşüm Katsayısı	1,234	0.1389
<b>Metrik: <math>F_s = 1,234 \cdot 2100 \cdot \sqrt{4} = 5183</math></b>			
<b>İngiliz: <math>F_s = 0.1389 \cdot 2300 \cdot \sqrt{13} = 1152</math></b>			
$F_s$	Darbe Kuvveti	5183 N	1152 lb_f

**Tablo 10.3**

CEMA STANDARDI 575-2000 Darbe Yatağı/Kızağı Derecelendirme Sistemi			
Kod	Derecelendirme	Darbe Kuvveti (N)	Darbe Kuvveti (lb_f)
L	Hafif İş	<37800	<8500
M	Orta Ağırlıkta İş	37800-53400	8500-12000
H	Ağır İş	53400-75600	12000-17000

Metrik dönüşümler Martin Engineering tarafından eklenmiştir.

Yatak yapımı için boyutlar, CEMA'nın köklü makara sınıflandırma sistemine dayanır. B, C, D, E veya F derecelerini takip eden, inç cinsinden ölçülmüş (örn. 5, 6 veya 7) nominal makara çapımı içerirler.

### Çubuk ve Rulolara Sahip Yataklar

Bant kenarında sürekli bir sızdırmazlık için çubuklar kullanan, fakat aynı zamanda bandın merkezi altına rulolar dahil eden birtakım "kombinasyon yatak" tasarımları mevcuttur (**Şekil 10.34**). Bu karma tasarımlar, ruloların düşük güç tüketimini, darbe çubukları veya kayar çubukların düz sızdırmazlık yüzeyiyle birleştirmenin bir yolu olarak popülerdir. Karma bir tasarımla, bandın merkezi geleneksel rulolarla desteklenerek, hareket sürtünmesi düşük tutulur. Bu, konveyörün güç tüketimini azaltır. Bant kenarı sürekli desteklenir, makaralar arasındaki bant sarkması ortadan kaldırılır. Bu, döküntüyü minimuma indirir. Merkezi rulolar neredeyse tozsuz bir ortamda çalıştığından, makara rulmanları ve sızdırmazlıklarının ömrü uzatılır, dolayısıyla uzun vadede bakım maliyetleri azaltılır. Bu tasarımlar en yaygın olarak, saniyede 3,8 metre (750 ft/dk) üzerinde çalışan yüksek hızlı konveyörlerde veya konveyörün merkezinde yüksek sürtünme seviyeleri oluşturacak ağır bir malzeme yükünün bulunduğu uygulamalarda görülür.

Diğer bir olasılık da, kanatlarda yakın yerleştirilmiş kısa toplama makaralarıyla merkezde darbe çubukları içeren yataklar kullanmaktır. Burada, tasarımın amacı, bir yandan bant kenarlarında sürtünmeyi azaltırken, diğer yandan bandın merkezinde üstün darbe yastıklaması sağlamaktır.

## YATAK MONTAJI

### Çok Yataklı Sistemler

Çoğu zaman, hem darbe emici yataklar hem de sızdırmazlık destekli yataklar içeren kombinasyon sistemler monte etmek uygundur (**Şekil 10.35**). Bandı, darbe bölgesinin sonuna kadar desteklemek için gerektiği kadar çok darbe yatağı takılmalıdır. Daha sonra, yan sızdırmazlık destekli

yataklar, yükü çevrili alanda dengelemek için gerekli mesafe boyunca sistemi tamamlar.

Bu sistemler, sistem yapımında ve güç tüketiminde optimum bant desteğini maksimum maliyet-etkinlikle birleştirmenin etkin bir yolunu sunar.

### Yatak Hizalama

Darbe yatağı genellikle, yatağın merke-



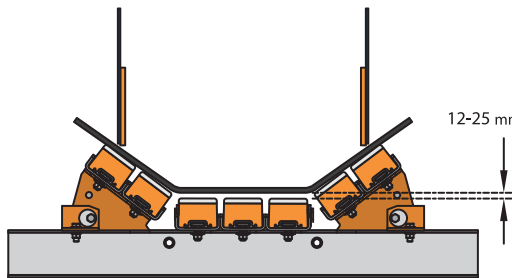
**Şekil 10.34**

"Kombinasyon yataklar" bant kenarında sürekli bir sızdırmazlık için çubuklar ve bandın merkezinin altında rulolar kullanır.



**Şekil 10.35**

Dengeli bir bant hattı sağlamak için, hem darbe emici yataklar hem de sızdırmazlık destekli yataklar içeren kombinasyon sistemler monte edilebilir.



**Şekil 10.36**

Darbe yatakları genellikle, yatağın merkezindeki çubuklar, bandın normal yüksüz hattının 12 ila 25 milimetre (0.5 ila 1 inç) altında olacak şekilde monte edilir.

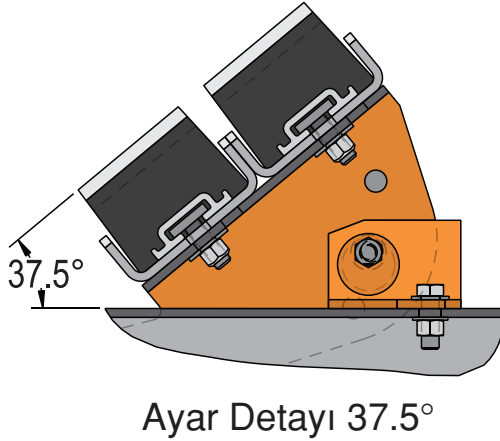
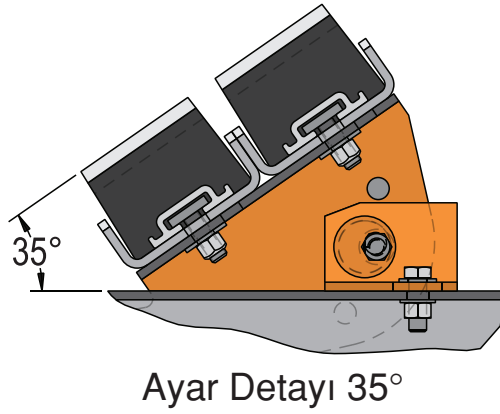
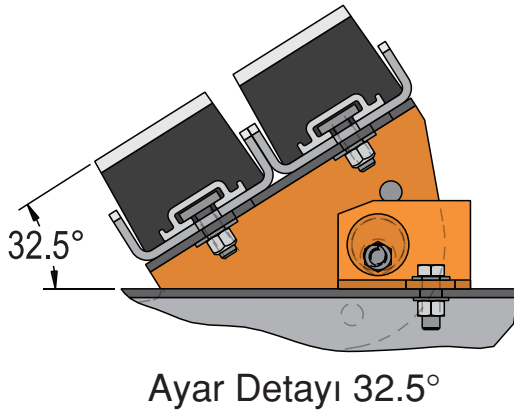


**Şekil 10.37**

Bir darbe yatağının kanat çubukları, bant sarkmasını ve sıkışma noktalarının oluşmasını önlemek için, giriş, çıkış makaraları ve ara makaralarla aynı hizada takılmalıdır.

**Şekil 10.38**

İyi tasarlanmış bir darbe yatağı, yatağın yanları uygun oluk açısına yükseltilmeden önce bandın altına yerleştirilmesine izin veren ayarlanabilir kanat desteklerinin kullanımıyla montajı basitleştirecektir. Not: 35°'lik bir oluk açısı için ayar aralığı  $\pm 2,5^\circ$ 'dir.

**Şekil 10.39**

İki veya daha fazla yatak takıldığında, ara makaraların—yani bitişik yataklar arasına yerleştirilen makaraların kullanılması önerilir.



zindeki çubuklar, bandın normal yüksüz hattının biraz (12 ila 25 milimetre (0.5 ila 1 inç)) altında olacak şekilde monte edilir (**Şekil 10.36**). Bu, bandın, malzeme yüklemesi onu, yatağın üstüne doğru aşağı saptırırken darbe kuvvetinin birazını emmesini ve çubuklarda sürekli sürtünme ve aşınmanın önlenmesini sağlar. Kanat çubukları - kanadın yanlarındaki çubuklar - bant sarkması ve sıkışma noktalarının oluşmasını önlemek için, giriş, çıkış makaraları ve ara makaralarla aynı hizada takılmalıdır (**Şekil 10.37**). Çelik şut veya yükleme teknesinin hemen altındaki çubuğun kanat makaralarıyla tam olarak hizalı olması önemlidir.

Yataklar, kırıtlara kaynak yapılabilir veya cıvatalanabilir; daha etkin bakım sağladığı için sistemlerin yerine cıvatalanması daha iyi olabilir. Bazı darbe yatakları, gerektiğinde yatak montajını ve çubukların değiştirilmesini basitleştiren bir raya monteli tasarımda mevcuttur.

Darbe yataklarının montajı, yatağın bandın altına düz bir şekilde kaydırılmasına izin veren ayarlanabilir kanat desteklerinin kullanımıyla basitleştirilir; yanlar daha sonra uygun oluk açısına yükseltilir (**Şekil 10.38**). Yatağın, çubuk yüksekliği ve açısının ayarlanmasına biraz kolaylık sağlayacak şekilde tasarlanması önemlidir. Bu, yatağın değişik üreticilerin makaralarıyla çalışmasını ve aşınmanın dengelenmesini sağlayacaktır.

#### Yataklar Arasındaki Makaralar

İki veya daha fazla yatak takıldığında, ara makaraların—yani bitişik yataklar arasına yerleştirilen makaraların—kullanılması önerilir (**Şekil 10.39**). İki makara arasına bir makara seti monte edilmesi (veya her bir yatağın iki makaranın arasına yerleştirilmesi) konveyör bandının çubuklar üzerinde sürüklenmesini azaltacaktır. Bu, konveyörün güç tüketimini azaltır. Ayrıca, çubuklardaki ısı birikmesi azaltılarak, çubuklar ve banttın beklenen ömrü uzatılacaktır.

Makaralar, her bir yataktan 1200 milimetre önce ve sonra yerleştirilmelidir; belirli bir transfer noktası için gerekli ma-

kara seti sayısı, gerekli yatakların sayısı artırdır. Dengeli bir bant hattında tekdüzelik sağlamak için, bu makaraların hepsi aynı üreticiden ve aynı büyüklükte rulolara sahip olmalıdır. Darbe makaraları, yatakların arasında, yükleme bölgesinin altında kullanılmalıdır; geleneksel makaralar darbe alanının dışında kullanılabilir. Bakım kolaylığı sağlamak için yataklar arasında raya monte makaralar kullanılmalıdır.

Bazı darbe alanlarında, ara makaralar arasında 2,4 metreye (8 ft) kadar çıkmak kabul edilebilir. Bu uygulamalar, darbenin yerini kestirmenin zor olduğu ve ruloların nokta-darbe yükleme nedeniyle hasar görebileceği uzun yükleme bölgeleri içerebilir. Bunlar aynı zamanda, taş ocağı ve maden boşaltma bunkerleri altındaki, kağıt hamuru ve kağıt fabrikalarında kütüklerin bantların üzerine düşürüldüğü yerlerdeki veya konveyörlerin üzerine araba akülerinden kamyon motorlarına kadar ağır nesnelerin düştüğünün görüldüğü geri dönüşüm tesislerindeki transfer noktalarını da içerir.

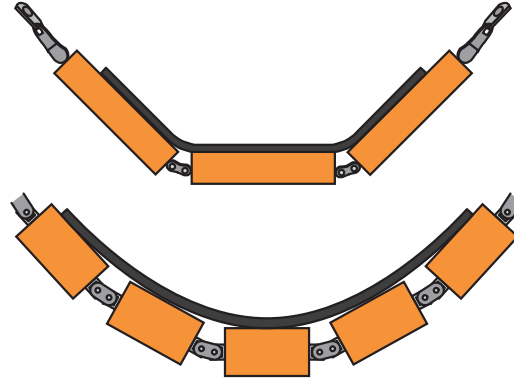
### ALTERNATİF BANT DESTEĞİ YÖNTEMLERİ

Bu kitapta, alternatif taşıma sistemlerinin birçok yöntemi tartışılmaktadır. (Bkz. 33. Bölüm: *Özel Konveyörlerle İlgili Hususlar*). Ayrıca, az çok geleneksel konveyör yapılarında geleneksel konveyör tertibatını desteklemenin diğer yöntemleri de vardır.

#### Katener Rulolar

Bazen garland rulolar olarak da anılan katener rulolar (genellikle üçü veya beşi) bir kablo, zincir veya diğer esnek bağlantı üzerinde birbirine bağlanmış ve bantın altında konveyör yapısından asılmış bir dizi rulodur (**Şekil 10.40**). Bu rulo setleri, yüklenen malzeme kuvvetlerinin altında serbestçe sallanır ve darbeyi emme ve yükü merkezleme vazifesi görür. Bunların esnek montajları, ruloların çabucak taşınmasına veya bakımlarının yapılmasına izin verir ve bir miktar kendi kendine merkezleme sağlar.

Katener rulolar genellikle, yüksek darbe seviyeleri ve yüksek hacimlerde malzemeyle karşılaşan konveyörler gibi çok ağır hizmet uygulamalarında görülür. Tipik tesisatlar, döner kepçeli ekskavatörlerin tahliye noktası ve ham cevher malzemesi taşıyan uzun



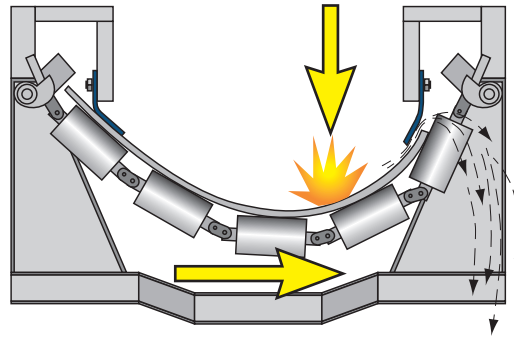
**Şekil 10.40**

Bazen garland rulolar olarak da anılan katener rulolar (genellikle üçü veya beşi) bir kablo, zincir veya diğer esnek bağlantı üzerinde birbirine bağlanmış ve bantın altında konveyör yapısından asılmış bir dizi rulodur.



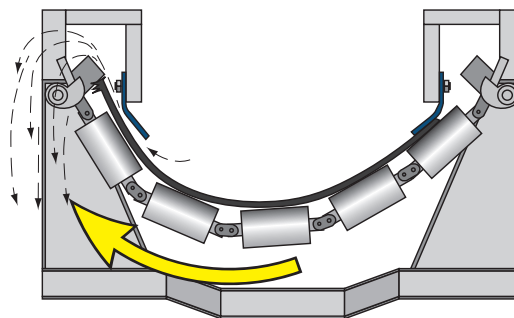
**Şekil 10.41**

Tipik katener rulo tesisatları, döner kepçeli ekskavatörlerin tahliye noktası ve ham cevher malzemesi taşıyan uzun yerüstü konveyörlerinin yükleme bölgeleri altındaki konveyörleri içerir.



**Şekil 10.42**

Asılı olmaları, katener rulolarının yükleme darbesi altında zıplamasına ve sallanmasına neden olarak bant yolunu değiştirir ve sızdırmazlığı zorlaştırır.



**Şekil 10.43**

Katener rulo sallandıkça, bant bir taraftan diğerine hareket ederek kaçak malzemenin yükleme bölgesinin yanlarından kaçmasına ve merkezden kaçmaya neden olur.

yerüstü konveyörlerinin yükleme bölgeleri altındaki konveyörleri içerir (**Şekil 10.41**). Katener rulolar, metal döküm endüstrisinde de yaygın olarak kullanılır.

Bununla birlikte, katener ruloların “zıplaması” ve sallanması ve bu hareketin bant yoluna yansıtılabileceği değişiklikler, bilhassa malzeme merkezden kaçık yüklendiğinde, bir konveyör sistemi tasarlanırken göz önünde bulundurulmalıdır (**Şekil 10.42**). Katener rulo sallandıkça, bant bir taraftan diğerine hareket eder. Bu, kaçık malzemenin yükleme bölgesinin yanlarından kaçmasına ve bant kenarlarını konveyör yapısından gelecek hasara maruz bırakan merkezden kaçmaya neden olur (**Şekil 10.43**). Sonuç olarak, sızdırmazlık için yükleme teknesinin dışında daha büyük kenar mesafesi bırakılmalıdır.

#### Hava Destekli Konveyörler

Bant yolunu dengelemede başka bir konsept de hava destekli bantlı konveyördür. Bu konveyörler, taşıyıcı taraftaki makara ve yatakları, bandın altında oluk şeklindeki bir plenumla (hava toplama kutusu) değiştirir. Bant, plenumdan bırakılan bir hava tabakasıyla desteklenir (**Şekil 10.44**). (Bkz. 23. Bölüm: *Hava Destekli Konveyörler*)

#### SİSTEM BAKIMI

Bir konveyör için uygun hat ve dengeyi sağlamanın anahtarı, bant destek sistemlerinde bakımdır. Bu bileşenlerin uygun bakımı, bandın, bant destek sisteminin kaçık malzemeleri kontrol etme kabiliyetine son verecek istenmeyen dinamik etkiler gerçek-

leştirilmesini önleyecektir.

Bir konveyör bandı destek sistemi için gerekli bakım prosedürleri, söz konusu sistemin yapısı ve bileşenlerine göre değişecektir, fakat aşağıdakileri içermelidir:

- Tamburlar ve makara “kutuları” (rulolar) dahil—döner bileşenlerin aşınmasının ve çalışmasının kontrolü (Hala dönüyorlar mı?)
- “Durmuş”, “sıkışmış”, hasarlı veya aşınmış ruloların değiştirilmesi
- Döner bileşenlerdeki rulmanların yağlanması—bazı makaralar “ömür boyu sızdırmaz” olarak üretilir, dolayısıyla hiçbir yağlama gerekmez
- Bant destek yataklarının muayenesi
- Aşınmayı telafi etmek için yatakların ayarlanması
- Kötü kullanım veya aşınma gösteren çubukların yeniden hizalanması ve/veya değiştirilmesi
- Rulo, çerçeve, yatak yapısı ve destek çubuklarındaki malzeme birikmelerinin gerektiği şekilde temizlenmesi

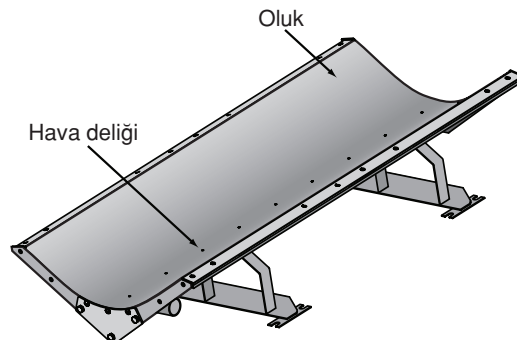
Herhangi bir özel bileşene gerekli bakım için üreticinin talimatlarına başvurmak önemlidir.

Makaralar aşırı yağlanmamalıdır. Bu, rulman sızdırmazlıklarına zarar verebilir, kaçık malzemelerin rulmana girmesine izin vererek sürtünmeyi artırıp ömrü kısaltabilir. Yağ ve gres fazlası, bandın üzerine dökülüp burada kaplamaya yapışarak ömrü azaltabilir. Gres fazlası parmaklık, yürüme platformları veya zeminler üzerine de dökülerek bunları kaygan veya tehlikeli hale getirebilir. “Ömür boyu gresli” yazısıyla damgalanmış rulmanlarla donatılmış makaralar yağlanmamalıdır.

En iyisi, bant destek sisteminin bileşenlerini, bakım kolaylığını göz önünde bulundurarak seçmek olabilir. Aksi takdirde, bakım için gerekli zaman ve/veya bu işleri gerçekleştirirken karşılaşılabilecek güçlük, bu zaruri bakımın gerçekten yapılması olasılığını azaltacaktır.

**Şekil 10.44**

Hava destekli konveyörler bant hattını, bandı, oluk şeklinde bir tavandan yükselen bir hava tabakasıyla destekleyerek dengeler.



## TİPİK ÖZELLİKLER

Bir transfer noktasının sızdırmazlığını başarıyla sağlamak için çevrili alanda tamamen düz ve doğru bir bant hattı şarttır. Bant sarkması, yük bölgesi boyunca 3 milimetreyi (0.125 veya 1/8 inç) geçmeyecek şekilde azaltılmalıdır. Şartlar aşağıdakileri içerir:

### A. Yük alanındaki darbe yatakları

Yükleme darbesinin şokunu emmek ve bant hattını dengelemek için, doğrudan yük alanındaki bantın altında tam darbe yatakları kullanılmalıdır. Minimum her 1,2 metrede monte edilmiş bir makarayla, darbe yatağı kısmı 1,2 metreden (4 ft.) uzun olmamalıdır.

### B. Yük alanında yatak montajı

Darbe yatakları, oluklu bantın profiline uyacak şekilde tasarlanmalı ve yatağın

merkezindeki çubuklar, bantın normal yüksüz yolunun 12 ila 25 milimetre (0.5 ila 1 inç) altında olacak şekilde monte edilmelidir.

### C. Raya monte yataklar

Çubuklar, bantın yükseltilmesi veya bitişik makaraların veya yatağın kendisinin çıkarılması gerekmeden kolay montaj ve bakım için tasarlanmış bir yatak formunda monte edilmelidir. Erişim ve bakım kolaylığı için yatak, üç adet raya monteli kısımda inşa edilmelidir.

### D. Kenar destek çubukları ve merkez destek ruloları

Yükleme noktasının hemen altındaki çevrili stabilizasyon alanında, düşük sürtünmeli kenar destek çubuklarıyla merkez destek ruloları bulunan sızdırmazlık destek yatakları kullanılmalıdır.



## GÜVENLİK HUSUSLARI

İşçiler, yükleme bölgesine özgü aşağıdaki tehlikelerin bilincinde ve güvenli bir şekilde muayene, temizlik ve bakım yapmak için eğitilmiş olmalıdır:

### A. Kısırtma Noktaları

Hareketli bir bant, yük bölgesinin dönen ve sabit bileşenleri arasında kısırtma veya sıkıştırma noktası tehlikeleri oluşturur.

### B. Ağır Bileşenler

Bant desteği ve yük bölgesi bileşenlerinin çoğu ağırdır, kaldırma tehlikeleri doğurur.

### C. Dar Alan

Yük bölgeleri çoğu zaman, sınırlı erişime sahip dar alanlardadır; bu alanlar bazen kontrollü alan kabul edilir.

### D. Su, Kar veya Buz

Yük bölgeleri çoğu zaman hava şartlarına açık yerlerde, bu nedenle

su, kar veya buz birikmelerine maruz kalarak ek kayma, takılma ve düşme tehlikeleri oluştururlar.

### E. Depolama Alanı

Konveyörün kuyruk tarafı ve yük bölgesinin çevresindeki açık alan, çoğu zaman yedek ve değiştirilmiş ekipman için bir depolama alanı haline gelir. Bu uygulama, yük bölgeleri çevresinde takılıp düşme tehlikeleri oluşturur.

### F. Yardımcı Ekipman

Yardımcı ekipman çoğu zaman otomatiktir ve uyarı vermeden başlayarak tehlikeli durumlar oluşturabilir.

Herhangi bir bant destek sisteminde ayar veya bakım yapmadan önce tesis edilen kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürleri takip edilmelidir. Alanın engellerden temizlendiğinden emin olmak ve tüm kontrollü alana giriş şartlarına uymak önemlidir.

## E. Makaralarla aynı hizada

Yataklar, giriş ve çıkış makaralarıyla ve herhangi bir ara makarayla aynı hizada tasarlanmalıdır.

## F. Ayar yöntemi

Tasarım, çubuğun banda dikey ve radyal ayarlanması için bir yöntem içermelidir.

Her durumda, seçilen ekipman yalnızca yeterli bant desteği sağlamamalı, aynı zamanda sızdırmazlık etkinliği sağlamak için bandı, süpürgelik sistemiyle sürekli temas halinde tutabilmelidir.

Yük bölgesinde sarkma, döküntüyü, tozlanmayı ve bant aşınma astarı ve kenar sızdırmazlığının aşınmasını önlemek için CEMA'nın önerdiğinden çok daha az olmalıdır. Örneğin (**Denklem 10.3**), CEMA yöntemi kullanıldığında, makaralar arasında önerilen maksimum sarkma, 35 derecelik makaralar için 12,5 milimetre (0.5 inç) ve 20 derecelik makaralar için 12,5 milimetre (0.5 inç) sonucunu verir. Bu, yük bölgesinde kaçak malzemelerin kontrolü için kesinlikle kabul edilemez bir sarkmadır.

Sarkma ( $\Delta Y_s$ ), bandın ağırlığı (kuvvetine), dökme malzeme ( $W_b + W_m$ ) [newton (lb<sub>f</sub>)] ve makara aralığıyla ( $S_i$ ) [milimetre (inç)] doğru ve yük bölgesindeki minimum bant gerginliğiyle ( $T_m$ ) [newton (lb<sub>f</sub>)] ters orantılıdır (**Denklem 10.3**). Kaçak malzemeleri kontrol etmek için, tasarımcının, yük bölgesindeki bant gerginliğini ve makara aralığını, bant sarkmasını azami 3 milimetrede (0.12 inç) ve tercihen 0.0'da tutacak şekilde yönetmesi önerilir. Çok küçük bir sarkmayla dahi, eğer bant desteği sürekli değilse, kaçak malzemeler kaçarak aşınmaya neden olabilir.

## GELİŞMİŞ KONULAR

## Makara Aralığı ve Bant Sarkması

*DÖKME MALZEMELER için BANTLI KONVEYÖRLER*, *Altuncu Baskı*'da CEMA, makaralar arasındaki konveyör bant sarkmasının 35 derecelik makaralar için yüzde 2 ve 20 derecelik makaralar için yüzde 3 ile sınırlandırılmasını önermektedir (*Referans 10.2*). CEMA yöntemi, döküntüyü önlemek için sarkmayı yük bölgesinin dışında sınırlamaktan bahseder.

**Denklem 10.3**  
Bant Sarkmasını  
Hesaplama

$$\Delta Y_s = \frac{(W_b + W_m) \cdot S_i \cdot k}{T_m}$$

**Eldeki veri:** 550 newton / metre (38 lb<sub>f</sub>/ft) ağırlığındaki bir bant, 3000 newton / metre (205 lb<sub>f</sub>/ft) malzeme taşımaktadır. Makaralar 600 milimetre (2 ft) aralıkla yerleştirilmiştir ve alandaki gerginlik 24000 newton'dur (5400 lb<sub>f</sub>). **Bulunacak:** Bant sarkması.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
$\Delta Y_s$	Bant Sarkması	milimetre	inç
$W_b$	Bant Uzunluğu başına Bandın Ağırlığı (Kuvveti)	550 N/m	38 lb <sub>f</sub> /ft
$W_m$	Bant Uzunluğu başına Malzemenin Ağırlığı (Kuvveti)	3000 N/m	205 lb <sub>f</sub> /ft
$S_i$	Makara Aralığı	600 mm	2 ft
$T_m$	Bant Gerginliği	24000 N	5400 lb <sub>f</sub>
$k$	Dönüşüm Katsayısı	0,038	1.5

$$\text{Metrik: } \Delta Y_s = \frac{(550 + 3000) \cdot 600 \cdot 0,038}{24000} = 3,37$$

$$\text{İngiliz: } \Delta Y_s = \frac{(38 + 205) \cdot 2 \cdot 1.5}{5400} = 0.135$$

$\Delta Y_s$	Bant Sarkması	3,37 mm	0.135 inç
--------------	---------------	---------	-----------



Örnek (**Denklem 10.3**), 600 milimetre (24 inç) makara aralığıyla, 3,37 milimetre (0.135 inç) sarkma olduğunu göstermektedir. Eğer örnekteki makara aralığı 178 milimetreye (7 inç) düşürülürse, bant sarkması 1,0 milimetreye (0.039 inç) düşer

Eğer darbe yatağı veya hava destekli konveyör gibi bir bant destek sistemi kullanılırsa, makara aralığının ( $S_i$ ) 0.0 olacağı kabul edilebilir; bu durumda hesaplama sonucu bant sarkması 0.0 olur, çünkü bir bant sürekli, düz bir yüzeyde olduğunda hiç sarkma olmamalıdır.

### Yataklar ve Güç Gereksinimleri

Bant destek sistemlerinin, bir konveyörün güç gereksinimleri üzerinde önemli bir etkisi vardır. Bant desteğindeki değişikliklerin, özellikle yetersiz veya az güç verilen sistemler üzerinde fark edilir bir etkisi olacaktır. Bant destek sistemlerinde önerilen değişikliklerin teorik güç gereksinimlerinin, konveyöre yüklenen ek sürtünmeyi telafi edecek yeterli konveyör tahrik gücü olduğundan emin olmak için hesaplanması önerilir.

Ek kilovat (bg) tüketimi, CEMA tarafından önerilen standart yöntemlerle ek bant gerginliği belirlenerek hesaplanabilir. Yeni (veya önerilen) destek sistemlerinin sürtünme katsayısı çarpı bant ağırlığı, malzeme yükü ve sızdırmazlık sistemi tarafından banda yüklenen yük, gerginliğe eşittir.

Makaraların çıkarılması, konveyörün eğimi veya diğer olası faktörler için pay bırakmaya gerek yoktur, çünkü bu yöntemin sağladığı tahminler çoğu zaman gerçek kullanımda karşılaşılan güç tüketiminden yüksek sonuçlar verecektir. Su gibi sürekli mevcut bir yağlayıcının bulunduğu uygulamalarda, gerçek güç gereksinimleri, bu hesaplamalarla tahmin edilen miktarın yarısı veya daha azı olabilir.

Bir yükleme teknesi sızdırmazlık sistemi tarafından eklenen gerginlik hesaplanabilir (**Denklem 10.4**).

Bir darbe yatağı tarafından eklenen gerginlik hesaplanabilir (**Denklem 10.5**).

Darbe yatağı ve destek yatağı nedeniyle eklenen gerginlikler, bir konveyör bandında tahrike eklenen güç gereksinimlerine bağlanabilir (**Denklem 10.6**).

## YA ŞİMDİ YA DA SONRA (FAZLASINI) ÖDE

### Sonuç olarak...

Bandın teknik özelliklerini değiştirme veya bant desteği ekleme gibi bir konveyör sistemindeki basit görünen değişiklikler, gerekli tahrik gücünde çarpıcı değişikliklerle sonuçlanabilir.

$$\Delta T_s = (W_b \cdot L_b \cdot 0.1) + (F_{ss} \cdot 2 \cdot L_b)$$

**Eldeki veri:** 130 newton / metre (9 lb<sub>f</sub>/ft) ağırlığındaki bir konveyör bandı, sızdırmazlık altında 6 metre (20 ft) desteklenmektedir. Sızdırmazlık bandın üzerine 45 newton / metrelik (3 lb<sub>f</sub>/ft) bir kuvvetle baskı uygulamaktadır. **Bulunacak:** Sızdırmazlık desteği nedeniyle banda eklenen gerginlik.

	Değişkenler	Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
$\Delta T_s$	Sızdırmazlık Desteği nedeniyle Banda Eklenen Gerginlik	newton	pound-kuvvet
$W_b$	Bant Uzunluğu başına Bandın Ağırlığı (Kuvveti)	130 N/m	9 lb <sub>f</sub> /ft
$F_{ss}$	Kauçuk Şerit Sızdırmazlık Yükü	45 N/m	3 lb <sub>f</sub> /ft
$L_b$	Bant Desteği Uzunluğu	6 m	20 ft

**Metrik:**  $\Delta T_s = (130 \cdot 6 \cdot 0.1) + (45 \cdot 2 \cdot 6) = 618$

**İngiliz:**  $\Delta T_s = (9 \cdot 20 \cdot 0.1) + (3 \cdot 2 \cdot 20) = 138$

$\Delta T_s$	Sızdırmazlık Desteği nedeniyle Banda Eklenen Gerginlik	618 N	138 lb <sub>f</sub>
--------------	--	-------	---------------------

### Denklem 10.4

Sızdırmazlık Desteği nedeniyle Banda Eklenen Gerginliği Hesaplama

**Denklem 10.5**

Darbe Yatağı  
nedeniyle Banda  
Eklenen Gerginliği  
Hesaplama

$$\Delta T_{IB} = (W_b \cdot L_b) + (F_{ss} \cdot 2 \cdot L_b) + \left( \frac{Q \cdot L_b \cdot k}{V} \right)$$

**Eldeki veri:** 130 newton / metre (9 lb<sub>f</sub>/ft) ağırlığındaki bir konveyör bandı, 1,5 metre (5 ft) boyunca bir darbe yatağı tarafından desteklenmektedir. Sızdırmazlık bandın üzerine 45 newton / metrelik (3 lb<sub>f</sub>/ft) bir kuvvetle baskı uygulamaktadır. Bant saate 275 ton (300 st/s) taşımakta ve saniyede 1,25 metre (250 ft/dk) yol almaktadır. **Bulunacak:** Darbe yatağı nedeniyle banda eklenen gerginlik.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
$\Delta T_{IB}$	Darbe Yatağı nedeniyle Banda Eklenen Gerginlik	newton	pound-kuvvet
$W_b$	Bant Uzunluğu başına Bandın Ağırlığı (Kuvveti)	130 N/m	9 lb <sub>f</sub> /ft
$L_b$	Bant Desteği Uzunluğu	1,5 m	5 ft
$F_{ss}$	Kauçuk Şerit Sızdırmazlık Yüğü	45 N/m	3 lb <sub>f</sub> /ft
$Q$	Malzeme Akışı	275 t/s	300 st/s
$V$	Bant Hızı	1,25 m/sn	250 ft/dk
$k$	Dönüşüm Katsayısı	2,725	33.33
<p>Metrik: <math>\Delta T_{IB} = (130 \cdot 1,5) + (45 \cdot 2 \cdot 1,5) + \left( \frac{275 \cdot 1,5 \cdot 2,725}{1,25} \right) = 1230</math></p> <p>İngiliz: <math>\Delta T_{IB} = (9 \cdot 5) + (3 \cdot 2 \cdot 5) + \left( \frac{300 \cdot 5 \cdot 33.33}{250} \right) = 275</math></p>			
$\Delta T_{IB}$	Darbe Yatağı nedeniyle Banda Eklenen Gerginlik	1230 N	275 lb <sub>f</sub>

**Denklem 10.6**

Sızdırmazlık ve  
Darbe Desteği  
nedeniyle Bant  
Tahrikine Eklenen  
Güç Tüketimini  
Hesaplama

$$P = (\Delta T_S + \Delta T_{IB}) \cdot V \cdot \mu_{ss} \cdot k$$

**Eldeki veri:** Saniyede 1,25 metre (250 ft/dk) hareket eden bir konveyör bandı, sırasıyla 1230 newton (275 lb<sub>f</sub>) ve 618 newton (138 lb<sub>f</sub>) ekleyen bir darbe yatağı ve sızdırmazlık destek sistemiyle desteklenmektedir. Destek sistemleri bir UHMW kayar yüzey kullanmaktadır. **Bulunacak:** Sızdırmazlık ve darbe desteği nedeniyle Tahrike eklenen güç tüketimi.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
$P$	Bant Tahrikine Eklenen Güç Tüketimi	kilovat	beygir gücü
$\Delta T_S$	Sızdırmazlık Desteği nedeniyle Banda Eklenen Gerginlik (Denklem 10.4'te Hesaplandı)	618 N	138 lb <sub>f</sub>
$\Delta T_{IB}$	Darbe Yatağı nedeniyle Banda Eklenen Gerginlik (Denklem 10.5'te Hesaplandı)	1230 N	275 lb <sub>f</sub>
$V$	Bant Hızı	1,25 m/sn	250 ft/dk
$\mu_{ss}$	CEMA 575-2000'e göre Sürtünme Katsayısı	0,5 – UHMW 1,0 – Poliüretan 1,0 – Kauçuk	0.5 – UHMW 1.0 – Poliüretan 1.0 – Kauçuk
$k$	Dönüşüm Katsayısı	1/1000	1/33000
<p>Metrik: <math>P = \frac{(618 + 1230) \cdot 1,25 \cdot 0,5}{1000} = 1,15</math></p> <p>İngiliz: <math>P = \frac{(138 + 275) \cdot 250 \cdot 0,5}{33000} = 1,56</math></p>			
$P$	Bant Tahrikine Eklenen Güç Tüketimi	1,15 kW	1.56 hp

*DÖKME MALZEMELER için BANTLI KONVEYÖRLER*'in altıncı baskısında, CEMA konveyör bandı gerginliği ve güç gereksinimlerini belirlemek için nispeten karmaşık bir formülün detaylarını vermektedir. Şu andaki konveyör mühendisliği bilgisayar yazılımları benzer denklemler sunmaktadır ve uygun veriler girildiğinde hesaplamayı gerçekleştireceklerdir.

Gelişmiş bant destek sistemlerinin montajı, konveyörün tahrik gücü gereksinimlerini artıracaktır. Bununla birlikte, gelişmiş bant destek sistemlerinin gerçek sonuçları, bant sarkması yüzünden oluşan transfer noktasında döküntü nedeniyle makara rulmanlarının sürtündüğü veya makaraların kendilerinin biriken malzemeyle dolduğu bir konveyörün güç tüketimiyle kıyaslandığında görülür.

R. Todd Swinderman tarafından “Bant Sıyırıcılarının Konveyör Tahrik Gücü Gereksinimleri” başlıklı makalede (*Referans 10.3*) belirtildiği gibi, “Kaçak malzeme, konveyör sistemlerinin çalışmasını bozarak, güç tüketimini önemli derecede artırabilir.” Örneğin, Swinderman, sıkışmış tek bir darbe makarası seti yaklaşık 1,2 kilovat ek güce (1.6 bg) ihtiyaç duyarken, sıkışmış bir çelik makara setinin 0,27 kilovata (0.36 bg) kadar talep edebileceğini hesapladı. 25 milimetre (1 inç) malzeme birikimi olan bir makara, konveyörün tahrik gereksinimlerine 0,32 kilovat ek güç (0.43 bg) ekleyecektir. Bu ek gereksinimler, etkilenen makaraların sayısıyla çarpılacaktır.

Gelişmiş bant desteği ve sızdırmazlık tekniklerinin kullanılması, konveyör tahrik sistemlerine ek gereksinimler yükler. Bununla birlikte, bu ek gereksinim ve maliyetler, “sıkışmış” bir makara veya bir malzeme birikmesiyle çalışan birkaç makara tarafından tüketilen güçle karşılaştırıldığında küçük görünecektir. Uygun bant destek sistemleri uygulayarak, bir tesis, kaçak malzemenin kaçışından doğan birçok ve daha maliyetli problemi önleyebilir.

Kaçak malzemeden doğan çok daha yüksek güç tüketimi ve daha büyük sonuçlardan muzdarip bir sistem yerine, döküntüyü önlemek için gerekli olan biraz yüksek güç tüketimini içeren bir sistem tasarlamak daha iyidir. Uygun bant destek sistemlerinin montaj ve işletme maliyetleri, verimliliğe yapılan bir yatırımdır.

### İlerideki bölümlerde...

Bandı Yükleme kısmındaki beşinci bölüm olan Bant Desteği hakkındaki bu bölümde, kaçak malzeme ve tozu önlemek amacıyla dengeli bir bant hattı sağlamak için uygun bant destek sistemlerinin önemi ele alındı. Sonraki üç bölüm bu kısmı devam ettirmekte ve Yükleme Teknikleri, Aşınma Astarları ve Kenar Sızdırmazlık Sistemlerine odaklanarak döküntüyü önlemenin ek yollarını ele almaktadır.

### REFERANSLAR

- 10.1 Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (2005). *BELT CONVEYORS for BULK MATERIALS, Sixth Edition*'da “Conveyor Installation Standards for Belt Conveyors Handling Bulk Materials”, Ek D, sf. 575–587. Naples, Florida.
- 10.2 Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (2005). *BELT CONVEYORS for BULK MATERIALS, Sixth Edition*, sf. 133. Naples, Florida.
- 10.3 Swinderman, R. Todd, Martin Engineering. (Mayıs 1991). “The Conveyor Drive Power Consumption of Belt Cleaners,” *Bulk Solids Handling*, sf. 487-490. Clausthal-Zellerfeld, Almanya: Trans Tech Publications.

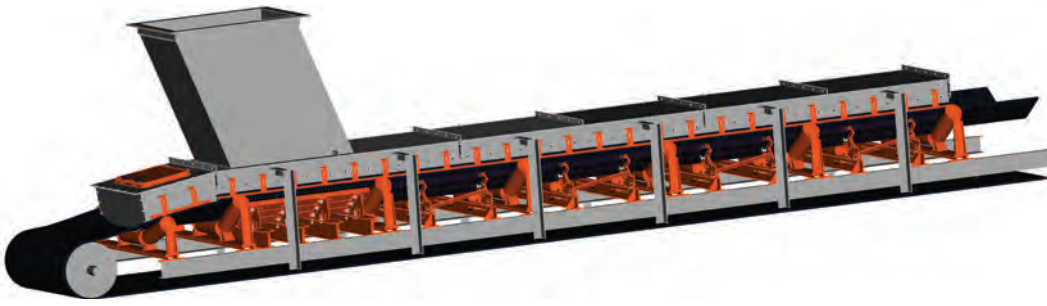
**Şekil 11.1**

Yükleme Tekneleri, yükleme şutunun her bir yanında, yük, bant üzerinde dengeli bir profil edininceye kadar yükü bandın üzerinde zapt etmek için kullanılan yatay uzantılardır.

## 11. Bölüm

# YÜKLEME TEKNELERİ

Yükleme Teknesi ve Görevi.....	153
Uygun Yükleme Teknesi Büyüklüğü.....	154
Çökme Alanı Olarak Yükleme Teknesi.....	158
Yükleme Teknesi Yapımı .....	159
Sistem Bakımı.....	162
Tipik Özellikler .....	163
Gelişmiş Konular .....	163
Güvenlik Hususları .....	168
Yükleme Teknesi Hakkında Bir Sonuca Varma .....	168

**Şekil 11.2**

Yükleme teknesi genellikle, yük noktasından, bandın her iki yanında malzeme hareketinin yönünde dışarı uzar, arzu edilen profile çökünceye kadar yükü zapt eder ve ona şekil verir.

### Bu bölümde...

Bu bölümde yükleme teknelerini ve bunların, döküntü ve tozu azaltmadaki rollerini ele alıyoruz. Yükleme teknelerinin uygun uzunluk ve genişliklerini belirlemek için denklemler ve her ikisi için de örnekler sunuyoruz. Aynı zamanda, yükleme teknesi yapımı hakkında bilgi de veriyoruz.

Yükleme tekneleri, malzeme bandın üzerine yerleştirilirken, dengeli bir profil kazanıncaya kadar yükü zapt etmek için kullanılır (**Şekil 11.1**). Endüstride yan kenar plakaları, çelik yan kenar veya bazen sadece şut veya şut tertibatı olarak da anılabilen yükleme tekneleri, neredeyse daima çelik plakadan yapılır. Bu kitapta, yükleme teknesi terimi, yük noktasından, bandın her iki yanında malzeme hareketinin yönünde dışarı uzayan yapı malzemesini tanımlamak için kullanılmaktadır (**Şekil 11.2**). “Kauçuk yan kenar”, “yükleme teknesi sızdırmazlığı”, “yan silecekler”, “toz sızdırmazlığı”, “sızdırmazlık şeritleri”, “sızdırmazlık” ve “kenar sızdırmazlığı” terimleri, ince tanelerin kaçışını önlemek için metal yükleme teknesine takılan elastomer şeridi ifade etmektedir. (Bkz. 13. Bölüm: *Kenar Sızdırmazlık Sistemleri*)

Yükleme teknesinin başlıca amacı, yük bant oluşunun içine çökerken ve bant hızına ulaştığında, malzemenin bant kenarı üzerinden dökülmesini önleyerek, yükü konveyörün üzerinde tutmaktır. Her bir transfer noktasının yükleme teknesi, taşınan malzemenin özelliklerine, besleme yapılan konveyöre, konveyör arasındaki düşme yüksekliğine ve transfer noktasının yüklendiği ve kullanıldığı şekle uyacak şekilde tasarlanmalıdır.

Şut ve yükleme teknesi tasarımındaki en iyi uygulamalar, bugün çok daha temiz ve daha etkin bir malzeme taşıma sistemi için fırsat sunuyor. Bu bölüm, transfer noktası yükleme teknesi sistemlerinin tasarımı ve uygulanması için en iyi uygulama haline gelmiş uygulamaları ele almaktadır.

## YÜKLEME TEKNESİ VE GÖREVİ

Yükleme teknesi ve içine yerleştirilen aşınma astarı, çok katmanlı bir sızdırmazlık oluşturmak için elastomer sızdırmazlık sistemiyle birleşir (**Şekil 11.3**). Elastomer sızdırmazlık şeritleri, büyük malzeme yan basınçlarına veya küçük tanelerden büyük malzeme parçalarıyla temasa dayanmaz ve dayanması beklenemez. Yükleme teknesi ve aşınma astarı ilk savunma hattını oluşturur ve kaçak malzemeyi zapt etme ve sistemde, malzemeyi sızdırmazlık sistemiyle temas halinde yerleştirmekten kaynaklanan herhangi bir yüksek basıncı, dolayısıyla sistemin erken aşınmasını önleme amacıyla tasarlanmıştır.

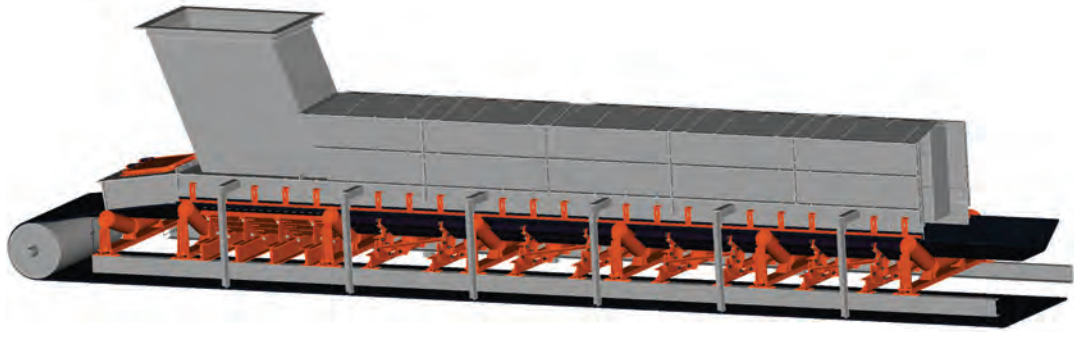
Ayrıca, yükleme teknesi ve kaplaması, etkili toz yönetimi için kullanılan bir çökme bölgesi oluşturur (**Şekil 11.4**). Çökme bölgesinde, hareket eden malzeme akımıyla birlikte hareket eden hava akımı yavaşlatılıp kontrol edilerek, asılı parçacıkların ana

**Şekil 11.3**

Yükleme teknesi, etkili bir çok katmanlı sızdırmazlık oluşturmak için transfer noktasının aşınma astarı ve sızdırmazlık sistemi ile birleşir.

**Şekil 11.4**

Çökme bölgesi genellikle, kontrollü yükleme teknesi alanının transfer noktasındaki genişletilmiş bir bölümüdür.



malzeme kütlelerine geri düşmesi sağlanır. (Şekil 11. 5).

Yetersiz boyutlandırılmış yükleme teknesi daima, malzeme döküntüsü, kaçak malzeme taneleri ve aşırı toz şeklinde zayıf konveyör performansına ve son kullanıcı için çok daha yüksek işletme maliyetlerine yol açar. Malzemenin zapt edilebilmesi ve kaçak malzemenin kontrolü için yükleme teknesinin uzunluk ve yükseklik olarak uygun şekilde tasarlanması şarttır.

### UYGUN YÜKLEME TEKNESİ BÜYÜKLÜĞÜ

#### Yükleme Teknesi Uzunluğu

Yükleme teknesi uzunluğu, darbe bölgesinin ötesindeki çelik duvarın ek uzunluğunu ifade eder. Darbe bölgesi, yükleme şutunun, banda doğru aşağı uzatılsaydı ortaya çıkacak alanıdır.

Yükleme teknesi, bandın hareket yönünde, malzeme yükünün tamamen çökerek şeklini aldığı noktanın ötesine uzanmalıdır ki, konveyördeki hareketinin geri kalanında yük şeklini korusun.

Bazen yük asla tamamen dengeli hale

gelmez, bu nedenle, konveyörün tamamı boyunca yükleme teknesi gerekir. Buna en çok, kolaylıkla asılı hale gelen çok ince malzemelerde, yuvarlanmaya meyilli malzemelerde veya birden fazla yük noktası olan konveyörlerde rastlanır. Genellikle boyları kısa olan ve neredeyse bandın tam genişliği dolacak şekilde yüklenen bantlı besleyiciler, çoğunlukla boylu boyunca çevrilir.

Yükleme teknesinin minimum uzunluğu, aşağıdaki kurallar kullanılarak, toplam hava hareketine ve bandın hızına dayandırılmaktadır:

#### A. Metrik ölçümler

Eğer hava akışı saniyede 0,5 metre-küpün altındaysa, yükleme teknesinin uzunluğu, bant hızının her 0,5 metre/saniyesi için 0,6 metredir. Eğer hava akışı saniyede 0,5 metreküpten büyükse, yükleme teknesinin uzunluğu, bant hızının her 0,5 metre/saniyesi için 0,9 metredir.

#### B. İngiliz birimi ölçümleri

Eğer hava akışı dakikada 1000 fit küpten azsa, yükleme teknesinin uzunluğu, bant hızının her 100 fit/dakikası için 2 fittir. Eğer hava akışı dakikada 1000 fit küpün üzerindeyse, yükleme teknesinin uzunluğu, bant hızının her 100 fit/dakikası için 3 fittir. (Bkz. Gelişmiş Konular: Denklem 11.1.)

Döküntü veya bandın hasar görmesini önlemek için, yükleme teknesi, makaraların arası yerine bir makaranın yukarısında sona ermelidir (Şekil 11.6). Bu bile başlı başına, yükleme teknesinin genel uzunluğunu artırabilir.

**Şekil 11.5**

Bu çökme bölgesi, havayı yavaşlatır ve taşınan ürünün çökmesine ve daha temiz havanın kaçmasına izin verir.



Yükleme teknesi uzunluğu için daha etkili bir cevabı, bu kitapta başka bir yerde ele alındığı gibi, toz bastırma ve/veya toz toplama sistemlerinin etrafını kapatma ihtiyacı verebilir. (Bkz. 19. Bölüm: *Toz Bastırma ve 20. Bölüm: Toz Toplama*) Etkili toz kontrolü sistemleri için gerekli uzunluk genellikle yükün dengelenmesi için gerekenden daha fazlasını sağladığından, bir toz kontrol muhafazasının duvarları, etkili şekilde yükleme teknesi vazifesi görebilir.

Yükleme teknesinin uzunluğunu artırmanın dezavantajları, daha uzun astar ve sızdırmazlıklar için ek bakım maliyeti, duvarlar için çelik maliyetinde küçük bir artış ve konveyörün güç gereksinimlerinde hafif bir yükselmedir. Ekstra güç tüketimi, daha uzun çelik duvarın ve takılan sızdırmazlık şeridinin ek uzunluğunun oluşturduğu ilave sürtünmeden kaynaklanır. Bu genellikle, düşük ön maliyetten fazlasıyla ağır basan uzun vadeli faydalar sağlayan az bir artıştır. (*Kenar sızdırmazlık sistemlerinin güç tüketimi hakkında daha fazla bilgi için bkz. 13. Bölüm: Kenar Sızdırmazlık Sistemleri*)

Bandın eğimi, taşınan ürünün şekli veya malzeme yatağının şekli gibi koşulların, malzeme döküntüsünü önlemek için, çevrili alanın uzunluğunun büyük ölçüde artırılmasını gerektirdiği zamanlar da vardır.

Şüphe edildiğinde, yükleme teknesini, yukarıdaki denklemde ortaya çıkan gerekli asgari değerden biraz daha uzun tutmak daima iyidir. Ek çökme alanı uzunluğunda fazladan bir yüzde 25, güç gereksinimlerinde ve çelik masrafında yalnızca çok az bir artışla toz kontrolünü iyileştirecek bir öneridir.

Konveyör birden fazla yük bölgesi içeriyorsa, hesaplama, son yükleme noktasından sonraki çökme bölgesinin minimum boyutlarını belirlemek için, tüm yükleme noktalarından toplam hava akışını kullanmalıdır.

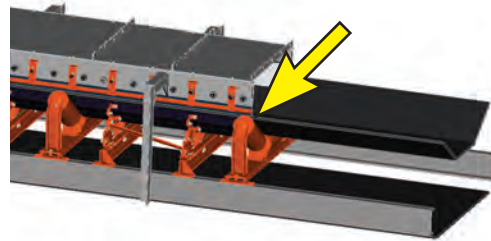
### Yükleme Teknesi Genişliği

Yükleme teknesinin iki yanı arasındaki mesafe genellikle, bant kapasitesi gereksinimleri tarafından belirlenir; yükleme

teknesinin dışında etkili bir sızdırmazlık sağlamak için gerekli alan sıklıkla göz ardı edilir.

Sistemi, (yükleme teknesinin dışı ve dış bant kenarı arasında) yeterli “serbest bant” mesafesi olacak şekilde tasarlanmanın önemi küçümsenmemelidir. Bir konveyör tasarımcısı, sabit yükleme teknesi sistemiyle hareket eden bant arasında sızdırmazlığı etkili şekilde sağlama kabiliyeti üzerinde, olası bant kaymasının etkisini daima göz önünde bulundurmalıdır. Tasarımcı, mümkün olan en büyük “serbest bant” mesafesini koruyarak, çoğu zaman dökme malzemelerin bir konveyörden diğerine aktarılmasıyla ilişkilendirilen yaygın döküntü ve toz alma problemlerinin çoğunun ortadan kaldırılmasına yardım edebilir. Sızdırmazlığı sağlanabilir bir yükleme teknesi sistemi sağlamak için doğru “serbest bant” mesafesini koruyarak elde edilen faydalar, yükleme teknesinin altına uygun bant desteğinin yerleştirilmesi ve yüksek derecede etkili bir yükleme teknesi sızdırmazlık sisteminin monte edilmesiyle daha da artırılabilecektir. (Bkz. 10. Bölüm: *Bant Desteği ve 13. Bölüm: Kenar Sızdırmazlık Sistemleri*)

Bir konveyör tasarımcısı, sabit yükleme teknesi sistemiyle hareket eden bant arasında sızdırmazlığı etkili şekilde sağlama kabiliyeti üzerinde, olası bant kaymasının etkisini daima göz önünde bulundurmalıdır. Tasarımcı, mümkün olan en büyük “serbest bant” mesafesini koruyarak, çoğu zaman dökme malzemelerin bir konveyörden diğerine aktarılmasıyla ilişkilendirilen yaygın döküntü ve toz alma problemlerinin çoğunun ortadan kaldırılmasına yardım edebilir. Sızdırmazlığı sağlanabilir bir yükleme teknesi sistemi sağlamak için doğru “serbest bant” mesafesini koruyarak elde edilen faydalar, yükleme teknesinin altına



**Şekil 11.6**

Çelik yükleme tekneleri, döküntü veya bandın hasar görmesini önlemek için bir makaranın yukarısında sonlanmalıdır.

Tablo 11.1

Önerilen Yükleme Bölgesi Tasarımı																		
I) Bant Genişliği				II) Oluk Açısı				III) Etkin Bant Genişliği (Bkz. Şekil 11.7 "A")				IV) Önerilen Şut Genişliği (Bkz. Şekil 11.7 "B")						
I		II		III		IV		I		II		III		IV				
Metrik (mm)	300	0°	300	NR	1400	0°	1400	1170	2600	0°	2600	2370	3000	0°	3000	2770		
		20°	288	NR		20°	1344	1128		20°	2495	2279		20°	2879	2663		
		30°	273	NR		30°	1275	1076		30°	2368	2169		30°	2732	2533		
		35°	264	NR		35°	1231	1043		35°	2287	2098		35°	2638	2450		
		40°	253	NR		40°	1182	1005		40°	2194	2018		40°	2532	2356		
		45°	241	NR		45°	1127	964		45°	2092	1930		45°	2414	2252		
	500	0°	500	270	1600	0°	1600	1370	2800	0°	2800	2570	3200	0°	3200	2970		
		20°	480	264		20°	1536	1320		20°	2687	2471		20°	3071	2855		
		30°	455	NR		30°	1457	1258		30°	2550	2351		30°	2914	2715		
		35°	440	NR		35°	1407	1219		35°	2462	2274		35°	2814	2626		
		40°	422	NR		40°	1350	1174		40°	2363	2187		40°	2701	2525		
		45°	402	NR		45°	1288	1125		45°	2253	2091		45°	2575	2413		
	Metrik (mm)	650	0°	650	420	1800	0°	1800	1570	18	0°	18.0	9.0	54	0°	54.0	45.0	
			20°	624	408		20°	1728	1512		20°	17.3	8.8		20°	51.8	43.4	
			30°	592	393		30°	1639	1440		35°	15.8	NR		35°	47.5	40.1	
			35°	572	383		35°	1583	1395		45°	14.5	NR		45°	43.5	37.1	
			40°	549	372		40°	1519	1343		24	0°	24.0		15.0	0°	60.0	51.0
			45°	523	360		45°	1449	1286			20°	23.0		14.6	20°	57.6	49.1
		800	0°	800	570	2000	0°	2000	1770	30	35°	21.1	NR	60	35°	52.8	45.4	
			20°	768	552		20°	1920	1703		45°	19.3	NR		45°	48.3	41.9	
			30°	729	529		30°	1821	1622		36	0°	30.0		21.0	0°	72.0	63.0
			35°	704	515		35°	1759	1570			20°	28.8		20.3	20°	69.1	60.6
			40°	675	499		40°	1688	1512			35°	26.4		19.0	35°	63.3	55.9
			45°	644	481		45°	1609	1447			45°	24.1		17.8	45°	57.9	51.6
1000	0°	1000	770	2200	0°	2200	1970	42	0°	36.0	27.0	84	0°	84.0	75.0			
	20°	960	744		20°	2112	1895		20°	34.6	26.1		20°	80.6	72.2			
	30°	911	711		30°	2004	1804		35°	31.7	24.3		35°	73.9	66.5			
	35°	879	691		35°	1935	1746		45°	29.0	22.6		45°	67.6	61.2			
	40°	844	668		40°	1857	1681		48	0°	42.0		33.0	0°	96.0	87.0		
	45°	805	642		45°	1770	1608			20°	40.3		31.9	20°	92.1	83.7		
1200	0°	1200	970	2400	0°	2400	2170	48	35°	36.9	29.6	96	35°	84.4	77.1			
	20°	1152	936		20°	2304	2087		45°	33.8	27.4		45°	77.3	70.9			
	30°	1093	894		30°	2186	1986		108	0°	48.0		39.0	0°	108.0	99.0		
	35°	1055	867		35°	2111	1922			20°	46.1		37.6	20°	103.7	95.2		
	40°	1013	837		40°	2026	1849			35°	42.2		34.8	35°	95.0	87.6		
	45°	966	803		45°	1931	1769			45°	38.6		32.3	45°	86.9	80.5		
<b>Notlar:</b> Boyutlar, saha ölçümleri yerine hesaplama yoluyla belirlenmiştir. Metrik ölçüler, en yakın milimetreye yuvarlanmıştır. İngiliz birimi ölçümleri bir ondalığa yuvarlanmıştır. Şut veya yükleme teknesinde çeliğin kalınlığı göz önünde bulundurulmamıştır. Eşit uzunlukta, üç parçalı oluk makaraları kullanılmıştır. Metrik sistemdeki bant kenarı mesafeleri, kenar sızdırmazlığı için 90 mm + bant kaçıklığı payı için 25 mm içerir. İngiliz sistemindeki bant kenarı mesafeleri, kenar sızdırmazlığı için 3.5 inç + bant kaçıklığı payı için 1 inç içerir. Dökme malzemenin parçacık büyüklüğü hesaba katılmamıştır.													120	0°	120.0	111.0		
													20°	115.2	106.7			
													35°	105.5	98.2			
													45°	96.6	90.2			



uygun bant desteğinin yerleştirilmesi ve yüksek derecede etkili bir yükleme teknesi sızdırmazlık sisteminin monte edilmesiy-le daha da artırılacaktır. (Bkz. 10. Bölüm: *Bant Desteği ve 13. Bölüm: Kenar Sızdırmazlık Sistemleri*)

Bir bandın oluklaştırılması, bandın genişliğini azaltmak anlamına geldiğinden, oluklu bir bandın genişliğini ifade etmek için Etkin Bant Genişliği kullanılır. Bu, taşıma genişliği (yükleme teknesi arasındaki mesafe) değil, oluklaştırılmış bir konveyör bandının, alt ruloya paralel genişlikten ölçülmüş yatay genişlik ölçüsüdür (**Şekil 11.7**).

Yükleme tekneleri arasındaki mesafeyi ayarlamak ve bu suretle “serbest bant” kenar mesafesini belirlemek için birçok standart mevcuttur. Hem Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA) hem de Deutsches Institut für Normung (DIN 22101) başvurulabilecek formüller belirlemiştir.

En iyi uygulama, uygun şekilde kenar sızdırmazlıklarını uygulamak ve bandın merkezden kaçmasına karşı bir tolerans sağlamak amacıyla yeterli “serbest bant” kenarı sağlamak için, yükleme teknelerinin, konveyör bandının her bir yanına, minimum 115 milimetre (4.5 inç) gerçek bant genişliğiyle yerleştirilmesi gerektiğini göstermektedir (**Tablo 11.1**).

Katener rulolar kullanan bantların tipik özelliği olan ekstra bant kaçıklığını dengelemek için, yük bölgesinde beş silindri katener rulolar kullanıldığında, kenar mesafesi minimum 150 milimetre (6.0 inç) artırılmalıdır.

Yükleme teknesinin genişliği, malzemenin yağın açısıyla birlikte yan kenar alanından çıkan malzeme yatağının yüksekliğinin, birleşerek bir döküntü durumu oluşturmadığından emin olmak için kontrol edilmelidir.

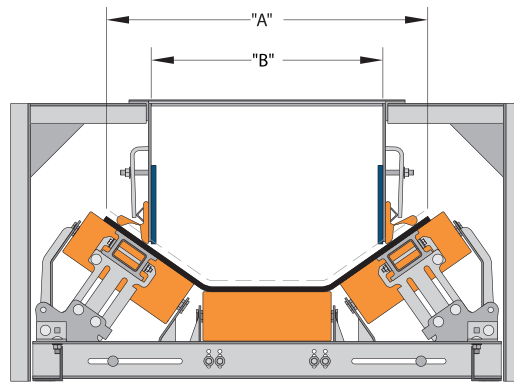
### Yükleme Teknesi Yüksekliği

Bant genişliği ve hızı, malzeme topağı büyüklüğü ve tahliye noktasında hava hızı, belirli bir transfer noktası için gerekli yük-

leme teknesinin yüksekliği belirlenirken göz önünde bulundurulmalıdır.

Yükleme teknesi, bant normal kapasitede çalışırken, malzeme yükünü zapt edecek ve sıkışma olmadan topakları geçecek kadar yüksek olmalıdır. Yükün içindeki topakların büyüklüğü arttıkça, yükleme teknesinin yüksekliği de artmalıdır; yükseklik, en azından, en büyük parçaları zapt edecek yeterlilikte olmalıdır. Yükleme teknesi, bir-biri üzerine istiflenmiş en büyük iki parçayı zapt edecek kadar yüksek olmalıdır.

*DÖKME MALZEMELER için BANTLI KONVEYÖRLER*’in altıncı baskısında CEMA, 20, 35 ve 45 derecelik makaraları olan, farklı büyüklüklerde topaklar taşıyan konveyörlerde, üstü açık yükleme teknesi için minimum yüksekliği belirten tablolar yayınlamıştır. Özet olarak, 1800 milimetre (72 inç) genişliğe kadar olan düz veya 20 derece oluklu bantlarda veya 1200 milimetre (48 inç) genişliğe kadar 35 ve 45 derece oluklu bantlarda taşınan 50 milimetre (2 inç) veya daha küçük parçacıklar için yaklaşık 300 milimetrenin (12 inç) yete-



**Şekil 11.7**

Etkin Bant Genişliği (A), oluklaştırıldığında konveyör bandının genişliğidir. Gerçek yük taşıma mesafesi (B), daha sonra yükleme teknesi dışında duyulan kenar sızdırmazlığı gereksinimiyle azaltılır.



**Şekil 11.8**

Yükleme teknesi yüksekliği, en yaygın dökme malzemeler muhafazadan dışarı uçmadan hava hareketinin pozitif basınçlarını en aza indirmek amacıyla hava hızını düşürmek için artırılabilir.

rince yüksek olduğunu belirtir. Tablo, 450 milimetreye (18 inç) kadar topraklarla, 2400 milimetreye (96 inç) kadar genişlikte bantlar için minimum 825 milimetre (32.5 inç) yüksekliğe sahip yükleme tekneleri belirtir.

Toz problemi oluşturabilecek malzemeler için, pozitif hava basıncı azaltacak bir alan (plenum) vazifesi görmesi amacıyla, çevrili alanın yüksekliğini artırmak iyi bir uygulamadır. Bu alan, parçacıkların konveyörün yükü üzerine geri çökebilmesi için toz yüklü havayı “yatıştırma” görevi göreceklerdir.

Maksimum toz kontrolü için, şut duvarları (yükleme tekneleri), yük alanında, ürün yatağının üzerinde 1 metre/saniyeden (200 ft/dk) az maksimum hava hızı sağlayan bir enine kesit alan sunacak kadar yüksek olmalıdır. (Bkz. *Gelişmiş Konular: Denklem 11.2*). Birden fazla toz perdesiyle birlikte bu daha büyük hacim, en yaygın dökme malzemeler muhafazadan dışarı uçmadan hava hareketinin pozitif basınçlarını barındıracak geniş bir oda sağlar (**Şekil 11.8**). Birçok durumda, bu sınırlı hava hızını elde etmek için, yükleme teknesi yüksekliği 600 milimetre (24 inç) veya üzerine çıkarılmalıdır. Aşırı derecede küçük parçacıklara sahip çok hafif veya tozlu malzemeler, saniyede 0,25 metre (50 ft/dk) kadar düşük çıkış hızları gerektirebilir.

Eğer malzeme yükü profilinin en üstüne yerleştirilirse, yükleme teknesi yine de yükün en büyük topağını zapt edecek kadar uzun olmalıdır. Eğer hesaplama sonucu yeterli bir yükseklik vermezse, hesaplanan yükseklik, en büyük topağın 2,5 katı bir yükseklikle değiştirilmelidir.

Açıkçası, bir yükleme teknesinin yapılabileceği yüksekliğin pratik bir sınırı var-

dır. Eğer çökme bölgesi/yükleme teknesi yüksekliği gereksinimi aşırı hale gelirse, transfer noktasının toplam hava hareketini karşılayabilecek bir toz toplama sisteminin ve aktif bir toz kontrol sisteminin (örn., toz bastırma sistemi veya torba filtreli toz toplama sistemi) kurulması gerekecektir.

Şut duvarları, toz atım toplama cihazlarının, yığından ince taneleri çekmeyeceği kadar yüksek ve buna uygun şekilde yerleştirilmiş olmalıdır. Toplayıcılar, o kadar malzeme çekebilirler ki çabucak tıkanırlar. Eğer yükleme teknesi duvarları yeterince yüksek olmazsa, kısa zamanda kendi kendine çökmüş tozu temizlemek için enerji harcanacak ve toz toplama sistemi, gerekenden daha büyük ve pahalı olacaktır. (*Çökme bölgeleri hakkında tartışma için bkz. 18. Bölüm: Pasif Toz Kontrolü*)

## ÇÖKME ALANI OLARAK YÜKLEME TEKNESİ

Toz kontrolü için yükleme teknesinin çelik veya dokuma bir sistemle örtülmesi önerilir (Şekil 11.9). Üzerini örtmemek için özel bir sebep yoksa, yükleme teknesi bir örtü, kapak veya çatıyla kapatılmalıdır. Yükleme teknesinin kapatılması, tozun çökmesi ve hava hareketinin yatıştırılması için ihtiyaç duyulan plenumu oluşturmak için gereklidir. Büyük bir plenum, malzeme akımının transferinden doğan kuvvetlerce sürüklenen toz bulutlarının kontrolünde yararlıdır. (Bkz. 7. Bölüm: Hava Kontrolü ve 18. Bölüm: Pasif Toz Kontrolü)

Yükleme teknesi kapatma sisteminin içine uygun şekilde yerleştirilmiş toz perdeleri, hava akışının yavaşlatılmasına yardımcı olacak ve transfer noktasının çıkış ucundan asılı toz çıkışını önemli ölçüde azaltacaktır. (*Toz perdeleri hakkında daha fazla bilgi için bkz. 18. Bölüm: Pasif Toz Kontrolü*)

Ayrıca, yükleme teknesinin üzerine bir “çatı” yerleştirilmesi, bazı rastgele durumlar vasıtasıyla yükleme şutunun içinden bandın üzerine, kendini banttan tamamen dışarı “fırlatmaya” yetecek kuvvetle gelen tesadüfi malzeme topağını zapt edecektir.

### Şekil 11.9

Tozun çökmesi ve hava hareketinin yatıştırılması için ihtiyaç duyulan plenumu oluşturmak için yükleme teknesinin çelik veya dokuma bir sistemle kapatılması önerilir.



CEMA, bu yükleme teknesi örtülerinin, yükleme şutundan yüklemeye doğru aşağı eğimli yapılmasını, malzeme sıkışmalarını önlemek için henüz bant hızında hareket etmeyen malzemeye zaman tanımamasını önerir. *DÖKME MALZEMELER için BANTLI KONVEYÖRLER*, *Altıncı Baskı*'da CEMA, üstü kapatılmamış yüklemeye teknelerinin minimum yükseklikleri ve topak boyutuna göre minimum bant genişliği için tablolar sunar. Genel olarak kabul edilmiş uygulama, yan kenar genişliğini ve yüksekliğini, en büyük topak boyutunun en az 2,5 katında tutmaktır. Yüklemeye teknelerini uzun tutarak, iki şey elde edilir: malzeme sıkışmalarını önlemek ve hava hızını yok ederek tozun çökmesine izin verecek büyük bir alan sağlamak.

Yüklemeye teknesi kaplamaları, bir konveyörün yolu boyunca yaygın olarak görülen yarı-dairesel davlumbazlar değil, genellikle iki yüklemeye teknesi arasındaki düz bir çatıdır. Çoğu durumda, çelik bir kaplama en iyisidir. Bu örtüler, muayene ve bakımı hesaba katılarak yerlerine kenetlenmelidir. Titreşimli ekipmanı sabit şut veya yüklemeye teknelerine bağlamak için çoğu zaman dokuma veya kauçuk kullanılır.

Kaplama, bir işçinin ağırlığını kaldıracak şekilde tasarlanmalı veya hiç kimsenin kaplamadan içeri düşmemesi için "Üstüne Basılmaz" uyarılarıyla korunmalı ve işaretlenmelidir.

Bakım ve muayene için yüklemeye teknesi veya örtülerde açıklıklar sağlanmalıdır; bu açıklıklar, malzeme kaçışını önlemek ve havanın dışa akışını en aza indirmek için kapılar vasıtasıyla sağlanmalıdır.

rabilir.

Bant kaplamasına asla temas etmemeleri için yüklemeye teknesinin alt kenar(lar)ını konveyörün yeterince üzerine kaldırmak kritik önem taşır. Bantın üzerindeki mesafe arttıkça, etkili bir sızdırmazlık sağlamak da güçleşir. Bantın değiştirilmesini kolaylaştırmak için, yüklemeye teknesi bazen, bantın birkaç inç üzerinde bir açıklıkla monte edilir. Çelik, bant yüzeyinin bu kadar üzerine yerleştirildiğinde, yan basıncın bulunduğu yerlerde yüklemeye teknelerinin dışında etkili bir sızdırmazlık sağlamak neredeyse imkansızdır.

Etkisiz bir sızdırmazlık kendini devam ettirir. Malzeme dışarı sızar, makaralar üzerinde birikir, merkezden kaçmaya ve dengesiz bir bant hattıyla sonuçlanan diğer problemlere yol açar. Bant yukarı ve aşağı esner ve bir yandan diğer yana kayar. Bantın şut tertibatıyla temasının önlenmesi ihtiyacını önemseyen tesis mühendisleri ve bakım personeli, bant-yan kenar arasındaki açıklığı artırır. Bu, transfer noktasında sızdırmazlığı sağlamanın zorluğunu önemli oranda artırır ve artan döküntüye yol açar. Artan bu döküntü, sürekli bir bant kayması, döner bileşen arızaları ve artan işletme maliyetleri kısır döngüsüyle sonuçlanır.

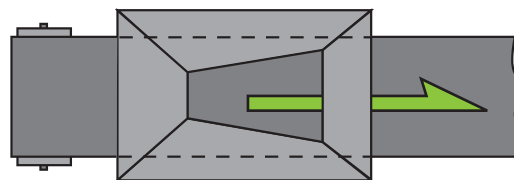
Çelik ve bant birbirine ne kadar yakın yerleştirilirse, aralarında bir sızdırmazlık sağlamak o kadar kolaylaşır. Bant hareketinin yönünde rahatlatma sağlamak kritik önem taşır.

Çeliğin altındaki boşluk, taşınan malzemenin, bant hareketinin aralıksız kuvveti tarafından bir açıklığa sıkıştırılmaktansa, çelik yan kenar ve sızdırmazlık kauçuğu

## YÜKLEME TEKNESİ YAPIMI

### Bandın Üzerindeki Açıklık

En ideal koşullarda dahi, çelik yüklemeye tekneleri bant için zararlı olabilir. Bantın hareket hattındaki dalgalanmalar, bantın yukarı kalkıp çeliğe dokunmasına ve burada oyulmasına veya kesilmesine sebep olabilir. Ayrıca, malzeme yüklemeye teknesinin altına sıkışarak bantın yüzeyini aşındırabilir.

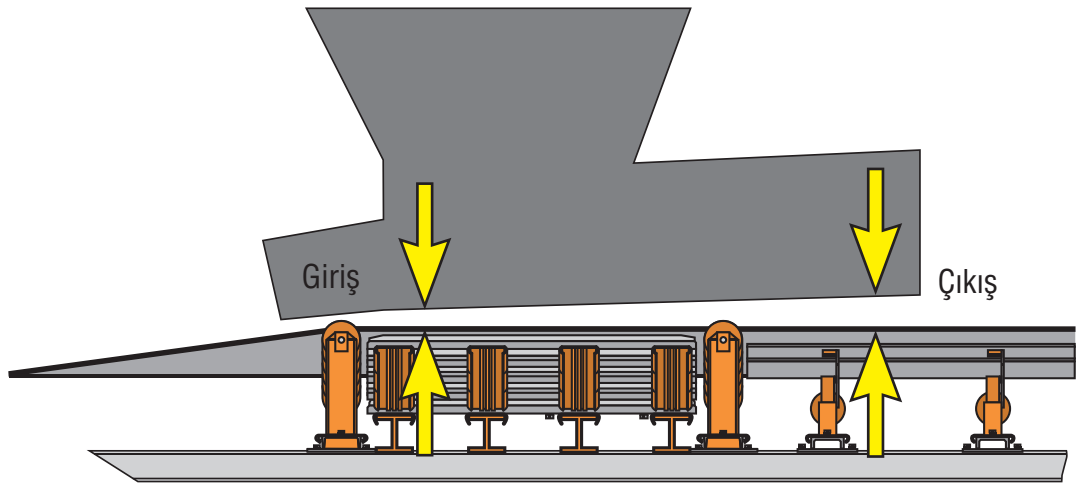


**Şekil 11.10**

Sıkışan malzemenin bantı oymasının riskini azaltmak için, yüklemeye teknesi, bant hareketi yönünde hem yatay hem de dikey olarak açılmalıdır (veya kendini boşaltmalıdır). (Etkiyi göstermek için çizim abartılmıştır.)

**Şekil 11.11**

Yan kenar plakalarının alt kenarları, bandın yükleme bölgesine girişinde, banttan 6 milimetre (1/4 veya 0.25 inç) yukarıya yerleştirilmelidir. Bant yükleme teknesinden çıkarken, bu boyut, bant hareketi yönünde, düzgün olarak 9 ila 12 milimetreye (3/8 veya 0.38 ila 0.5 inç) kadar artırılmalıdır.



boyunca hareket etmesine izin veren kama şeklinde bir açıklık oluşturmalıdır. Yükleme teknesi, sıkışan malzemenin kendini serbest bırakmasına izin vermek için, yükleme noktasından, bant hareketi yönünde, hem yatay hem dikey şekilde aşamalı olarak açılmalıdır (**Şekil 11.10**).

Yan kenar plakalarının alt kenarlarının, bandın yükleme bölgesine girişinde, banttan 6 milimetre (1/4 veya 0.25 inç) yukarıya yerleştirilmesi önerilir. Bant yükleme teknesinden çıkarken, bu boyut, bant hareketi yönünde, düzgün olarak 9 ila 12 milimetreye (3/8 veya 0.38 ila 0.5 inç) kadar artırılmalıdır (**Şekil 11.11**). Bant hareketi, şutun giriş (kuyruk tamburu) ucunda, artı veya eksi 1,5 milimetrelilik (1/16 veya 0.063 inç) bir tolerans içinde dengelenmedikçe bu dar açıklık başarılamaz.

Bandın merkezden kaçmasını önlemek için yükleme teknesi yapısının merkez hattının, bandın merkez hattıyla aynı hizada olması kritik önem taşır. Eğer bu ikisi aynı hizada değilse, yükün ağırlık merkezinden doğan eşit olmayan kuvvetler ve yükleme teknesine sürtünmesi, bandın sürekli olarak

merkezden kaçmasına ve aşınma astarları ve yan kenar sızdırmazlığı üzerinde hızlandırılmış aşınmaya neden olacaktır. Çelik, bant hattına yakın konumlandırılmışken, bandın konveyörün başlatılması sırasında makaralardan kalkmasının önlenmesi, bandın güvenliği için kritik önem taşır. Bant kalkmaya teşvik ettiği için, genellikle yarım oluk düzeni olarak bilinen kuyruk tamburunun yükseltilmesinin iyi bir fikir olmamasının sebeplerinden biri de budur. Bir yarım oluk düzeni genellikle geçiş mesafesini kısaltmak için kullanılır. (Yarım oluk geçişleri hakkında daha fazla bilgi için bkz. 6. Bölüm: Yükleme Bölgesinden Önce). Bant tertibatının makaralardan kalkması riskini en aza indirmek için, bant tertibatının teknik özelliklerinin ve gerginliğinin doğru şekilde hesaplanması önemlidir. Bant, makaraların üzerinde tutmak için sabitleme ruloları monte edilebilir.

Pürüzlü alt kenarlar veya bükülmüş çelik, güç koşullar yaratabilir, malzeme yakalayarak konveyör tahrikindeki sürüklenmeyi artırabilir ve/veya bant yüzeyini aşındırabilir. Malzeme yakalayabilecek veya banda hasar verebilecek çentikli veya testere dişli kenarları önlemek için seramik bloklar veya aşınma plakaları dikkatli bir şekilde monte edilmelidir (**Şekil 11.12**). Kural, yükleme teknesinin alt kenarında pürüzsüz bir akış yüzeyi sağlamak ve tüm sıkışma noktalarını ortadan kaldırmaktır. Yükleme teknesinin çelik ve şut astarları, tüm dikişler iyi eşleştirilerek çok dikkatli monte edilmelidir.

**Şekil 11.12**

Yükleme teknesi, tüm malzeme sıkışma noktalarını ortadan kaldırmak için yükleme teknesinin alt kenarında pürüzsüz bir akış yüzeyi sağlayacak şekilde takılmalıdır.



Yan kenar ve bant yüzeyi arasında kalan boşluk, yükleme teknesinin dışına uygulanan esnek, değiştirilebilir bir elastomer sızdırmazlık sistemiyle kapatılmalıdır. (Bkz. 13. Bölüm: Kenar Sızdırmazlık Sistemleri)

### Yükleme Teknesi Yapımı

Yükleme teknesinin mukavemeti ve dengesi, başarısı için çok önemlidir. Çoğu zaman konveyör yükleme teknesi, malzemenin darbesine veya ekipmanın titreşimine dayanacak kadar sert olmayan dirseklerle desteklenir. Bu, bantı ve transfer noktasının kendini tehlikeye atan yapısal bir arıza riski doğurur.

Yükleme teknesinin kalınlığı, şut tıkanığında veya bant geriye doğru yuvarlandığında ortaya çıkabilecek yan basınçlara dayanacak yeterlilikte olmalıdır. Banda yakın yerleştirildiğinden, hasar risklerini en aza indirmek için yükleme teknesinin herhangi bir hareketi önlenmelidir.

Çok hafif uygulamalar dışında, yükleme teknesi yapımı için kullanılan yumuşak çeliğin minimum kalınlığı 6 milimetre (0.25 inç) olmalıdır. Saniyede 3,7 metre (750 ft/dk) üzerinde hareket eden veya 1300 milimetre (54 inç) veya daha geniş olan bantlarda, minimum kalınlık 10 milimetre (3/8 inç) olmalıdır. Saniyede 3,7 metre (1000 ft/dk) üzerinde hareket eden veya 1800 milimetre (72 inç) genişliğinde bantların kullanıldığı uygulamalar için, minimum kalınlık 12 milimetre (0.5 inç) olmalıdır.

Desteklerin bant destek yatakları ve makaraların aralığına veya bunlara erişime müdahale etmemesi için, yükleme tekneleri, yaklaşık 1,2 metrelik (48 inç) merkez-

lerin üzerindeki yapısal çelik desteklerin üstüne monte edilmelidir. En yaygın destek tasarımı, taşıyıcı makaralarla hemen hemen aynı aralıkta monte edilen "A çerçeve" açılı demirdir. Bu "A çerçeveler" sert ve payandalarla iyi donatılmış olmalı ve yükleme teknesi sızdırmazlığının ayarlanması veya değiştirilmesi için kolay erişime izin verecek kadar banttın yukarıya monte edilmelidir (Şekil 11.13).

En az bir "A çerçeve" yükleme teknesinin başlangıcına ve başka bir tane de sonuna yerleştirilmelidir. Konveyörün darbe bölgesinde destek yapısını iki katına çıkarmak adına daha sık aralıklı yerleştirme düşünülmelidir.

Bu "A çerçeveleri" yapmak için kullanılması gereken minimum demir köşebent büyüklükleri vardır (Tablo 11.2). Bu teknik özellikler en çok düşük yoğunluklu, serbest halde akabilen malzemeler için uygundur. Bantlı besleyiciler veya cevher veya konsantre gibi yüksek yoğunluklu malzemeler taşımak için, daha ağır çelik ve daha sık aralık gereklidir.

Yükleme teknesi desteklerinin altı ve bant arasında, bir yükleme teknesi sızdırmazlığı



**Şekil 11.13**

Yükleme teknesi uygun şekilde desteklenmeli ve destek yapısı, sızdırmazlık sistemine erişime izin verecek kadar banttın yukarıda olmalıdır.

### Yükleme Teknesi Destekleri için Önerilen Açılı Demir Büyüklükleri

Konveyör Özellikleri	A Çerçeve Demir Köşebent Büyüklüğü
3,7 m/sn altında (750 ft/dk) veya 1400 mm (54 inç) genişliğinde	50 x 50 x 5 mm (2 x 2 x 3/16 inç)
3,7 m/sn ile 5 m/sn arasında (750 ft/dk ile 1000 ft/dk) veya 1400 mm ile 1800 mm (54 ile 72 inç) genişliğinde	75 x 75 x 6,4 mm (3 x 3 x 1/4 inç)
5 m/sn üstünde (1000 ft/dk) veya 1800 mm (72 inç) genişliğinde	75 x 75 x 9,5 mm (3 x 3 x 3/8 inç)

**Tablo 11.2**

ve kelepçe sisteminin montajı ve bakımı için yer bırakmak amacıyla uygun açıklığın sağlanması önemlidir. Yükleme teknesi duvarında, yatay destek ve bant arasındaki minimum açıklık 230 milimetre (9 inç) olmalıdır.

Eğer sistemde, bant hareketi veya kesiciler, kırıcılar veya elekler gibi diğer işletme makinelerinden kaynaklanan dinamik titreşim varsa, yükleme teknesinin bundan izole edilmesi gerekebilir.

Bu öneriler, bandın yaklaşık olarak bel yüksekliğinde ve makaraların standart genişlikte olduğu, standart konveyör montajları ve normal iş derecelendirmeleri içindir. “Çifte yüksekliğe” sahip yükleme teknesi gibi diğer uygulamalar veya ağır şartlar için, ek destek yapısı gerekebilir. Yükleme teknesi kalınlığı ve gerekli destek yapıları hakkında tavsiye için bir konveyör veya yapı mühendisine danışılmalıdır.

### Birden Fazla Yükleme Noktasına Sahip Konveyörlerde Yükleme Teknesi

Bir bandın konveyör boyunca birden fazla noktada yüklendiği durumlarda, yükleme teknesinin yükleme noktalarında yerleştirilmesi sırasında dikkatli olunmalıdır. Sonraki yük noktalarında yükleme teknesi, daha önce yüklenmiş malzemenin, bir sonraki

yükleme noktasının yükleme teknesi veya şut çeliği tarafından banttın “sıyrılmadan” serbestçe geçmesine izin verecek şekilde tasarlanmalıdır.

Malzemenin birden fazla yük noktasına sahip bir konveyörün üzerine eşit ve merkezi olarak yüklenmesine güvenmek imkansız olduğundan, malzemenin belirli bir miktarının sıyrılmaması ve dökülmesi muhtemelen kaçınılmazdır. Bu kaçak malzeme, daha yüksek işletme ve temizlik maliyetlerinin yanı sıra erken ekipman arızalarına da sebep olur. Bu nedenle, sürekli yükleme tekneleri bulundurmamak iyi bir uygulamadır.

Yükleme noktaları nispeten birbirine yakın olduğunda, her bir yükleme noktasında ayrı yükleme tekneleri kullanılmıyorsa, iki yükleme noktası arasında sürekli bir yükleme teknesi ve normalde kullanılacağından daha derin bir oluk açısı sağlamak genellikle daha iyidir (**Şekil 11.14**).

Birden fazla yükleme bölgelerinin bulunduğu durumlar için başka bir mükemmel yaklaşım da, hava destekli bir konveyörün kurulmasıdır. Hava destekli konveyörler, geleneksel yükleme teknesi veya yan kenar sızdırmazlıkları yerine, yalnızca merkezlenmiş bir yük gerektirdiklerinden, birden fazla yük bölgesi için biçilmiş kaftandırlar (**Şekil 11.15**). (Bkz. 23. Bölüm: Hava Destekli Konveyörler.)

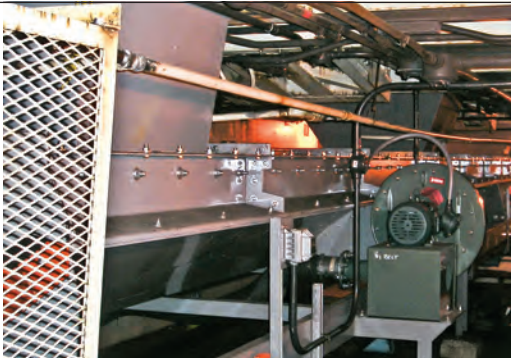
**Şekil 11.14**

Bir konveyör, birbirine nispeten yakın birden fazla yükleme noktasına sahip olduğunda, en iyisi yükleme noktaları arasında sürekli bir yükleme teknesi sağlamak olabilir.



**Şekil 11.15**

Hava destekli konveyörler, geleneksel yükleme teknesi veya yan kenar sızdırmazlıkları yerine yalnızca merkezlenmiş bir yük gerektirdiklerinden, birden fazla yük bölgesi için biçilmiş kaftandır.



## SİSTEM BAKIMI

Yükleme teknesi temelde hareketli parçaları bulunmayan çelik bir duvar olduğundan, gerçekleştirilecek çok az önleyici bakım vardır. Eğer yükleme teknesi aynı zamanda aşınma astarı vazifesi görüyorsa, aşınma bir sorun olabilir. Yükleme teknesi korozyona maruz kalabilir ve periyodik değiştirme gerektirebilir. Eğer konveyör sık olarak sıkışmaya maruz kalıyorsa, yükleme teknesi deforme olarak bant hasarı olasılığını artırabilir. Yükleme teknesi örtüleri yerlerine sabitlenmeli ve erişim kapıları muayene ve bakımdan sonra kapatılmalıdır. Yükleme teknelerinin yapısal olarak dökme malzemeleri zapt etme kabiliyeti olduğundan ve bandın üzerinde uygun şe-

kilde yerleştirildiklerinden emin olmak için periyodik kontroller yapılmalıdır.

## TİPİK ÖZELLİKLER

Aşağıdaki özellikler, kömür ve kırma taş gibi serbest halde akabilen ve nispeten tek tip dökme malzemeler taşıyan konveyörler içindir.

### A. Transfer noktası

Transfer noktası, bandın her iki yanında, şutun bir uzantısı olarak çelik yüklem tekneleriyle donatılacaktır.

### B. Yükün çökmesi

Yüklem tekneleri, yükün taşınacak profile çökmesine izin verecek kadar uzun olacaktır.

### C. Azaltılmış hava hızı

Yüklem teknesi enine kesit alanı, tozun, yük çevrili alanı terk etmeden önce tozun çökmesine izin vermek için hava hızını saniyede 1,0 metreye (200 ft/dk) indirecek yeterlilikte olacaktır.

### D. Örtüler

Yüklem teknesi sistemi, tozun havadan çökmesini sağlayan bir plenum vazifesi görmesi için örtülerle donatılacaktır.

### E. Serbest bant alanı

Yüklem teknesi, etkili sızdırmazlık için her iki tarafta yeterli serbest bant alanı

birakacak şekilde tasarlanacaktır.

### F. Bandın üzerindeki açıklık

Yüklem teknesinin alt kenarı, yük bölgesinin çıkışında bandın 6 milimetre (0.25 inç) yukarısına, çıkışta 9 ila 12 (0.38 ila 0.5 inç) milimetreye kadar hafifçe açılarak monte edilmelidir.

### G. Bandın kalkmasını önleme

Bandın, yüksüz çalışırken dahi destek yapısından kalkması önlenmelidir.

### H. Yapı

Yüklem teknesi sistemi, bant destek yapıları, makaralar veya yüklem teknesi sızdırmazlık sistemleri dahil, konveyör bileşenlerini monte etme ve bakımlarını yapma kabiliyetine müdahale etmeyen uygun desteklerle sağlam şekilde inşa edilmelidir.

## GELİŞMİŞ KONULAR

### Örnek Problemler: Yüklem Teknesi / Çökme Bölgesi için Boyutlarını Hesaplama

Sıradaki dört problemde, yüklem teknesi için transfer noktalarında uygun minimum boyutları belirlemek için denklemler bulunmaktadır (**Denklem 11.1** Yüklem Teknesi Uzunluğu ve **Denklem 11.2** Yüklem Teknesi Yüksekliği). (Örnek problemlerde Toplam Hava Akışı için, Denklem 7.1'e bakın veya toplam hava akışını ölçün.)

$I_{sb} = \frac{V \cdot CF}{k}$		Birimler	
		Metrik	İngiliz
$I_{sb}$	Yüklem Teknesi Uzunluğu (yüklem bölgesinden şutun sonuna)	metre	fit
$V$	Bant Hızı	m/s	ft/dk
$CF$	Şut Faktörü ( $Q_{tot}$ = Toplam Hava Akışı)	Eğer $Q_{tot} < 0,5 \text{ m}^3/\text{sn} = 0,6$ Eğer $Q_{tot} > 0,5 \text{ m}^3/\text{sn} = 0,9$	Eğer $Q_{tot} < 1000 \text{ ft}^3/\text{dk} = 2$ Eğer $Q_{tot} > 1000 \text{ ft}^3/\text{dk} = 3$
$k$	Dönüşüm Faktörü	0,5	100

#### Denklem 11.1

Yüklem Teknesi Uzunluğu

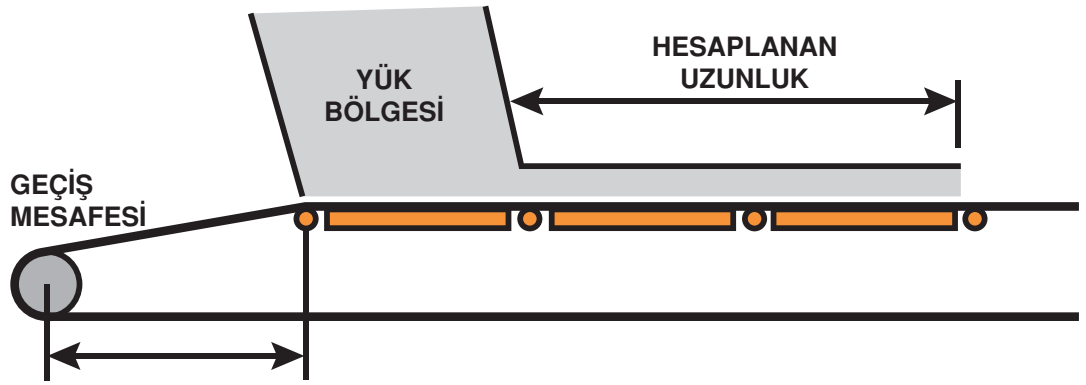
$h_{sb} = \frac{Q_{tot}}{CW \cdot v}$		Birimler	
		Metrik	İngiliz
$h_{sb}$	Yüklem Teknesi Yüksekliği	metre	fit
$Q_{tot}$	Toplam Hava Akışı	$\text{m}^3/\text{sn}$	$\text{ft}^3/\text{dk}$
$CW$	Şut (Yüklem Teknesi) Genişliği	m	ft
$v$	Hedef Hava Hızı	$\text{m}/\text{sn}$	$\text{ft}/\text{dk}$

#### Denklem 11.2

Yüklem Teknesi Yüksekliği

Şekil 11.16

Örnek Problem #1



Tablo 11.3

(Şekil 11.16)

## Yükleme Teknesi Örnek Problem #1

Eldeki veri:	Malzeme	Düşük Bitümlü Kömür	Bulunacak:	Minimum Yükleme Teknesi Uzunluğu ( <b>Denklem 11.1.1</b> )
	Bant Genişliği	1 m (36 inç)		Minimum Yükleme Teknesi Yüksekliği ( <b>Denklem 11.2.1</b> )
	Bant Hızı	3 m/sn (600 ft/dk)		
	Yükleme Teknesinin Genişliği	0,6 m (2 ft)		
	Ölçülen Hava Akışı	0,56 m <sup>3</sup> /sn (1200 ft <sup>3</sup> /dk)		

## Denklem 11.1.1

Yükleme Teknesi Uzunluğu

Örnek Problem #1

$$I_{sb} = \frac{V \cdot CF}{k}$$

**Eldeki veri:** Saniyede 3 metre (600 ft/dk) bant hızı ve saniyede 0,56 metreküplük (1200 ft<sup>3</sup>/dk) bir hava akışı **Bulunacak:** Minimum Yükleme Teknesi Uzunluğu.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
<b>V</b>	Bant Hızı	3 m/s	600 ft/min
<b>CF</b>	Şut Faktörü	0,9	3
<b>k</b>	Dönüşüm Faktörü	0,5	100
<b>Metrik:</b> $I_{sb} = \frac{3 \cdot 0,9}{0,5} = 5,4$		<b>İngiliz:</b> $I_{sb} = \frac{600 \cdot 3}{100} = 18$	
<b>I<sub>sb</sub></b>	Minimum Yükleme Teknesi Uzunluğu (yükleme bölgesinden şutun sonuna)	5,4 m	18 ft

## Denklem 11.2.1

Yükleme Teknesi Yüksekliği

Örnek Problem #1

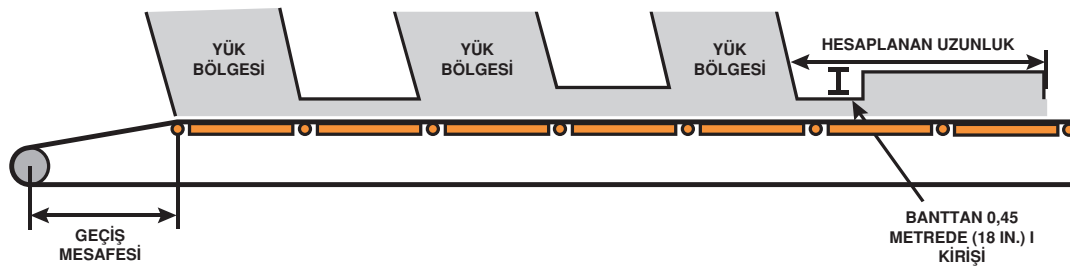
$$h_{sb} = \frac{Q_{tot}}{CW \cdot v}$$

**Eldeki veri:** Saniyede 0,56 metreküplük (1200 ft<sup>3</sup>/dk) bir hava akışı, 0,6 metrelik (2 ft) bir şut (yükleme teknesi) genişliği ve saniyede 1 metre (200 ft/dk) hedef hava hızı **Bulunacak:** Minimum Yükleme Teknesi Yüksekliği.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
<b>Q<sub>tot</sub></b>	Toplam Hava Akışı	0,56 m <sup>3</sup> /sn	1200 ft <sup>3</sup> /dk
<b>CW</b>	Şut (Yükleme Teknesi) Genişliği	0,6 m	2 ft
<b>v</b>	Hedef Hava Hızı	1 m/sn	200 ft/dk
<b>Metrik:</b> $h_{sb} = \frac{0,56}{0,6 \cdot 1} = 0,93$		<b>İngiliz:</b> $h_{sb} = \frac{1200}{2 \cdot 200} = 3,0$	
<b>h<sub>sb</sub></b>	Minimum Yükleme Teknesi Yüksekliği	0,93 m	3 ft

**Not:** Bazı gerçek uygulamalarda, hesaplanan sonuçlar pratik olmayabilir, bu nedenle mühendislik hükmü uygulanmalıdır.





Şekil 11.17

Örnek Problem #2

## Yükleme Teknesi Örnek Problem #2

Tablo 11.4

(Şekil 11.17)

Eldeki veri:	Malzeme	Talaş	Bulunacak:	Minimum Yükleme Teknesi Uzunluğu (Denklem 11.1.2)
	Bant Genişliği	1,27 m (48 inç)		Minimum Yükleme Teknesi Yüksekliği (Denklem 11.2.2)
	Bant Hızı	3,5 m/sn (700 ft/dk)		
	Yükleme Teknesinin Genişliği	1,0 m (3 ft)		
	Ölçülen Hava Akışı	Her bir yük bölgesinden 0,28 m <sup>3</sup> /sn (600 ft <sup>3</sup> /dk); tüm yük bölgeleri aynı anda çalışır		

$$l_{sb} = \frac{V \cdot CF}{k}$$

Denklem 11.1.2

Yükleme Teknesi Uzunluğu  
Örnek Problem #2

**Eldeki veri:** Saniyede 3,5 metre (700 ft/dk) bant hızı ve saniyede 0,84 metreküplük (1800 ft<sup>3</sup>/dk) bir hava akışı. **Bulunacak:** Minimum Yükleme Teknesi Uzunluğu.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
<b>V</b>	Bant Hızı	3,5 m/sn	700 ft/dk
<b>CF</b>	Şut Faktörü	0,9	3
<b>k</b>	Dönüşüm Faktörü	0,5	100
<b>Metrik:</b> $l_{sb} = \frac{3,5 \cdot 0,9}{0,5} = 6,3$		<b>İngiliz:</b> $l_{sb} = \frac{700 \cdot 3}{100} = 21$	
<b>l<sub>sb</sub></b>	Minimum Yükleme Teknesi Uzunluğu (yükleme bölgesinden şutun sonuna)	6,3 m	21 ft

$$h_{sb} = \frac{Q_{tot}}{CW \cdot v}$$

Denklem 11.2.2

Yükleme Teknesi Yüksekliği  
Örnek Problem #2

**Eldeki veri:** Saniyede 0,84 metreküplük (1800 ft<sup>3</sup>/dk) bir hava akışı, 1 metrelik (3 ft) bir şut (yükleme teknesi) genişliği ve saniyede 1 metre (200 ft/dk) hedef hava hızı. **Bulunacak:** Minimum Yükleme Teknesi Yüksekliği.

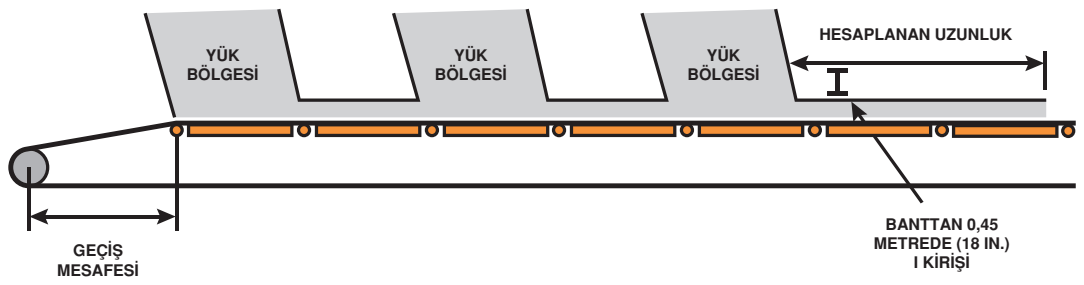
Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
<b>Q<sub>tot</sub></b>	Toplam Hava Akışı	0,84 m <sup>3</sup> /sn	1800 ft <sup>3</sup> /dk
<b>CW</b>	Şut (Yükleme Teknesi) Genişliği	1,0 m	3 ft
<b>v</b>	Hedef Hava Hızı	1 m/sn	200 ft/dk
<b>Metrik:</b> $h_{sb} = \frac{0,84}{1,0 \cdot 1} = 0,84$		<b>İngiliz:</b> $h_{sb} = \frac{1800}{3 \cdot 200} = 3$	
<b>h<sub>sb</sub></b>	Minimum Yükleme Teknesi Yüksekliği	0,84 m	3 ft

**Not:** Bu yüksekliği uzatılmış yükleme teknesi, bandın yukarısında "I kirişinin" hemen akış aşağısında başlamalıdır.

**Not:** Bazı gerçek uygulamalarda, hesaplanan sonuçlar pratik olmayabilir, bu nedenle mühendislik hükmü uygulanmalıdır.

Şekil 11.18

Örnek Problem #3



Tablo 11.5

(Şekil 11.18)

## Yükleme Teknesi Örnek Problem #3

Eldeki veri:	Malzeme	Antrasit Kömür	Bulunacak:	Minimum Yükleme Teknesi Uzunluğu (Denklem 11.1.3)
	Bant Genişliği	1,27 m (48 inç)		Minimum Yükleme Teknesi Yüksekliği (Denklem 11.2.3)
	Bant Hızı	3,5 m/sn (700 ft/dk)		
	Yükleme Teknesinin Genişliği	1,0 m (3 ft)		
	Ölçülen Hava Akışı	Her bir yük bölgesinden 0,28 m <sup>3</sup> /sn (600 ft <sup>3</sup> /dk); her bir yük bölgesi birer birer çalışır		

## Denklem 11.1.3

Yükleme Teknesi Uzunluğu

Örnek Problem #3

$$l_{sb} = \frac{V \cdot CF}{k}$$

**Eldeki veri:** Saniyede 3,5 metre (700 ft/dk) bant hızı ve saniyede 0,28 metreküplük (600 ft<sup>3</sup>/dk) bir hava akışı **Bulunacak:** Minimum Yükleme Teknesi Uzunluğu.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
<b>V</b>	Bant Hızı	3,5 m/sn	700 ft/dk
<b>CF</b>	Şut Faktörü	0,6	2
<b>k</b>	Dönüşüm Faktörü	0,5	100
Metrik: $l_{sb} = \frac{3,5 \cdot 0,6}{0,5} = 4,2$		İngiliz: $l_{sb} = \frac{700 \cdot 2}{100} = 14$	
<b><math>l_{sb}</math></b>	Minimum Yükleme Teknesi Uzunluğu (yükleme bölgesinden şutun sonuna)	4,2 m	14 ft

## Denklem 11.2.3

Yükleme Teknesi Yüksekliği

Örnek Problem #3

$$h_{sb} = \frac{Q_{tot}}{CW \cdot v}$$

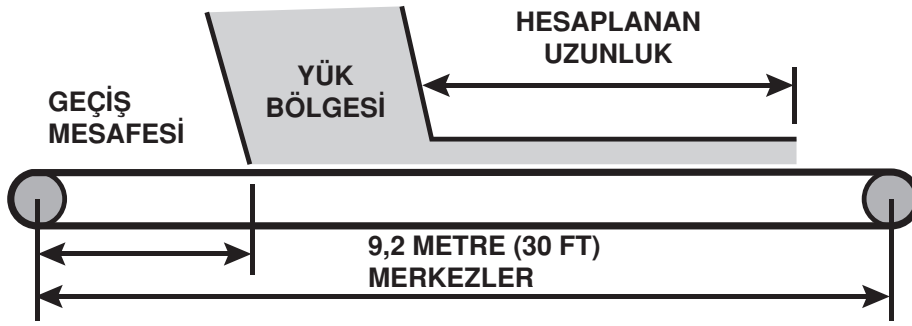
**Eldeki veri:** Saniyede 0,28 metreküplük (600 ft<sup>3</sup>/dk) bir hava akışı, 1 metrelik (3 ft) bir şut (yükleme teknesi) genişliği ve saniyede 1 metre (200 ft/dk) hedef hava hızı.

**Bulunacak:** Minimum Yükleme Teknesi Yüksekliği.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
<b><math>Q_{tot}</math></b>	Toplam Hava Akışı	0,28 m <sup>3</sup> /sn	600 ft <sup>3</sup> /dk
<b>CW</b>	Şut (Yükleme Teknesi) Genişliği	1,0 m	3 ft
<b>v</b>	Hedef Hava Hızı	1 m/sn	200 ft/dk
Metrik: $h_{sb} = \frac{0,28}{1,0 \cdot 1} = 0,28$		İngiliz: $h_{sb} = \frac{600}{3 \cdot 200} = 1$	
<b><math>h_{sb}</math></b>	Minimum Yükleme Teknesi Yüksekliği	0,28 m	1 ft

**Not:** Yükleme teknesi, bandın üzerinde "I kirişinin" altına oturabilir.

**Not:** Bazı gerçek uygulamalarda, hesaplanan sonuçlar pratik olmayabilir, bu nedenle mühendislik hükmü uygulanmalıdır.



Şekil 11.19

Örnek Problem #4

Yükleme Teknesi Örnek Problem #4

Tablo 11.6

(Şekil 11.19)

Eldeki veri:	Malzeme	Antrasit Kömür	Bulunacak:	Minimum Yükleme Teknesi Uzunluğu (Denklem 11.1.4)
	Bant Genişliği	1,8 m (72 inç) (besleyici bant)		Minimum Yükleme Teknesi Yüksekliği (Denklem 11.2.4)
	Bant Hızı	0,5 m/s (100 ft/dk)		
	Malzeme Derinliği	0,3 m (1 ft)		
	Yükleme Teknesinin Genişliği	1,5 m (5 ft)		
	Düz Bant			
	Ölçülen Hava Akışı	0,047 m <sup>3</sup> /sn (100 ft <sup>3</sup> /dk)		

$$I_{sb} = \frac{V \cdot CF}{k}$$

Denklem 11.1.4

Yükleme Teknesi Uzunluğu Örnek Problem #4

**Eldeki veri:** Saniyede 0,5 metre (100 ft/dk) bant hızı ve saniyede 0,047 metreküplük (100 ft<sup>3</sup>/dk) bir hava akışı **Bulunacak:** Minimum Yükleme Teknesi Uzunluğu.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
<b>V</b>	Bant Hızı	0,5 m/sn	100 ft/dk
<b>CF</b>	Şut Faktörü	0,6	2
<b>k</b>	Dönüşüm Faktörü	0,5	100
<b>Metrik:</b> $I_{sb} = \frac{0,5 \cdot 0,6}{0,5} = 0,6$		<b>İngiliz:</b> $I_{sb} = \frac{100 \cdot 2}{100} = 2$	
<b>I<sub>sb</sub></b>	Minimum Yükleme Teknesi Uzunluğu (yükleme bölgesinden şutun sonuna)	0,6 m	2 ft

**Not:** Yükleme teknesi bandın yüklü uzunluğu boyunca uzanmalıdır, çünkü aynı zamanda malzemeyi bantta tutma vazifesi görür.

Denklem 11.2.4

Yükleme Teknesi Yüksekliği Örnek Problem #4

$$h_{sb} = \frac{Q_{tot}}{CW \cdot v}$$

**Eldeki veri:** Saniyede 0,047 metreküplük (100 ft<sup>3</sup>/dk) bir hava akışı, 1,5 metrelik (5 ft) bir şut (yükleme teknesi) genişliği ve saniyede 1 metre (200 ft/dk) hedef hava hızı. **Bulunacak:** Minimum Yükleme Teknesi Yüksekliği.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
<b>Q<sub>tot</sub></b>	Toplam Hava Akışı	0,047 m <sup>3</sup> /sn	100 ft <sup>3</sup> /dk
<b>CW</b>	Şut (Yükleme Teknesi) Genişliği	1,5 m	5 ft
<b>v</b>	Hedef Hava Hızı	1 m/s	200 ft/min
<b>Metrik:</b> $h_{sb} = \frac{0,047}{1,5 \cdot 1} = 0,03$		<b>İngiliz:</b> $h_{sb} = \frac{100}{5 \cdot 200} = 0,1$	
<b>h<sub>sb</sub></b>	Minimum Yükleme Teknesi Yüksekliği	0,03 m	0,1 ft

**Not:** Yükseklik en az 0,3 metre (1 ft) olmalıdır, çünkü bu, bandın üzerindeki malzemenin yüksekliğidir.

**Not:** Bazı gerçek uygulamalarda, hesaplanan sonuçlar pratik olmayabilir, bu nedenle mühendislik hükmü uygulanmalıdır.



## GÜVENLİK HUSUSLARI

Uygun rahatlatmayla ve testere dişi kenarlar olmadan düzgün şekilde monte edilse dahi, yükleme teknesi hareket eden banda çok yakın olan zorlu bir kenar olmaya devam eder. Hareketli bileşenler ve çelik yapı arasına sıkışmak veya kapılmaktan sakınmak için yükleme teknesinin civarında çalışırken dikkatli olunmalıdır.

Çelikten yapıldığında dahi, konveyör yükleme tekneleri yürüme yolları olarak tasarlanmamıştır ve çalışma platformu olarak kullanılmamalıdır. “Üstüne Basılmaz” uyarılarıyla korunmalı ve işaretlenmelidirler.

Kesme ve kaynak, yük bölgesindeki yaygın bakım prosedürleridir. Belirlenmiş “sıcak iş” ve yangına karşı gözetleme prosedürleri izlenmelidir. Şutlar ve üzeri kapatılmış yükleme teknesi kısımları, çoğu zaman kontrollü alan olarak kabul edilir ve işçilerin özel önlemlere uymasını gerektirir. (*Kontrollü alan hakkında bilgi için bkz. 2. Bölüm: Güvenlik*) Şutlar ve besleme ekipmanı, bakım sırasında düşebilecek büyük miktarlarda gevşek dökme malzeme birikmeleri içerebilir. Belirlenmiş kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürleri izlenmelidir.

### YÜKLEME TEKNESİ HAKKINDA BİR SONUCA VARMA

#### Sonuç olarak...

Yükleme teknesi, hem toz hem de döküntünün kontrolünde kilit bir rol oynar. Uygun şekilde tasarlanmış yükleme teknesi sistemleri, yükü merkezleyerek döküntüyü azaltacaktır; yükleme teknesi, malzemelerin havadan çökmesi için bir plenum oluşturarak tozun kaçmasını önlemeye yardımcı olur. Bunların her ikisi de, toplam malzeme kontrolü yoluyla konveyör verimliliğini artırma çabasında zaruri adımlardır.

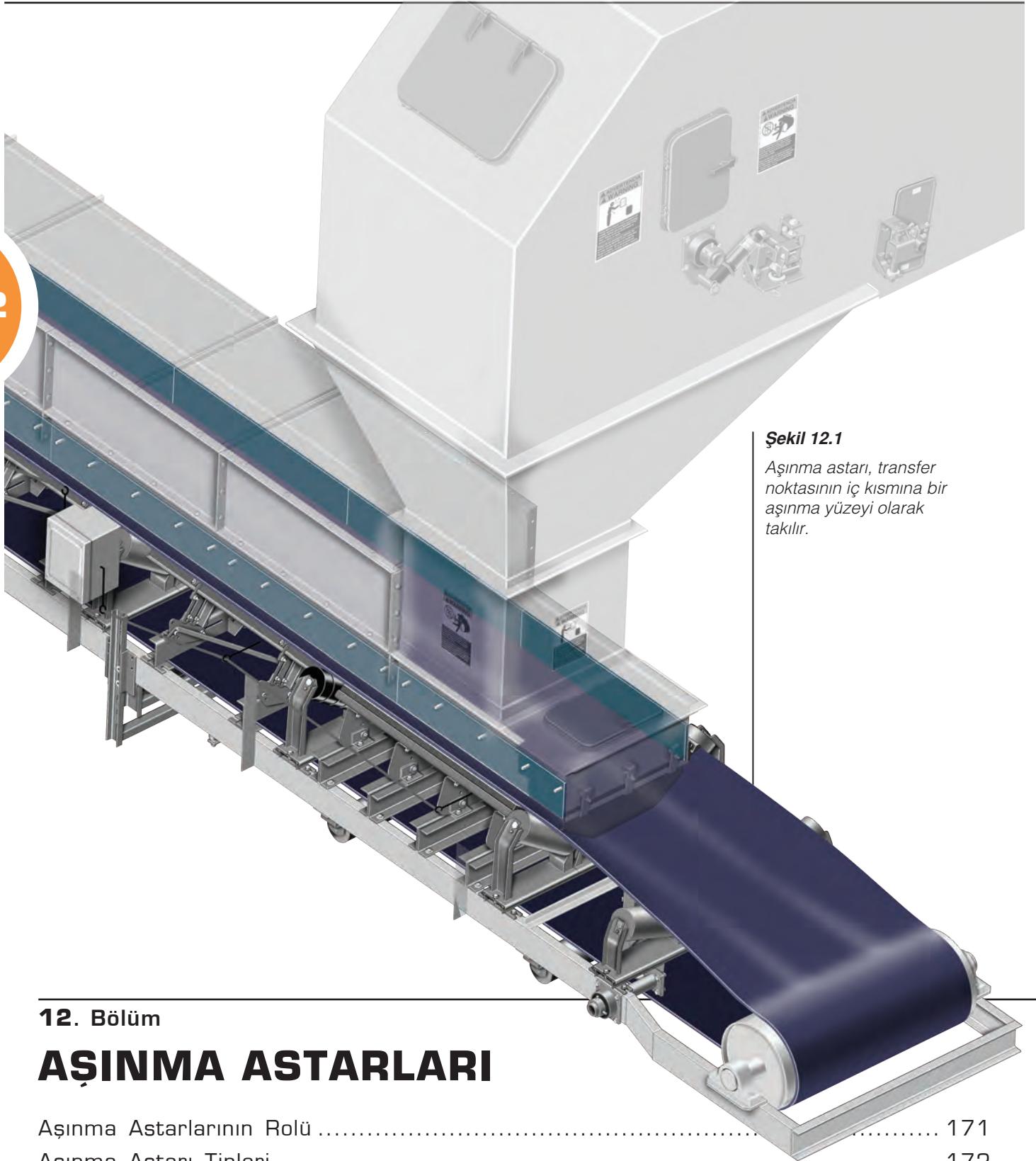
#### İlerideki bölümlerde...

Bandı Yükleme kısmındaki altıncı bölüm olan Yükleme Tekneleri hakkındaki bu bölüm, döküntü ve tozu azaltmak için yükleme teknelerinin kullanılmasına odaklandı. Bu kısımda geriye iki bölüm kalıyor: 12. Bölüm: Aşınma Astarları ve 13. Bölüm: Kenar Sızdırmazlık Sistemleri.

### REFERANSLAR

- 11.1 Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (2005). *BELT CONVEYORS for BULK MATERIALS*, Altıncı Baskı. Naples, Florida.
- 11.2 <http://www.conveyorbelguide.com> web sitesi, bant tertibatının birçok yönünü kapsayan değerli ve ticari olmayan bir kaynaktır.
- 11.3 Konveyör ürünlerinin herhangi bir üreticisi ve distribütörlerinin çoğu, kendi özel ürünlerinin yapısı ve kullanımını hakkında çok çeşitli materyaller sağlayabilir.





**Şekil 12.1**

Aşınma astarı, transfer noktasının iç kısmına bir aşınma yüzeyi olarak takılır.

## 12. Bölüm

# AŞINMA ASTARLARI

Aşınma Astarlarının Rolü .....	171
Aşınma Astarı Tipleri .....	172
Aşınma Astarlarını Uygulama .....	176
Güvenlik Hususları .....	176
Tipik Özellikler .....	178
Özel Bir Uygulama için Aşınma Astarı Seçme.....	178

**Bu bölümde...**

Bu bölüm, aşınma astarı montajının nedenlerini, yaygın olarak kullanılan üç aşınma astarı tipini ve aşınma astarları olarak kullanılan çeşitli malzemeleri kapsayacaktır. Aynı zamanda, bir transfer noktasının yüklem teknesi kısmındaki aşınma astarı için seçim ve doğru montaj tekniklerini de ele alıyoruz.

Aşınma astarı, hareket eden malzeme yatağıyla temas yoluyla aşındırılmak üzere bir aşınma yüzeyi olarak transfer noktasının iç kısmına takılan bir malzemedir (**Şekil 12.1**).

**AŞINMA ASTARLARININ ROLÜ**

Düşük döküntülü bir transfer noktası için yapılan planlarda, aşınma astarı birden fazla amaca hizmet eder:

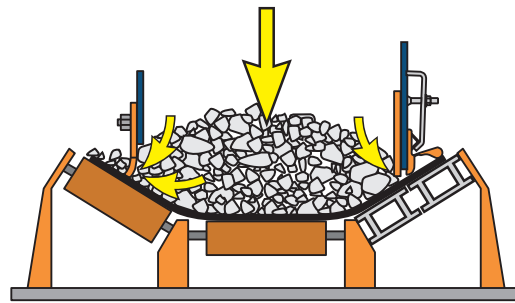
- Şut ve yüklem teknesinin duvarlarını korumak için kolaylıkla değiştirilebilir bir aşınma yüzeyi sağlar.
- Malzeme yükünün merkezlenmesine yardımcı olur.
- Malzeme yükünün sızdırmazlık şeritlerinin üzerine yüksek yan kuvvetler uygulamasını önleyerek sızdırmazlığın hizmet ömrünü artırır.
- Bazı aşınma astarı tipleri, dökme malzemenin sürtünmesini, darbesini, gürültüsünü ve bozulmasını azaltabilir.

Bir transfer noktasından geçen ve bir bandın üzerine, transfer alanının içine düşen malzemenin uyguladığı kuvvetler, dışa doğru çok büyük basınçlar oluşturur. Aşınma astarı, bu yan basıncı kontrol etmek ve transfer noktasının bileşenlerini korumak için takılır. Aşınma astarı, taşınan malzemenin çevrili alanda zaptında kilit bir bileşendir (**Şekil 12.2**). Malzemenin bu yan basıncı, eğer kontrol edilmezse, malzeme tanelerini ve tozu malzeme yığınının merkezinden uzağa ve yüklem teknesinin altına iterek döküntüye neden olur.

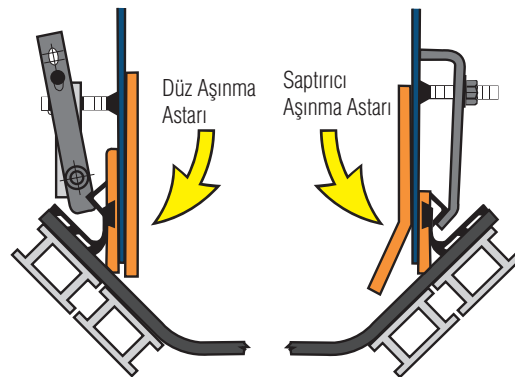
Aşınma astarları, yan kenar sızdırmazlığını korumak için yüklem teknesinin(tek-

nelerinin) içine takılır. Sızdırmazlık işini yük yerleştirme işlevinden ayırma görevine sahiptirler. Aşınma astarları, malzeme yığını ve kenar sızdırmazlık şeritleri arasında bir baraj oluşturarak, sızdırmazlık şeritlerine ulaşan yan yüklem kuvvetlerini büyük ölçüde azaltır. Aşınma astarları takıldığında, sızdırmazlık şeritleri, malzeme yükünü zapt etmek için bir duvar vazifesi görmek zorunda kalmaz; bunun yerine, çok daha uygun oldukları şekilde yalnızca sızdırmazlık görevi görürler. Bu düzen, sızdırmazlık sisteminin etkililiğini ve ömür beklentisini artırırken, malzeme sıkışmasından kaynaklanan hasar riskini azaltır.

Aşınma astarı montajının, bir transfer noktasının sızdırmazlığını ve bileşenlerinin kullanım ömrünü büyük ölçüde artırmayaacağı yalnızca birkaç durum vardır. Bunlar çok hafif yüklenmiş veya aşındırıcı olmayan, düşük yoğunluklu malzemeler taşıyan bantlardır. Diğer tüm durumlarda, uygun şekilde monte edilmiş ve korunmuş aşınma astarları, sızdırmazlık etkinliğini ve sızdırmazlık şeridi ömrünü artırmak için malzeme yan yüklem kuvvetlerini azaltacaktır.

**Şekil 12.2**

Bir aşınma astarının sunduğu koruma olmadan, elastomer sızdırmazlık sistemi, malzemeyi bant kenarının üzerinden iten kuvvetleri zapt edecek kadar güçlü değildir.

**Şekil 12.3**

Sol: Düz Aşınma Astarı. Sağ: Saptırıcı Aşınma Astarı.

## AŞINMA ASTARI TİPLERİ

### Aşınma Astarı Şekilleri

Günümüzde yaygın olarak dört tip aşınma astarı görülmektedir: düz, aralıklı, saptırıcı ve konik (Şekil 12.3).

#### Düz Aşınma Astarı

Düz aşınma astarı, şutu tkamadan ve malzeme akışını kısıtlamadan yan kenar sızdırmazlıkları üzerindeki yan yükleme kuvvetlerini önleme kabiliyetine sahiptir.

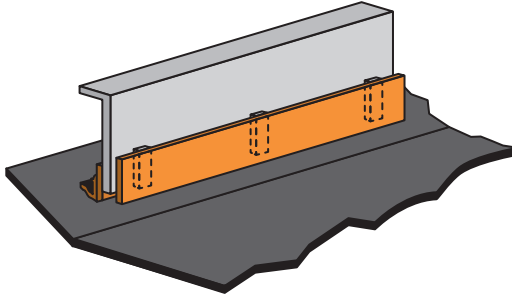
**Şekil 12.4**

Düz aşınma astarı, etkin yük alanını tkamadan sızdırmazlığı iyileştirir.



**Şekil 12.5**

Aralıklı aşınma astarı, astarın arkasında, toz toplamanın uygulanabileceği açık bir alan içerir.



**Şekil 12.6**

Saptırıcı aşınma astarı, astar ve sızdırmazlık sistemi arasında boş bir alan oluşturur.



Düz aşınma astarı tüm bant büyüklüklerinde kullanılmıştır (Şekil 12.4). Düz aşınma astarının gerçek faydası, etkin yük alanını kapatmadan artırılmış ömür ve iyileştirilmiş sızdırmazlık etkinliği sağlamasıdır. Daha az kaynaktan gittikçe daha fazla üretimin talep edildiği bir çağda, yükleme şutu ve konveyör bandının tam genişliğini kullanarak sistem kapasitesini en yükseğe çıkarmak önemlidir. Düz aşınma astarı, dökme malzemelerin çoğunun hem bugünkü hem de gelecekteki gereksinimlerini karşılamak için iyi bir seçimdir.

Düz aşınma astarı, ister tek bir uzun transfer noktasına ister birkaç yükleme bölgesi boyunca monte edilmiş olsun, birden fazla yükleme noktasına sahip bantlar için de en iyisidir.

#### Aralıklı Aşınma Astarı

Aşınma astarı montajı tekniğinin bir türü de aralıklı aşınma astarıdır (Şekil 12.5). Bu karma teknik, mekanik toz toplamanın mevcut olduğu uygulamalarda kullanılabilir. Sızdırmazlığa yardımcı olması için, astarlar, doğrudan yükleme teknesinin duvarına takılmaktan ziyade ondan - 25 ila 50 milimetre (1 ila 2 inç)- hafifçe ayrılır. Yükleme teknesi ve aşınma astarı arasındaki boşluk, negatif basınç alanı olarak kullanılır. Bu alandaki ince taneler ve asılı toz, konveyörün toz toplama sistemi tarafından bu boşluktan çekilebilir.

Bu teknik yeni konveyör sistemlerinde kullanım için daha uygundur, bu nedenle “serbest bant kenarı mesafesine” duyulan gereksinim, konveyörün taşıma kapasitesini azaltmadan, başlangıçtan itibaren yükleme bölgesinin boyutlarına dahil edilebilir. Bu boşluğun boyutları büyük olmasa da (genellikle konveyörün her iki yanında 25 ila 50 milimetrelik (1 ila 2 inç) boş alan), aralıklı bir aşınma astarı montajında, astarın, üst kenarı yükleme bölgesindeki malzeme yığını yüksekliğinin epey üzerinde olacak şekilde monte edilmesi önemlidir.

#### Saptırıcı Aşınma Astarı

Saptırıcı aşınma astarı, astarın alt yarı-



sının içe, bandın ortasına doğru büküldüğü bir kıvrım içerir (**Şekil 12.6**). Bu açı, kauçuk yan kenar ve aşınma astarı arasında “serbest” bir alan sağlar. Aşınma astarının alt kenarının altından ilerleyen ince taneler hala bant üzerinde hareket edecekleri bir alana sahip olduklarından bu alan faydalıdır; sistemden otomatik olarak atılmazlar. Bu parçacıklar, sızdırmazlık şeridi tarafından zapt edilir ve banttın aşağı, transfer noktasının çıkış alanına hareket edecekleri bir yola sahiptir. Kauçuk sızdırmazlığı zorlamak için çalışan ince taneler, uygulanan kuvvetlerden nispeten uzaktır; malzeme yükünün aşağı ve dışa doğru kuvvetinden izole edilmişlerdir.

Saptırıcı aşınma astarlarının dezavantajı, yüklem teknesi alanının etkin enine kesit alanını azaltmasıdır. Bu da, karşılık olarak, transfer noktasından geçebilen malzeme hacmini azaltabilir ve bu nedenle, belirtilen bir kapasiteyi korumak için şut boyutlarında veya sistemin çalışma programında ayarlamalar gerekebilir. Bu husus özellikle daha küçük (genişliği 750 milimetreden (30 inç) az olan) veya kapasiteye yakın çalışan bantlarda önemlidir. Saptırıcı astar, yüklem bölgesinin enine kesitini azaltarak izin verilen maksimum toprak büyüklüğünü de azaltabilir ve malzeme sıkışmalarına yol açabilir.

Ayrıca, saptırıcı aşınma astarı, darbeye maruz kalan yüklem bölgelerinde kullanılmamalıdır. Bu tür uygulamalarda, astar, daha yüksek aşınmayla ve malzeme parçalarının banttın geri sekip, saptırıcı astarın açık alt alanına sıkışarak bant aşınması riskini doğurması olasılığıyla karşılaşır. Saptırıcı astar aynı zamanda, malzeme darbesinin neden olduğu aşınmayı astarın “bükülmüş” alanında ve “yanağında” yoğunlaştırır. Eğer aşınma tek bir noktada yoğunlaştırılırsa, aşınma malzeme topraklarının birikebileceği bir açıklık oluşturarak bant aşınması olasılığını artırabilir (**Şekil 12.7**).

### **Konik Aşınma Astarı**

Konik aşınma astarı, ağır hizmet uygulamalarında kullanım için genellikle molib-

den (moli) çeliğinden dökülür. Dökümün enine kesiti, bir yandan malzemenin çevrili alan boyunca çarptığı veya kaydığı yerde yeterli aşınma kalınlığı sunarken, diğer yandan bant, astar ve yan kenar sızdırmazlığının kesişimindeki boşluğu azaltmak için ikizkenar yamuk şeklindedir. Ayrı dökümlerin ağırlığını taşımak için makul bir ağırlıkta tutmak amacıyla, konik aşınma astarları genellikle 300 ila 400 milimetre (12 ila 16 inç) arası genişlikte yapılır. Dökme aşınma astarları ağır ve kısa uzunluklarda tedarik edildiğinden, takılmaları zordur. Bu nedenle, alt kenar pürüzsüz, düz bir hattadır. Kötü montaj, dökme malzemelerin hapsolabileceği ve bandı aşındırabileceği cepler oluşturabilir.

### **Aşınma Astarı Malzemeleri**

Düz ve saptırıcı aşınma astarları genellikle, çoğu zaman 1200 milimetre (48 inç) uzunluğunda, 200 milimetre (8 inç) yüksekliğinde ve 12 milimetre (1/2 veya 0.5 inç) kalınlığında olan malzeme tabakaları şeklinde sağlanır. Dökme astarlar genellikle 300 ila 400 milimetre (12 ila 16 inç) arasında genişliğe, 200 ila 500 milimetre (8 ila 20 inç) arasında yüksekliğe ve 25 ila 75 milimetre (1 ila 3 inç) arasında kalınlığa sahip parçalar halinde sağlanır. Astarlar, sahada montajı basitleştirmek için önceden delinmiş deliklerle sağlanabilir.

Aşınma astarları olarak kullanıma uygun birkaç malzeme vardır (**Tablo 12.1**).

### **Yumuşak Çelik Aşınma Astarı**

Yumuşak çelik aşınma astarları çoğunlukla, çok düşük aşınmaya sahip malzemelerde veya yükleri hafif veya çalışma saatleri düşük bantlarda kullanılır. Bıçkı tozu, talaş ve



**Şekil 12.7**

*Saptırıcı astar aynı zamanda, malzeme darbesinin neden olduğu aşınmayı astarın “bükülmüş” alanında ve “yanağında” yoğunlaştırır.*

çöp gibi malzemeler, yumuşak çelik aşınma astarları için uygun malzemelere verilebilecek iyi örneklerdir. Ayrıca, düşük başlangıç maliyetleri talep eden fakat kısa vadede iyi sonuçlar gerektiren projeler de yumuşak çelik aşınma astarı için adaylardır.

Eğer çevre rutubetli veya başka şekilde paslandırıcıysa, yumuşak çeliğin daha yüksek korozyon oranı, yükleme bölgesindeki malzeme kütlelerine ilave sürtünme ekleyebilir.

Yumuşak çelik aşınma astarı, düz veya saptırıcı şekilde tedarik edilebilir.

### **Aşınmaya Karşı Dirençli Plakalı Aşınma Astarı**

Aşınmaya karşı dirençli plakalı aşınma astarı (AR plaka), yumuşak çelikten üretilen aşınma astarından çok daha uzun bir ömür sunar. AR plaka, kum, sert maden cevherleri ve kömür gibi daha aşındırıcı malzemeleri taşıyabilen, iyi, çok yönlü bir aşınma astarıdır. Aşınma ömrü, yumuşak çelikten beş ile yedi kat daha uzun olabilir. AR plaka, düz veya saptırıcı türlerinde mevcuttur.

### **Seramik Yüzeyle Aşınma Astarı**

Seramik yüzeyle aşınma astarı, darbenin minimum seviyede olduğu yüksek derecede aşındırıcı malzeme taşıyan, sürekli çalışır durumdaki bantlar için iyi olan uzun süreli bir aşınma astarıdır. Bu durumlarda, yüzeyi seramik bloklarla kaplanmış, yumuşak çelikten bir destek plakası iyi bir seçimdir. Bu seramik bloklar, genellikle plakanın alt 100 milimetresinde (4 inç) yumuşak çelik desteğe yapıştırılır ve/veya delik kaynağı yapılıdır. Daha ağır yüklenmiş bantlarda, aşınmayı azaltmak için seramik bloklar destek plakasının daha yukarısına da uygulanabilir.

Seramik yüzeyle aşınma astarının kömür ve talaşla iyi sonuç verdiği görülmüştür. Seramik yüzeyle aşınma astarı hem düz hem de saptırıcı şekillerde sağlanabilir.

Astarların seramik veya magnezyum çelik gibi alaşımlarla kaplandığı durumlarda, çelik plakaya montajları sırasında blokları hizalarken son derece dikkatli olunmalıdır. Montajın alt kenarı, malzemeyi yakalayabilecek sıkıştırma noktaları veya “merdiven basamaklarının” oluşmasını önlemek için dikkatle yerleştirilmelidir.

**Tablo 12.1**

<b>Aşınma Astarı Malzemeleri</b>					
<b>Kaplama Malzemesi</b>	<b>Başlangıç Maliyeti</b>	<b>Kayma Aşınması Direnci</b>	<b>Darbe Direnci</b>	<b>Sıcaklık Direnci</b>	<b>Düşük Sürtünme Kalitesi</b>
Yumuşak Çelik	Düşük	G	G	VG	NR
Aşınma Dirençli Plaka	Orta	VG	G	VG	NR
Paslanmaz Çelik	Yüksek	G	G	E	VG
Krom Karbür Kaplama	Orta	E	G	VG	VG
Kauçuk	Yüksek	G	E	NR	NR
Poliüretan	Yüksek	E	E	NR	G
UHMW	Orta	G	NR	NR	E
<b>Seramik Karo</b>					
Sırsız Seramik Karolar	Düşük	G	NR	G	G
Sırlı Karolar	Düşük	VG	NR	VG	VG
Bazalt Karolar	Orta	VG	G	VG	G
Alümin Karolar	Yüksek	E	G	E	G

*Not: Olası Aşınma Astarı Malzemelerinin Performans Karşılaştırması. Derecelendirmeler: E-Mükemmel; VG-Çok İyi; G-İyi; NR-Önerilmez.*

### **Paslanmaz Çelik Aşınma Astarı**

Paslanmaz çelik aşınma astarı, aşınma direncinde yumuşak çelik AR plaka arasına denk gelen bir seçimdir. Çoğu zaman, yumuşak çelik ve AR plakasında korozyon olasılığının bulunduğu uygulamalar için paslanmaz çeliğin kimyasal direnci gereklidir. Dökme malzeme ve paslanmaz çelik arasındaki sürtünme katsayısı önemli derecede farklılık gösterir ve eğer donanım paslanmaz çelik astarlarla iyileştiriliyorsa, güç gereksinimleri gözden geçirilmelidir. Paslanmaz çelik aşınma astarı hem düz hem de saptırıcı şekillerde sağlanabilir.

### **Krom Karbür Kaplama**

Krom karbür kaplama, çok yüksek seviyelerde aşınmaya maruz kalan konveyörler için uygun çok sert bir malzemedir. Krom karbür tek başına çok kırılmalıdır, bu nedenle montaj için bir destek plakasının üstüne kaplanır. Destek plakası, uygulama gereksinimlerine bağlı olarak yumuşak veya paslanmaz çelikten olabilir. Sert kaplama derecesi 53 ila 65 Rockwell "C" sertliği arasında değişecektir; bazı kaplama malzemeleri yükte temas halinde "sertleşir", bu nedenle Rockwell "C" ölçeğinde 75 sertlik derecesi elde ederler. "Kılıflı plaka" adı da verilen bu malzemeler iki şekilde mevcuttur: tek kaynak veya çifte kaynak pasosu. Aşınma astarı uygulamaları için, genellikle çifte kaynak pasosu kullanılır. Bu malzeme yüksek darbe için uygun değildir ve bunun sonucu olarak, yalnızca düz tarz aşınma astarında kullanılır.

### **Plastik Aşınma Astarı**

Plastik aşınma astarları daha yeni bir gelişmedir. Son zamanlarda, Ultra Yüksek Moleküler Ağırlıklı (UHMW) polietilen veya üreterandan oluşan aşınma astarları monte edilmektedir. Bu montajların çoğunda, astar, aşırı derecede ince taneli, tozlu malzemeleri kontrol etmek için doğrudan bandın üzerine oturur. Astar panellerinde açılmış delikler, aşınma astarını bantla temas halinde tutmak için ayar yapma imkanı tanır.

Bir aşınma astarı olarak UHMW uygu-

lamaları, kum, uçucu kül ve elektrikli ark ocağı (EAF) tozu gibi ince taneli, toz halinde ürünlerle başarı göstermektedir. Ayrıca, UHMW Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi tarafından kabul edildiğinden, toz halindeki gıda maddeleriyle kullanıma uygundur. Üreteran astarlar bugün, hafif ağırlıkları ve değiştirme kolaylığı nedeniyle altın madenciliği ve cevher işleme uygulamalarında başarıyla kullanılmaktadır.

Plastik malzemeler yalnızca düz aşınma astarları olarak uygulanmıştır; uygulamalarda bir saptırıcı tasarımı olarak görülebilecek aşınma, hizmet ömrünü önemli ölçüde azaltacaktır. Malzemenin çalışma sıcaklığını aşan veya yüksek bir bant hızının görüldüğü şartlarda plastik astarlar takmamaya dikkat edilmelidir; bu, astarın sıcaklığını bir yumuşama noktasına yükselterek malzeme ömrünü kısaltabilir.

### **Eğimli Şutlar için Aşınma Astarı**

Bu malzemelerin çoğu aynı zamanda, aşınma direnci veya azaltılmış sürtünme ihtiyacı bulunan uygulamalar için eğimli şutların kaplanmasına da uygundur. Örnekler arasında, seramik karolar, kömür taşıyan eğimli bir şutta astar olarak kullanılan AR plaka veya talaş için bir şutta kullanılan UHMW sayılabilir.

### **Aşınma Astarı: Maliyet / Değer**

Bir aşınma astarının başlangıç maliyeti göz önünde bulundurulması gereken önemli bir konu olmakla birlikte, malzemenin performansı ve hizmet ömrüne göre seçilmesi daha önemlidir. Göz önünde bulundurulması gereken faktörler şunları içerir:

- Sürtünme katsayısı
- Malzeme adezyonu direnci
- Kayma aşınması direnci
- Darbe aşınması direnci
- Korozyon direnci
- Bağlantı yöntemi
- Montaj maliyeti
- Bakım maliyeti

Aşınma astarı olarak kullanılacak doğru

malzemenin seçimi, transfer noktasının başlangıç maliyetini artırabilir. Bununla birlikte, belirli bir uygulama için özel olarak tasarlanmış bir astar malzemesinin kullanılması, erken aşınan astarları değiştirmek için harcanan işçilik ve dökülen malzemenin temizliği için harcanan zamanda artış göz önüne alındığında, daha iyi bir yatırım getirisi sağlamalıdır.

## AŞINMA ASTARLARINI UYGULAMA

### Aşınma Astarının Uygulanması

UHMW ve üretan aşınma astarları dışında, tüm aşınma astarı sistemleri, giriş alanından transfer noktasının çıkış alanına doğru açılan bir rahatlatma açısıyla monte edilmelidir. Bandın yukarıdaki mesafe ürün büyüklüğüne göre farklılık gösterecektir. Yükleme teknesi çeliğinde olduğu gibi, astar için arzu edilen, malzeme sıkışmasını önlemek için yükleme bölgesinin çıkışına doğru daha büyük bir açıklık oluşturmasıdır.

Daha önce belirtildiği gibi, UHMW ve üretan aşınma astarları genellikle, alt kenar banda dokunacak veya bandın üzerinde uzanacak şekilde monte edilir.

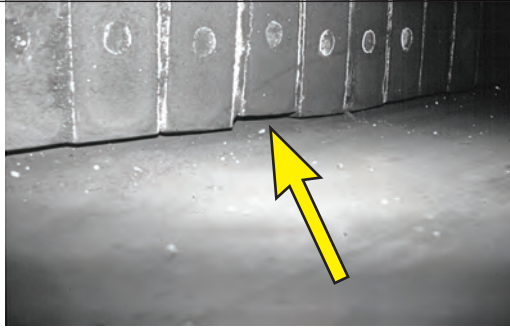
Giriş alanında, bant ve aşınma astarının alt kenarı arasındaki boşluk genellikle 3 ila 10 milimetre (1/8 ila 3/8 inç) arasındadır; daha yakın boyut, daha küçük parçacık büyüklüklerine sahip malzemeler içindir. Çıkış ucunda, mesafe genellikle 10 ila 20 milimetre (3/8 ila 3/4 inç) arasında olacaktır. Yine daha küçük mesafe daha ince malzemeler ve daha büyük boyut, daha büyük topaklar içeren malzemeler içindir. Bant sarkmasını ve titreşimi gidermek için uygun bant desteği, bu dar aralık karşısında bandı korumak için zaruridir.

Bir uyarı: Aşınma astarının parçalarını birleştirirken, alt kenarların, çentikli veya “testere dişli” bir şekil oluşturmadan pürüzsüz olarak sıralanması zorunludur (**Şekil 12.8**). Eğer alt kenarlar kusursuz olarak

12

**Şekil 12.8**

*Kötü hizalanmış aşınma astarı, malzeme sıkışma noktaları oluşturur.*



**Şekil 12.9**

*Aşınma astarı, transfer noktasının çıkışına doğru kademeli olarak açılan düz bir hatta monte edilmelidir.*



## GÜVENLİK HUSUSLARI

Aşınma astarlarını monte ederken, bunların, genellikle çelikten büyük paneller olduğunu ve keskin kenarlara sahip olabileceğini unutmamak önemlidir. Bunlar ağır ve özellikle dar konveyörlerde yükleme tekneleri arasındaki dar yerlerde çevirmeye ve monte etmeye çalışırken başa çıkılması zor parçalardır.

Montaj sırasında astarları zapt etmek için uygun kaldırma takımı ve ekipmanı kullanılmalıdır.

İşletmenin belirlenmiş kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürlerine, kontrollü alan yönetmeliklerine ve diğer uygun güvenlik politikalarına uyulmalıdır.

hizalanmazsa, sıkışma noktaları oluşacaktır. Daha sonra taşınan malzeme bu alanlarda, malzeme döküntüsüne yol açacak son derece yüksek basınç noktaları oluşturacak veya daha da kötüsü, malzemeler kama şeklinde birikerek, bandı aşındıracak “dişlere” dönüşecektir. Bu birikmeleri önlemek için, aşınma astarının alt kenarı, transfer noktasının girişinden çıkışına kadar bir ip gerdirilmiş gibi düz olmalıdır (**Şekil 12.9**). Yine, bant transfer noktasının çıkışına doğru hareket ederken, bant yüzeyinden alt kenara kadar olan mesafede hafif bir artışla sıkışmaya karşı rahatlama sağlanmalıdır.

### Aşınma Astarını Monte Etme

Aşınma astarı, cıvatalar, kaynak veya her ikisinin birleşimini içeren yöntemlerle uygulanabilir.

Aşınma astarları çoğunlukla, yüklem teknesinin iç yüzeyinde pürüzsüz yüzeyler sağlayan havşa başlı cıvatalarla monte edilir. Bu cıvatalar aynı zamanda astarın kolay değiştirilmesini de sağlar. Astarlar yerlerine kaynak yapılabilir; elbette bariz dezavantaj, aşınmış astarları değiştirmede yaşanacak güçlülüdür. Eğer montaj, aşınma astarının yerine kaynak yapılmasını gerektiriyorsa, astar malzemesine uygun, doğru kaynak malzemelerini ve tekniklerini kullanmaya özen gösterilmelidir.

Başka bir montaj tekniği, aşınma astarının transfer noktasının dışından delik kaynağı yapılmasını gerektirir (**Şekil 12.10**). Bu teknikle, kaplamalı çelik duvarda matkapla veya kesilerek delikler açılır. Daha sonra astarın arkası şut duvarına kaynak yapılır. Bu sistem, yüklem bölgesine çıkıntı yapan ve malzeme aşındırması için hedef vazifesi gören cıvata başları veya delikler olmadan montaj sağlar. Astar, aşınma ömrü için kalınlığının tamamını sunar. Astarın ömrü bittiğinde, delik kaynakları kesilip çıkarılarak ve aynı deliklerden yeni astarlar takarak astar değiştirilebilir.

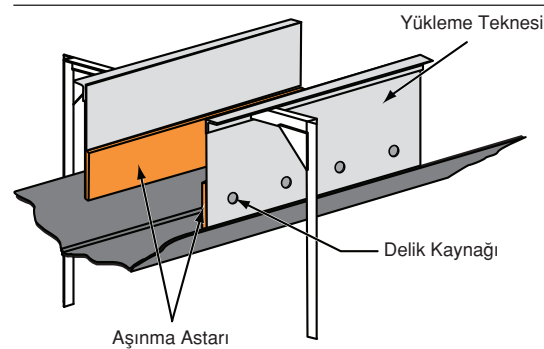
Astarı yerine kaynak yaparken, kaplama malzemesine uygulanan gerilmeyi kontrol etmeye dikkat edilmelidir. Aşınmaya karşı dirençli plaka, bir astar olarak uygulandı-

ğında, duvar kağıdı yapıştırır gibi uygulanmalıdır. Eğer bir duvar kağıdı tabakası ilk önce dört dış kenarı sabitlenerek uygulanırsa, tabakanın merkezinde büyük hava kabarcıkları hapsolacaktır. Eğer AR plaka da bu şekilde uygulanırsa, benzer bir durum ortaya çıkar; fakat hava kabarcıkları yerine, plakada, kaçmaya çalışacak artık gerilme oluşacaktır. Yapı, normal çalışma altında esnemeye başladığında, bu gerilmeler aşınma astarında çatlaklara neden olabilir. Eğer zamanında yakalanmazsa, astarın büyük bir kısmı kopabilir veya şut duvarı eğilir.

Bu gerilmeyi önlemek için, uygun kaynak tekniğini kullanmak önemlidir. Kabul edilen “en iyi uygulamaya” geri adım kaynağı veya “geriye kaynaklama” adı verilir. Plakanın üstünde dikiş kaynağı gerektirir (**Şekil 12.11**). Her bir kaynaktaki dikiş, kaynaklı uca doğru geri çekilir. Kaynak ekinin mukavemetini ve dayanıklılığını garanti etmek için doğru kaynak çubuğu seçimi zorunludur. Uygun şekilde takviye edilmezse, destek yapısı, astarların eklenmiş ağırlığını destekleyemeyecek kadar zayıf kalabilir ve maliyetli hasar ve duruş süresi riski doğurabilir.

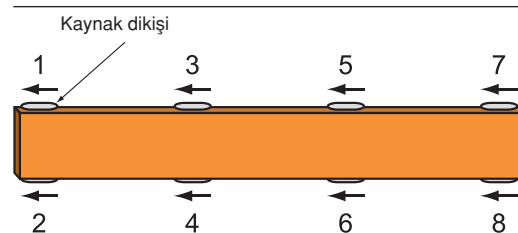
### Bakım Amacıyla Şut Tasarımı

Herhangi bir muhafazada olduğu gibi, iç



**Şekil 12.10**

Aşınma astarları, delik kaynağıyla yüklem teknesinin dışından takılabilir.



**Şekil 12.11**

Geride adım kaynağı, biçimsel bozulmayı önlemek amacıyla aşınma astarlarının montajı için “en iyi uygulamadır”.

kısımın muayenesi için kolay bir yol sağlanması önemlidir. Astarların durumunun muayene edilebileceği bir mekanizma olarak, şut duvarı veya yükleme teknesine kapılar eklenmelidir.

İdeal olarak, şut, içindeki personelin montaj ve değişim işlerini gerçekleştirebileceği kadar büyük olacaktır. Eğer konveyör büyüklüğü, personelin transfer noktası muhafazasının içinde çalışabileceği alan içeren türden değilse, yükleme teknesi ve astar sistemi, düzeneğin tamamının açılacağı, arka kısmının üzerine geri yatırılacağı veya yapıdan kaldırılacağı bir şekilde tasarlanmalıdır. Bu, minimum duruş süresi, zahmet ve maliyetle astarın değiştirilmesine ve duvar düzeneğinin yeniden montajına imkan verecektir.

Aşınma astarı tabakalarının daha kolay kaldırılmasını ve yerleştirilmesini sağlamak için, yükleme teknesinin üzerinde uygun yerlerde sabitleme için kalıcı olarak ankrajlar takmak faydalı olacaktır.

## TİPİK ÖZELLİKLER

### A. Aşınma astarı

Yükleme teknesi bir aşınma astarıyla donatılacaktır. Yükleme teknesinin içine takılı bu astar, kenar sızdırmazlık sistemini, malzeme yükünün yan yükleme kuvvetlerinden koruyacaktır.

### B. Konum

Aşınma astarı, giriş alanında bandın 3 ila 10 milimetre (1/8 ila 3/8 inç) yakınına ve transfer noktasının çıkış ucunda bandın 10 ila 20 milimetre (3/8 ila 3/4 inç) yakınına yerleştirilecektir.

### C. Hizalama

Astarların altı, malzemeyi yakalayabilecek herhangi bir çentikli veya “testere dişli” kenar olmaması için tam olarak hizalanacaktır..

### D. Delik kaynağı tekniği

Cıvata deliklerinin astar malzemesine girmesini önlemek için, aşınma astarı,

delik kaynağı tekniği kullanılarak monte edilecektir.

## ÖZEL BİR UYGULAMA İÇİN AŞINMA ASTARI SEÇME

### Sonuç olarak...

Belirli bir uygulama için “en iyi” astar malzemesini seçimi, genellikle o uygulamaya özgüdür ve taşınan malzeme ve sistem tarafından belirlenir.

Bazen malzeme seçimi, belirli bir astar seçimiyle (olumlu veya olumsuz) bir deneyimi olmuş ve bu nedenle belirli bir malzemenin kullanımını zorunlu kılan (veya yasaklayan) bir mühendisin bulunduğu, kuruluşun üst mercileri tarafından belirlenir. Diğer zamanlarda, tüm malzemeleri, belirtilen malzemenin idealin altında olduğu bir uygulamada dahi - mevcut malzemeyi kullanmak veya gelecekteki siparişleri basitleştirmek için- bir tesis içinde tek tip tutma yönünde bir seçim yapılacaktır.

Özel bir uygulama için astar seçiminde yardımcı olacak birçok başvuru kaynağı, makale ve uzman aşınma astarı malzemesi tedarikçileri vardır. Tesis personeli genellikle bir uygulamada daha önce denenmiş olanı ve geçmiş performansını bilecektir. Özel bir uygulamada neyin işe yaradığını ve belki de daha önemlisi, neyin başarısız olduğunu veya neyin çok kısa ömürlü kabul edildiğini bileceklerdir.

Bu kurumsal hafıza, astar seçiminde çok değerli bir araçtır. Fakat yalnızca buna güvenilmemelidir. Bu geçmiş bilgisi, montaj tarihlerini ve belirli bir lokasyonda, özel bir astar malzemesi üzerinde taşınan tonajı gösteren kesin kayıtlarla karşılaştırılmalıdır. Kayıt tutma, yapılan aşınma astarı malzemesi seçimini doğrulamanın anahtarıdır.

### İlerideki bölümlerde

Bandı Yükleme kısmındaki yedinci bölüm olan Aşınma Astarları hakkındaki bu bölümde, aşınma astarlarının düşük döküntülü bir transfer noktasında kullanımı ele alındı. Sonraki bölüm olan Kenar

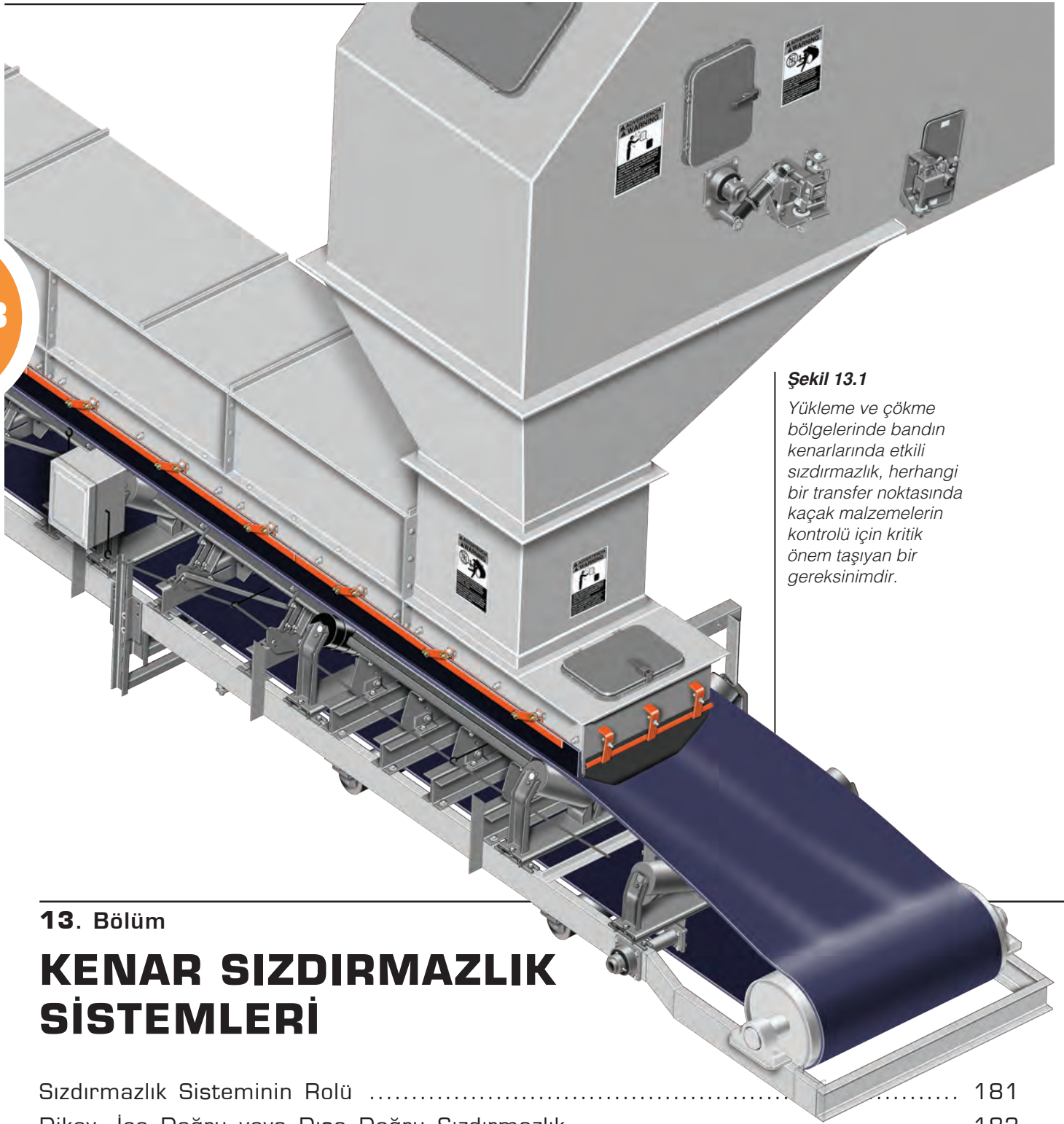
Sızdırmazlık Sistemleri bu kısmı tamamlamaktadır.

---

## REFERANSLAR

---

- 12.1 Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (2005). *BELT CONVEYORS for BULK MATERIALS, Sixth Edition*. Naples, Florida
- 12.2 <http://www.conveyorbeltguide.com> web sitesi, bant tertibatının birçok yönünü kapsayan değerli ve ticari olmayan bir kaynaktır.
- 12.3 Konveyör ürünlerinin herhangi bir üreticisi ve distribütörlerinin çoğu, kendi özel ürünlerinin yapısı ve kullanımını hakkında çok çeşitli materyaller sağlayabilir.

**Şekil 13.1**

Yükleme ve çökme bölgelerinde bandın kenarlarında etkili sızdırmazlık, herhangi bir transfer noktasında kaçak malzemelerin kontrolü için kritik önem taşıyan bir gereksinimdir.

### 13. Bölüm

## KENAR SIZDIRMAZLIK SİSTEMLERİ

Sızdırmazlık Sisteminin Rolü .....	181
Dikey, İçe Doğru veya Dışa Doğru Sızdırmazlık .....	183
Başarılı Sızdırmazlık için Dikkat Edilecekler.....	188
Güvenlik Hususları .....	188
Montaj ve Bakım .....	189
Tipik Özellikler .....	191
Gelişmiş Konular .....	191
Döküntü Kontrolünde Son Adım .....	193



**Bu bölümde...**

Bu bölümde, kenar sızdırmazlık sistemlerine odaklanarak, bir transfer noktasının yüklem bölgesinin sızdırmazlığını sağlama hakkındaki tartışmayı sonuçlandırıyoruz. Çeşitli tasarlanmış sistemlerle birlikte, üç ana sızdırmazlık sistemi tipi ve her birinin avantaj ve dezavantajları açıklanmaktadır. Kenar sızdırmazlık sistemlerinin seçim, montaj, kullanım ve bakım esasları da ele alınmaktadır. Bölüm, gerekli ek güç tüketiminin hesaplanması için denklemlerle kapanmaktadır.

Azaltılmış döküntü ve yüksek verim için tasarlanmış herhangi bir transfer noktasında kritik bir gereksinim, bandın kenarlarında etkili bir sızdırmazlık sistemidir (**Şekil 13.1**). Sızdırmazlık, yüklem alanında başlamalı ve çökme bölgesinin sonuna kadar devam etmelidir. Genellikle esnek bir elastomer şerit olan kenar sızdırmazlık sistemi, çelik yapılar ve hareket eden bant arasındaki açığı kapamak için bandın her iki yanında yüklem teknesinin dışına monte edilir.

Konveyör döküntüsünü önlemedeki ilk adım yerine, yüklem teknesi sızdırmazlığı, kaçak malzemeyi kontrol etme ve serbest kalmasını önlemede son şanstır. Bant hattının, uygun şekilde monte edilmiş bant desteğiyle dengelenmesi ve banda yakın monte edilmiş bir aşınma astarı sistemiyle malzeme sızıntısı miktarının kontrol edilmesi, bandın kenar sızdırmazlığı sisteminin performansını arttıracaktır. Belirli bir seviyede kendi kendini ayarlayabilen, esnek, çok katmanlı bir sistem, malzemenin bir transfer noktasında etkili şekilde zapt edilmesini sağlar ve bantlı konveyörün çalışmasını iyileştirir.

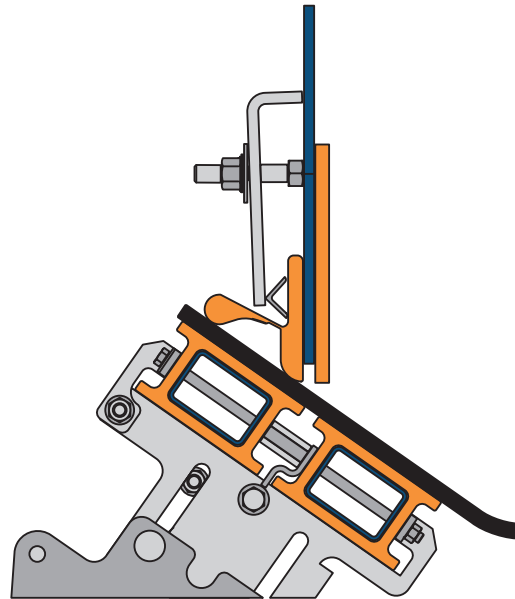
Fonksiyonel bir kenar sızdırmazlık sistemi; bant desteği, yüklem tekneleri ve bir kenar sızdırmazlığının kullanılmasını gerektirir (**Şekil 13.2**). Bant destek sistemleri 10. Bölümde, yüklem tekneleri 11. Bölümde ve aşınma astarları 12. Bölümde ele alınmaktadır. Bu bölüm, öncelikli olarak, kaçak malzemenin ince parçacıklarının kaçışını önlemek amacıyla bir transfer noktasının

yüklem bölgesinin sızdırmazlığının sağlanmasındaki son önemli bileşen olduğundan, yüklem teknesi veya kenar sızdırmazlığı üzerine odaklanacaktır.

**SIZDIRMAZLIK SİSTEMİNİN ROLÜ****Sızdırmazlık Sistemleri Neyi Yapabilir ve Neyi Yapamaz?**

Geçmişte, tipik bir kenar sızdırmazlık sistemi, şut veya yüklem teknesi çeliğinin dışına kenetlenmiş dikey, elastomer bir şeritti. Kauçuk sızdırmazlık şeridi, çelikten banda kadar, genellikle 25 ila 50 milimetre (1 ila 2 inç) veya daha fazla olan boşluğu kapatırdı.

Bu elastomer sızdırmazlık şeridinin neredeyse mucizevi bir işlevi gerçekleştirilmesi bekleniyordu. Bant uygun şekilde desteklenmediğinde ve/veya hiçbir aşınma astarı veya aşınmış aşınma astarı bulunmadığında, elastomer kenar sızdırmazlığının bir yandan malzeme yükünün tam ağırlığını zapt ederken diğer yandan dalgalı bir bant yolunu düzeltmeye çalışması gerekiyordu. Esnek sızdırmazlık şeritlerinden bile hafif malzemeyi veya tozu bantta tutmaktan fazlasını yapmalarını istemek, imkansız istemektir. Malzeme yükü, sızdırmazlık şeridini çabucak aşındıracak veya iterek yüklem teknesinden uzaklaştıracak ve dö-

**Şekil 13.2**

Bandın kenarında etkili sızdırmazlık, bant desteği, aşınma astarları, yüklem tekneleri ve kenar sızdırmazlığı gerektirir.

küntünün devam etmesine neden olacaktır (Şekil 13.3).

Tesis personeli, parçacıkların kaçışını durdurmaya çalışırken, sürekli olarak sızdırmazlık şeritlerini aşağı doğru banda yakınlaştırır, dolayısıyla sızdırmazlık basıncını artırır ve birçok istenmeyen sonuca yol açar. Sızdırmazlık basıncındaki artış, konveyörün güç gereksinimlerini, bazen bandı durdurabileceği noktaya kadar yükseltebilir. Artan sürtünme, elastomer sızdırmazlık şeridini yumuşatacak ve elastomerin ömrünü kısaltacak, bazen sızdırmazlığın neredeyse eriyip gideceği noktaya kadar ısı artışına neden olacaktır. Bu artan aşınma en bariz

şekilde, genellikle doğrudan makaraların üzerinde, en yüksek basıncın bulunduğu noktalarda görülür (Şekil 13.4).

Yük bölgesinde uygun şekilde desteklenmemiş bir bantta, bant makaralar arasında sarkacak ve malzemenin aşınma astarı veya kenar sızdırmazlığı ve bant arasında sıkışmasına neden olacaktır. Sıkışan malzeme, bant ve kenar sızdırmazlık sisteminin aşınmasını büyük ölçüde hızlandırır ve tahrik gücü gereksinimini artırır.

### Sızdırmazlık Sisteminin Hedefi

Herhangi bir sızdırmazlık sisteminin hedefi, taşınan malzeme tanelerini ve tozu bandın üzerinde tutmaktır. Arzu edilen özellikleri arasında, minimum sızdırmazlık-bant temas alanı, minimum sızdırmazlık-aşağı doğru basınç ve makul ömür bulunur. Bu özelliklerin en aza indirilmesi konveyöre sürtünmeyi azaltır, bant ve sızdırmazlıktaki aşınmayı ve bandı hareket ettirmek için gereken gücü en aza indirir.

Bir konveyör yük bölgesinin kenarlarının sızdırmazlığını sağlamak zor bir iştir. Bandın dengeli bir hat üzerinde uygun şekilde merkezlendiği en iyi transfer noktalarında bile, sızdırmazlık sistemi, yükleme ve diğer şartlardaki değişiklikler nedeniyle belirli bir miktarda yan basınca ve titreşime maruz kalır. Etkili bir sızdırmazlık oluşturmak için, sızdırmazlık sistemi, bu dalgalanmalara uyacak şekilde tasarlanmalıdır. Sızdırmazlık, aşırı aşınma olmadan ve bant ekine yakalanmadan bant aşınmasına ve bant eki çarpmasına dayanacak kadar sağlam olmalıdır. Sızdırmazlık sistemi, aşınmayı tolere etmek için basit bir ayar mekanizması sunmalıdır.

Hiçbir sızdırmazlık sistemi, malzeme yükünün şiddeti karşısında uzun süre dayanamaz. Eğer sızdırmazlıklar malzeme akışından korunmazsa, sızdırmazlık şeritlerinin hem etkililiği hem de ömrü azalacaktır. Yüklenen malzemenin bir sızdırmazlık sistemine uyguladığı darbeyle, malzeme kuvvetleri sızdırmazlık şeritlerini zorla bandın üzerine bastırır ve hem sızdırmazlık hem de banttaki aşınmayı hızlandırır. Transfer

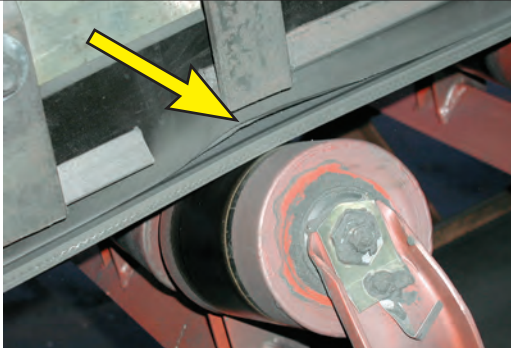
**Şekil 13.3**

*Etkili bir sızdırmazlık sistemi bulunmadığında, malzeme bandın yanlarından dökülecek, bileşen ömrünü kısaltacak ve bakım ve temizlik işlerini artıracaktır.*



**Şekil 13.4**

*Daha yüksek basınçta, sızdırmazlık daha hızlı ve eşit olmayan biçimde aşınır. Taraklanmalar şeklinde eşit olmayan aşınma en bariz şekilde, basıncın en yüksek olduğu makaraların hemen üzerinde görülecektir.*



**Şekil 13.5**

*İlk yükleme teknesi sızdırmazlıkları, kullanılmış bant tertibatı veya büyük "gemi" halatları gibi halihazırda mevcut malzemelerden kurum içinde üretilirdi. Bu ilkel sızdırmazlık sistemleri, bant kenarlarının üzerine itilir veya yerçekimiyle yerlerinde tutulurdu.*



noktası, hem sızdırmazlıklar üzerindeki yüklenme darbelerini hem de sızdırmazlıklara karşı malzeme akışımı önleyecek şekilde inşa edilmelidir.

## DİKEY, İÇE DOĞRU VEYA DIŞA DOĞRU SIZDIRMAZLIK

### Tasarlanmış Sızdırmazlık Sistemleri

İlk yüklenme teknesi sızdırmazlıkları, kullanılmış bant tertibatı veya büyük “gemi” halatları gibi halihazırda mevcut malzemelerden kurum içinde üretilirdi (**Şekil 13.5**). Bu ilkel sızdırmazlık sistemleri, bant kenarlarının üzerine itilir veya yerçekimiyle yerlerinde tutulurdu. Bu sistemler, ucuz olmakla birlikte, çok başarılı değildi. Bandı aşındıran malzemeye doldular ve aşınmayı tolere edecek kolay bir ayar yöntemine sahip değillerdi. Neticede, bu ev yapımı tekniklerin hayal kırıklığına uğrattıcı sonuçları, daha etkili sistemlerin arzu edilmesine ve tasarlanmasına yol açtı.

Günümüzde, mühendislik ürünü tasarlanmış transfer noktası bileşenlerindeki gelişme seviyesi, malzeme topaklarını zor zapt eden sızdırmazlık şeritlerinden, ince tanelerin ve hatta tozun kaçışını önleyen sistemlere ulaşmıştır. Bugün piyasada birtakım tasarlanmış sızdırmazlık sistemleri mevcuttur. Genellikle, bu sistemler, bir kelepçeler düzeniyle yüklenme teknesinin alt kenarına dayalı tutulan uzun bir elastomer şeritten oluşur.

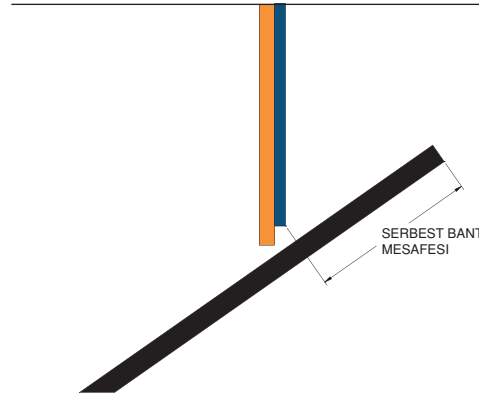
Etkili bir sızdırmazlık için, yeterli serbest bant mesafesi bulunması kritik önem taşır. Serbest bant mesafesi (konveyörün her iki yanındaki yüklenme teknesinin dışındaki bant miktarı) sızdırmazlık sistemi için uygun alanı sağlar (**Şekil 13.6**). Sıklıkla, en büyük yükü en dar bandın üzerine koymak için, serbest bant mesafesi azaltılır. Bu her zaman sızdırmazlık sisteminin etkinliğine mal olur. (*Serbest bant mesafesi ve etkin bant genişliği hakkında daha fazla bilgi için bkz. 11. Bölüm: Yüklenme Tekneleri*)

Yüklenme teknesi sızdırmazlığı konusuna birkaç farklı yaklaşım vardır. Bu sistemleri sınıflandırmanın kolay bir yolu, her birinin

banda temas ettiği yeri tanımlamaktır: Bazıları doğrudan yüklenme teknesinden aşağı düşer, bazıları yüklenme teknesinin içinde geriye doğru uzar ve bazıları yüklenme teknesinin dışını kapatır.

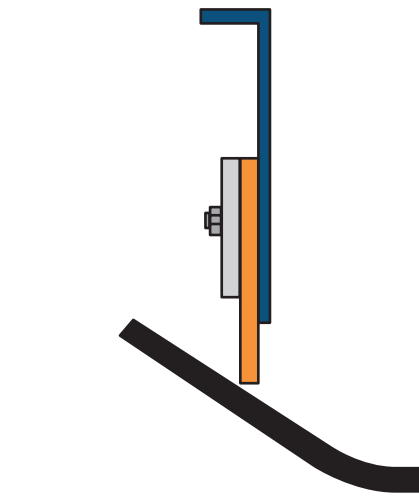
### Dikey Sızdırmazlık

Dikey sızdırmazlık sistemleri genellikle tek bir kauçuk sızdırmazlık şeridi kullanır (**Şekil 13.7**). Çoğu zaman, bir tedarikçi, kelepçelerden oluşan bir sistem sunarken,



**Şekil 13.6**

Serbest bant mesafesi (konveyörün her iki yanındaki yüklenme teknesinin dışındaki bant miktarı) sızdırmazlık sistemi için uygun alanı sağlar.



**Şekil 13.7**

Dikey sızdırmazlık sistemleri genellikle, özel tescilli bir şekle sahip olabilecek kauçuk veya elastomer bir şerit kullanır. Yüklenme teknesi kauçuğunu yerinde tutmak için kelepçelerden oluşan bir sistem kullanılır.



**Şekil 13.8**

Bazen, kauçuk şeritler veya daha kötü, kullanılmış bant tertibatı kullanıldığı görülür. Kullanılan malzemeye bakılmaksızın, sızdırmazlık sistemi daima, bandın üst kaplamasından daha az aşınma direncine sahip olmalıdır.

diğeri de kauçuk şeridi sağlar. Bazen, özel olarak şekil verilmiş bir elastomer şerit takılır; diğer zamanlarda, kauçuk şeritler veya daha kötüsü, kullanılmış bant tertibatı kullanılır (**Şekil 13.8**). Seçilen sızdırmazlık sistemi daima, sızdırmazlığını sağladığı bandın üst kaplamasından daha az aşınma direncine sahip olmalıdır.

Daha önce kullanılmış veya artık bant tertibatının bir yan kenar sızdırmazlığı

olarak kullanımına karşı özel bir ikazda bulunulmalıdır. Kullanılmış bant tertibatı genellikle, yıllarca hizmette kalmasından kaynaklanan kum, kül veya ince tanelerle doludur. Yeni veya kullanılmış tüm bant tertibatı, hareketli bandı zımparalayarak yok edecek, koruyucu üst kaplamayı aşındıracak ve erken arıza ve maliyetli değişime yol açacak dokuma takviyesi veya çelik kordonlar içerir.

Dikey sızdırmazlık sisteminin başka bir tipi, yükleme teknesinin dışında özel bir montaj plakası üzerine monte edilmiş bir dizi birbirine kenetli sızdırmazlık bloğu kullanır. Birbirine kenetli bloklar aşağı (banda) doğru hareket ettirilebilir fakat yukarı doğru harekete direneceklerdir (**Şekil 13.9**). Bu bloklar yalnızca bir çekiç kullanılarak banda doğru kolaylıkla ayarlanabilir; bununla birlikte, her bir blok ayrı ayrı ayarlanmalıdır ve fazla ayarlama yaygın bir problemdir. Fazla ayarlandığında, bu bloklar hızını keserek bir bandı kolaylıkla durdurabilir.

Düz, yukarı ve aşağı veya dikey yükleme teknesi sızdırmazlıklarının başlıca avantajları şunlardır:

- A. Düşük maliyet
- B. Dar bant kenarı mesafesi (serbest bant mesafesi) gereksinimleri
- C. Kendinden ayarlı olabilmek

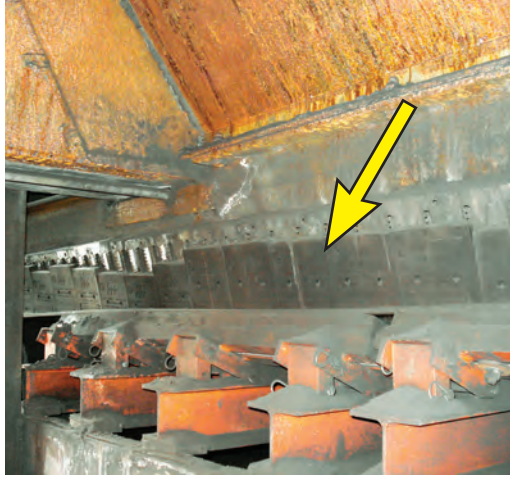
Düz-yukarı-ve-aşağı yükleme teknesi sızdırmazlıklarının başlıca dezavantajları şunlardır:

- A. Çoğu zaman tam olarak ayarlanmanın güç olması
- B. Kolaylıkla fazla ayarlanabilmek erken aşınmaya neden olma
- C. Malzeme yakalamaya yatkınlıkları nedeniyle bant hasarına yol açma
- D. Toz ve ince tanelerin sızmasına karşı savunmasız olma

Düz-yukarı-ve-aşağı sızdırmazlıkla ilişkili dezavantajların birçoğunun üstesinden gelmek için tasarlanmış üçüncü bir dikey kenar sızdırmazlığı sistemi de yüzer sız-

**Şekil 13.9**

Sızdırmazlık sistemlerindeki bir sınıf kolaylıkla ayarlanabilir, çünkü parçalar halinde yapılır. Bir dizi modüler sızdırmazlık bloğu, yükleme teknesinin dışında, birbirine kenetli blokların aşağı (banda) doğru hareket etmesini fakat yukarı doğru harekete direnmesini sağlayan özel bir montaj plakasına monte edilir.



**Şekil 13.10**

Düz, yukarı ve aşağı olarak sınıflandırılacak bir kenar sızdırmazlık sistemi de yüzer sızdırmazlık sistemidir. Bu sistem, bağımsız, serbestçe dönen bağlantı kolları üzerinde çelik yükleme teknesine monte edilmiş sızdırmazlık şeritleri kullanır.



**Şekil 13.11**

Bu sistem, sızdırmazlık sisteminin, aşınmayı veya hareketteki değişiklikleri tolere etmek için kendi ağırlığını kullanarak kendi kendini ayarlamasına izin verir.



dırmazlık sistemidir. Bu sistem, bağımsız, serbestçe dönen bağlantı kolları üzerinde çelik yükleme teknesine monte edilmiş sızdırmazlık şeritleri kullanır (**Şekil 13.10**). Bağlantılar, sızdırmazlık şeridinin bir yandan bantla sızdırmazlık temasında kalırken, diğer yandan bandın üzerinde yüzmesini ve bant hattındaki değişikliklere tepki göstermesini sağlar (**Şekil 13.11**). Bu tasarım, sızdırmazlık sisteminin, aşınmayı tolere etmek için kendi ağırlığını kullanarak kendini ayarlamasına izin verir. Kendi kendini ayarlama fonksiyonu, bu sızdırmazlık sistemi tipinin, uygun olmayan bant desteği veya malzeme yüklemesindeki dalgalanmalar nedeniyle bant hattında oluşan tutarsızlıkların oluşturduğu engellerin üstesinden gelmesini sağlar.

### İçeride Doğru Sızdırmazlık

Bazı sızdırmazlık sistemleri, elastomer şerit geriye doğru çeliğin altına kıvrılarak şutun dışına kenetlenir. Bu tip sistemlerde, sızdırmazlık yükleme teknesinin içinde oluşturulur. Sızdırmazlık içeride doğru uzandığından, aşınma astarı, sızdırmazlığın bir miktar serbest dikey hareketine izin verecek kadar bandın yukarisına yerleştirilmelidir (**Şekil 13.12**). Bu içeride doğru sistemler, hafif, yumuşak malzemeler ve karbon siyahı gibi ince, aşındırıcı olmayan malzemeler taşıyan konveyörlerde biraz başarı sağlamıştır. İçeride doğru sızdırmazlık sistemleri aynı zamanda, sınırlı kenar sızdırmazlığı mesafesine sahip, yükleme teknesi çeliğinin dışında bant tertibatı eksikliğinin, bir sızdırmazlık sisteminin uygulanması için uygun alanı sınırladığı bantlarda geçici bir çözüm olarak da faydalıdır. Bu sistemler bazen, uygun şekilde uygulandığında, sızdırmazlığın üzerine yüklenen malzemenin sızdırmazlık çabasına yardımcı olma eğiliminde olacağı, yüksek iç şut basıncı bulunan alanlarda - örneğin bir vagon boşaltma alanında - faydalıdır. Sızdırmazlığın çabucak aşınabileceğine ve sızdırmazlığın altında hapsedilmiş malzemenin bandın üst kaplamasını erkenden aşındırma eğiliminde olacağına dikkat edilmesi gerekir.

İçeride doğru sızdırmazlık bazen ciddi bir

merkezden kaçma problemi olan bant nedeniyle uygulanır, çünkü bandın, bu tip sistem altında dışa hareket etme olasılığı en az seviyede olacaktır. Bu durumda, problemin üstesinden gelmek için bir sızdırmazlık uygulamak yerine, merkezden kaçma



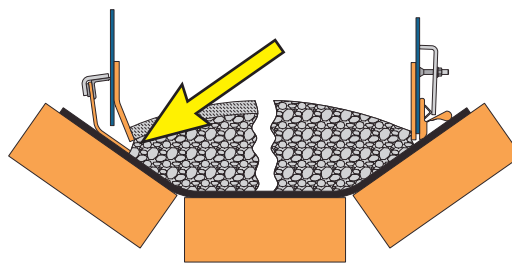
**Şekil 13.12**

Bazı sızdırmazlık sistemleri, sızdırmazlık şeridi, şut duvarının içinde bir sızdırmazlık oluşturmak amacıyla çeliğin altına geri kıvrılarak, şutun dışına kenetlenir. Sızdırmazlık içeride doğru uzandığından, aşınma astarı, sızdırmazlığın bir miktar serbest dikey hareketine izin verecek kadar bandın yukarisına yerleştirilmelidir.



**Şekil 13.13**

Sızdırmazlık sistemi, sızdırmazlık şeridini çelik muhafazanın içine yerleştirmek için şut duvarının altından uzandığında, aşınma astarı montajından elde edilen koruyucu fayda biraz etkisizleştirilir. Aşınma astarının içinde, sızdırmazlık şeridi malzeme yükünün uyguladığı kuvvetler nedeniyle kolaylıkla hasar görebilir.



**Şekil 13.14**

İçeride doğru yükleme teknesi sızdırmazlıkları, yükün taşınabileceği alanı kaplayarak bandın kullanılabilir alanını azaltır. Taşıyıcı alanın kenarlarındaki bir "gökkuşağı" etkisi nedeniyle, kapasite bant boyunca azaltılır.

sorunlarını çözmek daha iyi olur. (Bkz. 16. Bölüm: Bant Hizalanması)

Aşınma astarının monte edilmesinden elde edilen koruyucu fayda, sızdırmazlık sistemi yüklemeye teknesinin altından uzanıp sızdırmazlık şeridini aşınma astarının içine yerleştirdiğinde etkisizleştirilebilir (**Şekil 13.13**). Sızdırmazlık şeridi malzeme yükü tarafından aşındırılır ve malzeme daha

kolay bir şekilde banda yaslanarak yakalanabilir.

İçeride doğru yüklemeye teknesi sızdırmazlık sistemlerinin başlıca avantajları şunlardır:

- Kendi kendini ayarlama
- Hafif, yumuşak malzemeler ve ince, aşındırıcı olmayan malzemelerle başa çıkma
- Sınırlı kenar mesafesi (serbest bant mesafesi) gerektirme
- Yüksek iç şut basıncıyla başa çıkma
- Ciddi şekilde merkezden kaçan bantlarla başa çıkma

İçeride doğru yüklemeye teknesi sızdırmazlıklarının başlıca dezavantajları şunlardır:

- Malzeme akışında bulunması nedeniyle sızdırmazlığın ömrünün daha kısa olması
- Sızdırmazlık şeridi altında malzeme sıkışmasına yatkın olma ve erken bant aşınmasına yol açma
- “Gökkuşuğu” etkisi nedeniyle bandın azaltılmış yük taşıma alanı (**Şekil 13.14**)

Bu sistemlerin bir karması, yukarıda Dikey Sızdırmazlık başlığında anlatılan yüzer dikey sızdırmazlık sistemini “L” şeklindeki bir kauçuk şeritle birleştirir (**Şekil 13.15**). Kauçuk “L”nin ayağı içeride doğru, yüklemeye teknesi çeliği ve aşınma astarının altından, dökme malzemelere doğru uzanır. Bu tek parça sızdırmazlık sistemi hem malzeme (topak) sızdırmazlığı hem de bir toz sızdırmazlığı vazifesi görür. Kauçuk “ayak”, sızdırmazlığın, bant yükünden gelen yan basınca karşı direncini iyileştirir ve sızdırmazlık sisteminin tolere edebileceği bandın merkezden kaçma aralığını artırır.

Bu sistem tipi özellikle, aşınma astarının bandın 25 milimetre (1 inç) veya daha yukarısına monte edildiği transfer noktalarında yararlıdır. Bu aralık, bandı, aşınma astarına sürtünerek hasar görmekten korumak için kullanılır ve konveyörlerin ve koşulların idealin altında olduğu, kömür madenciliği ve agrega üretim gibi bazı endüstrilerde

**Şekil 13.15**

Bu sistemlerin bir karması, yukarıda Dikey Sızdırmazlık başlığında anlatılan yüzer dikey sızdırmazlık sistemini “L” şeklindeki bir kauçuk şeritle birleştirir. Kauçuk “L”nin ayağı içeride doğru, yüklemeye teknesi çeliği ve aşınma astarının altından, dökme malzemelere doğru uzanır.



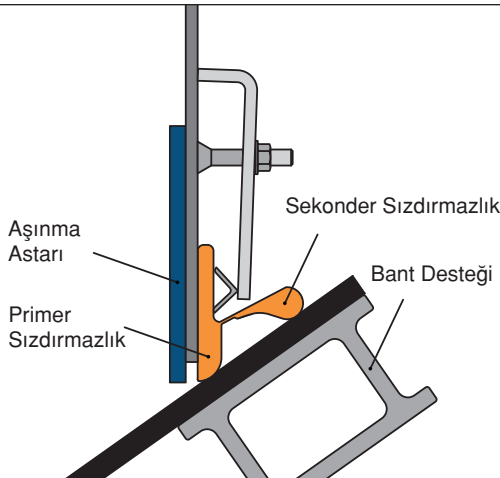
**Şekil 13.16**

Sızdırmazlık sistemlerinde son varyasyon, yüklemeye teknesi çeliğinin dışında sızdırmazlık sağlayan sistemlerdir.



**Şekil 13.17**

Çok katmanlı sızdırmazlık sistemleri iki katman içerir: parçacıkların çoğunu zapt etmek için nazikçe bandın üzerine itilen bir primer şerit ve aşınma astarı ve primer şerit altından itilen ince taneleri veya tozu yakalamak için bandın dış kenarında uzanan bir sekonder şerit.



yaygın bir uygulamadır.

Bu karma sistem, sızdırmazlığın bandın üzerinde yüzmesine, bant ekinden geçiş dahil herhangi bir bant hareketiyle birlikte yükselip alçalmasına izin verir. Düşük uygulama basıncı hem bant hem de sızdırmazlık şeridinde aşınmayı azaltır.

### Dışa Doğru Sızdırmazlık

Kenar sızdırmazlık sistemlerinin son varyasyonları, yükleme teknesi çeliğinin dışında sızdırmazlık sağlayan sistemlerdir (**Şekil 13.16**). En etkili tasarım, çok katmanlı sızdırmazlığın etkinliğini tek şeritli sistemlerin basitliğiyle birleştirir.

Konveyör bakım personeli soğuk havada yapılacak işlere hazırlanırken, kat kat giyinirler. Tek bir kalın kat giymektense, birden fazla kat giysi giymenin (atlet, gömlek, kazak ve mont) daha iyi olduğunu bilirler. Aynı konsept transfer noktası sızdırmazlığı için de kullanılabilir: Tek bir kalın, genel amaçlı katman yerine birkaç ince katmanla çalışmak daha iyidir. Sızdırmazlıkta, ilk katman, şütün içine takılan aşınma astarı tarafından sağlanır. Aşağı doğru banda yakın uzanan aşınma astarı, malzemenin büyük parçacıklarını bant kenarından uzak tutar. (Bkz. 12. Bölüm: Aşınma Astarları) Bir sonraki katman, sızdırmazlık sistemi tarafından sağlanır.

Çok katmanlı sızdırmazlık tasarımları, sekonder sızdırmazlık vazifesi gören kalıplanmış bir kapakla imal edilen, sağlam, tek şeritli elastomerler içerir (**Şekil 13.17**). Bu ayak veya sekonder şerit, genellikle ince taneleri yakalayacak ve bunları, ana malzeme kütesine geri katmadan önce bant boyunca nazikçe taşıyacak bir veya daha fazla kanal oluşturur.

Sistemin primer sızdırmazlığı, düşey olarak aşağı uzanacak ve hafifçe banda dokunacak şekilde, şüt tertibatının dışına kenetlenir. Hafif baskıyla bandın üzerine uygulanır ve kelepçe, kuvveti, aşağı doğru bandın üzerine uygulamak yerine yatay olarak şuta doğru uygular. Kenetleme kuvveti yatay olduğundan, banda, aşınmayı ve

konveyörün güç tüketimini artıracak yüksek basıncı uygulamadan, primer şerit malzemeyi zapt eder. Bu primer şerit, aşınma astarından kaçan malzemenin çoğunu zapt edecektir.

Bir ayak olarak sekonder sızdırmazlık, sızdırmazlık basıncı sağlamak için yalnızca kendi esnekliğinin kuvvetine ihtiyaç duyar ve bu nedenle, ayarlamaya gerek olmadan uzun süre yıpranmayacaktır.

Tercih edilen tek parça tasarımın montajı basit bir işlemdir: Sızdırmazlığı uygun uzunlukta açın, kesin ve bir kenetleme sistemi kullanarak yükleme teknesine takın. Tek parça sızdırmazlık, gereksiz ek yerlerini ve birden fazla parçayla uğraşmayı önler. Sızdırmazlık sistemleri, farklı iş uygulamalarıyla başa çıkmak için farklı kalınlıklarda ve gıda sınıfı, yüksek sıcaklık ve yeraltı uygulamaları gibi farklı ihtiyaçları karşılamak için farklı malzemelerde sağlanmalıdır.

Dışa doğru sızdırmazlığın avantajları şunlardır:

- Malzeme akışından uzağa yerleştirildiklerinden ve yükleme teknesi ve aşınma astarından korunduklarından uzun ömürlü olmaları
- Kendinden ayarlı olabilmeleri
- “Labirent” veya çok katmanlı sızdırmazlık tasarımı nedeniyle gerekli sızdırmazlık basıncının düşük olması
- Mevcut kelepçe sistemlerine adapte olmaları



**Şekil 13.18**

Eğer bant, yükleme teknesinin bir tarafının altından dışarı kayarsa, desteklenmemiş sızdırmazlık şeridi (yeşil) bant hattının altına sarkarak sızdırmazlık hasarına ve döküntüye yol açar.

Dışa doğru sızdırmazlığın dezavantajları şunlardır:

- A. Daha büyük bant kenarı mesafesi (veya serbest bant mesafesi) gerektirmeleri
- B. Eğer bant sızdırmazlığın altından kaçarsa hasara karşı savunmasız olmaları

### BAŞARILI SIZDIRMAZLIK İÇİN DİKKAT EDİLECEKLER

#### Kenar Mesafesi Gereksinimleri

Bandın kenarı ve çelik yükleme teknesi arasındaki mevcut alana sığan bir kenar sızdırmazlık sistemi seçmeye dikkat edilmelidir. Sızdırmazlık şeritleri bandın kenarından dışarı uzanmamalıdır; bu, bandın merkezden kaçması halinde sızdırmazlığın veya bandın hasar görmesi riskini artırır.

Genelde, etkili bir sızdırmazlık tesis etmek için gerekli minimum mesafe olarak, yükleme bölgesinin her bir yanında, yükle-

me teknesi çeliğinin dışında 115 milimetre (4.5 inç) mesafe önerilir. (*Kenar mesafesi hakkında daha fazla bilgi için bkz. 11. Bölüm: Yükleme Teknikleri, özellikle Tablo 11.1*).

#### Kenar Sızdırmazlıkları ve Bant Kayması

Tüm yan kenar sızdırmazlık sistemleri, merkezden kaçan bir banttın zarar görebilir. Eğer bant, yükleme teknesinin bir tarafının altından dışarı kayarsa, desteklenmemiş sızdırmazlık şeridi bant hattının altına sarkar (**Şekil 13.18**). Bant merkezlenmiş pozisyona geri döndüğünde, sızdırmazlık, hareket eden bandın kenarıyla temastan aşınacak veya geriye doğru, doğal olmayan bir pozisyona bükülecek ve yırtılacak veya aşınacaktır. Sonuç ne olursa olsun, döküntüde önemli bir artış riski doğar. Kenar sızdırmazlığı hasarını önlemenin anahtarları, yeterli kenar mesafesi sağlamak ve bant merkezlemesini kontrol etmektir. (*Bkz. 16. Bölüm: Bant Hizalanması*)

**Şekil 13.19**

Birçok bant, çevrili alan boyunca, bandın her iki kenarından belirlenen bir mesafede aşınmaya maruz kalır.



#### Sızdırmazlık Sistemi ve Bant Kaplaması Aşınması

1995 yılında *Bulk Solids Handling* dergisinde yayınlanan bir araştırma projesi, tasarlanmış bant temizleme ve sızdırmazlık sistemlerinin bant aşınmasını ne ölçüde artırdığını veya azalttığını inceledi (*Referans 13.1*). Bu çalışma, birçok kenar sızdırmazlığı sisteminin aşınmasını, tipik konveyör bandı tertibatıyla test etti. Çalışmanın so-



### GÜVENLİK HUSUSLARI

Kenar sızdırmazlık şeritleri veya konveyör bandının üstündeki veya yakınındaki diğer herhangi bir parça üzerinde herhangi bir işlem gerçekleştirmeden önce belirlenmiş kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürlerini izlemek önemlidir. Muayene aralıkları ve bakım prosedürleri için üreticinin kılavuzlarına uyulmalıdır.

Sızdırmazlık şeritleri asla bant hareket ederken yükseltilmemelidir, çünkü bu, işçiyi hareket banda çok yakın bir konum-

da bırakacaktır.

Bu eylem aynı zamanda, malzeme topaklarının, ince tanelerin veya tozun transfer noktasından işçiye doğru fırlatılmasına neden olabilir.

Transfer noktası alanının konveyörün her iki yanında korumaya alınması önerilir. Muhafazalar, eğitimsiz personelin sızdırmazlık şeritlerini ayarlamasını veya transfer bölgesinin sayısız sıkıştırma noktasında sıkışmasını önlemelidir.



nuçları, yeterli bakım yapılan daha gelişmiş bant temizleme ve sızdırmazlık sistemleri kullanmanın, konveyör bandının ömrünü uzatabileceğini bildirdi. Bu cihazlar bant aşınmasına neden olsa da, aşınma miktarı, bant, temizlik ve sızdırmazlık sistemlerinin yokluğu veya arızasından kaynaklanan kaçak malzeme birikmelerinin içinden geçerken beklenen aşınma hızının yaklaşık yarısıdır.

### Bantta Olukların Oluşmasını Önlemek

Sızdırmazlığın banttın önce aşınmasını sağlamak için, sızdırmazlık sisteminin bant kaplamasından “daha yumuşak” olması gerektiği yaygın bir yanlış kanıdır. Kenar sızdırmazlıkları için uygun çok çeşitli sertlik ve aşınma direncine sahip malzemelerden sızdırmazlık yapmak mümkündür. Sızdırmazlık şeritlerinin bandı aşındırmasını önlemek için, sızdırmazlık şeritleri, bandın üst kaplamasından daha düşük aşınmaya sahip malzemelerden oluşmalı, sızdırmazlığın bant kaplamasından önce aşınması sağlanmalıdır. Aşınma direnci, bir sertlik derecelendirmesi olan durometreyle değil, Pico, Deutches Institut für Normung (DIN) veya Taber derecelendirmeleri gibi bir aşınma indeksiyle ölçülür.

Birçok bant, çevrili alan boyunca, bandın her iki kenarından belirlenen bir mesafede aşınmaya maruz kalır (**Şekil 3.19**). Bu aşınma için çoğu zaman sızdırmazlık sistemi suçlanır; oysa çoğu zaman, bu aşınmaya sızdırmazlık şeridinin neden olduğu aşındırma yol açmaz. Aksine, bu olukları, ince tanelerin ve küçük malzeme topraklarının astar ve bant arasına sıkışması başlatır. Bu sıkışan malzeme bandın yüzeyini çizmeye başlar ve üst kaplamayı azar azar aşındırır. Bu sıkışan malzeme en çok, uygun bant desteği olmayan bantlarda veya malzeme yüklemesinin bant geçiş halindeyken başladığı konveyörlerde görülür (bkz. 6. Bölüm: *Yükleme Bölgesinden Önce*), çünkü bandın şeklindeki değişiklikler, malzemenin yükleme teknesi altına sıkışmasını kolaylaştırır. Bir bant oluşunun sebebini belirlerken, konveyörlerde ve etkilenen konveyörün üzerine yerleştirilmiş şutlarda sızıntı ve döküntü

muayenesi yapmak önemlidir.

## MONTAJ VE BAKIM

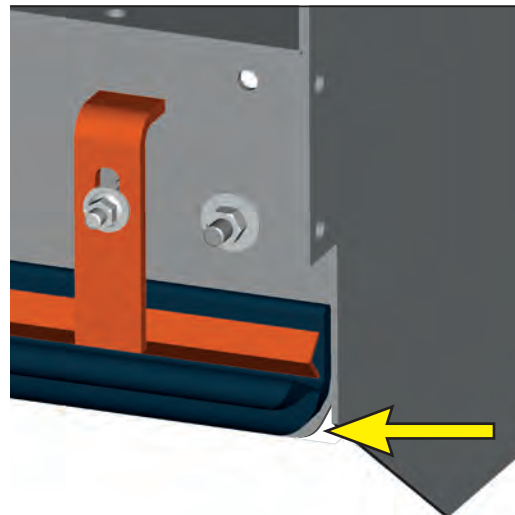
### Montaj Kılavuzu

Bir sızdırmazlık sistemi, çelik yükleme teknesinin yanları boyunca sürekli bir şerit oluşturmalıdır. Eğer sızdırmazlık şeritlerini eklemek için basit, uç uca ekler kullanılırsa, nihayetinde malzeme bitişik yüzeyleri iterek arasından çıkar ve dışarı sızar. Bu döküntüyü önlemek için en iyi çözüm, birbirine kenetli veya üst üste bindirilmiş bir ek yeri kullanmaktır. Daha iyi bir çözümse, bir dikiş veya ek yerine ihtiyaç duymadan tek bir sürekli şerit olarak mevcut sızdırmazlık şeritleri kullanmaktır.

Tüm kenar sızdırmazlık sistemlerinde, sızdırmazlığın ön kenarını, bandın yükleme bölgesinin arkasına girdiği, konveyörün kuyruk ucunda yuvarlamak iyi bir fikirdir (**Şekil 13.20**). Hareket eden banda yuvarlanmış bir kenar sunmak, mekanik bir sabitleme elemanının sızdırmazlık şeridini yakalama ve yırtma veya şuttan çekip çıkarma ihtimalini azaltır.

### Sızdırmazlık Sisteminin Bakımı

Bir yan kenar sızdırmazlık sisteminin özelliklerini belirtirken, aşınabilir kauçuğu ayarlamak ve değiştirmek için mekanizmasını hesaba katmak akıllıcadır. Konveyör hareket ettikçe, bandın yan kenar sızdır-



**Şekil 13.20**

Tüm kenar sızdırmazlık sistemlerinde, sızdırmazlığın ön kenarını, bandın yükleme bölgesinin arkasına girdiği, konveyörün kuyruk ucunda yuvarlamak iyi bir fikirdir.

mazlığına sürtünmesinden oluşan ısı, ince malzeme tanelerinin aşındırıcı doğasıyla birleşerek sızdırmazlık şeridini aşındırır. Bu aşınmaya karşı koymak için, sızdırmazlık şeridi periyodik olarak, aşağı doğru banda ayarlanmalıdır.

Sızdırmazlık sistemine çok fazla aşağı doğru baskı uygulanması, bandı hareket ettirmek için ek güç gereksinimlerine yol açar; aynı zamanda, hem bant hem de sızdırmazlıkta ekstra aşınmaya neden olur.

Eğer yan kenar kauçuğunun bakımı için prosedürler ağır veya karmaşıksa, üç adet zararlı sonuç ortaya çıkabilir:

#### A. Ayar yapılmaz

Hiç ayarlama yapılmaz, bu nedenle yan kenar sızdırmazlık şeritleri aşınır, boşluklar açılır ve sızıntı devam eder.

#### B. Nadiren ayar yapılır

Ayar çok nadiren yapılır, bu nedenle döküntü aralıklı olarak meydana gelir.

#### C. Fazla ayar yapılır

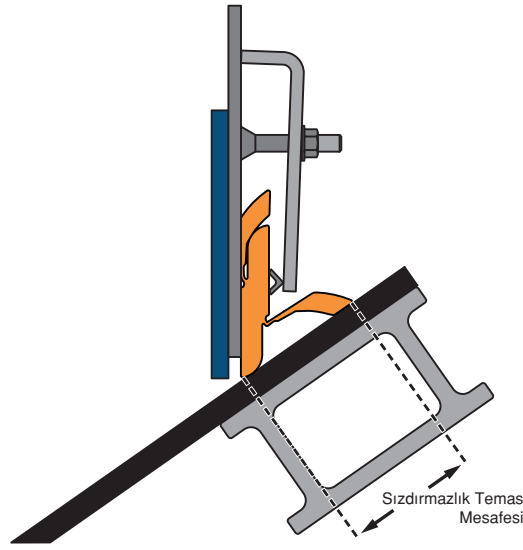
Bakım personeli veya konveyör operatörü, düzenli ayar yapılmamasını telafi etmek için, sızdırmazlığı fazla ayarlayacaktır. Bandın üzerine çok fazla kuvvet uygulanması, bandın hasar görmesi veya bir bant ekine yakalanması ve sızdırmazlık şeridinin tamamının sökülmesi riskini doğurur.

Bu problemleri önlemek için, yükleme teknesi sızdırmazlığının bakım prosedürleri mümkün olduğunca karmaşıklık, aletler ve duruş süresinden uzak olmalıdır.

Bandın üzerinde nazikçe duran, kendi ağırlıklarının basıncından veya tasarıma eklenmiş gerginlikten çok az daha fazlasını

**Şekil 13.21**

Sızdırmazlık temas mesafesi, kenar sızdırmazlığıyla temas eden bant kenarının genişliğidir.



**Tablo 13.1**

### Yükleme Teknesi Sızdırmazlığı için Tipik Karşılaştırmalı Seçim Rehberi

Sızdırmazlık Sistemlerinin Temel Özellikleri	Sızdırmazlık Sistemi Tipi		
	İçe Doğru Sızdırmazlık	Dikey Sızdırmazlık	Dışa Doğru Sızdırmazlık
Yük Kapasitesini Feda Edebilir	Evet	Hayır	Hayır
Önerilen Serbest Bant Mesafesi (Yükleme Teknesinin Dışında)	≥ 115 mm (4.5 inç)	≥ 115 mm (4.5 inç)	≥ 115 mm (4.5 inç)
Sızdırmazlık Temas Mesafesi ( <b>Şekil 13.21</b> )	≥ 38 mm (1.5 inç)	≤ 51 mm (2 inç)	≈ 75 mm (3 inç)
Aşınma Astarı Gerekli	Evet	Evet	Evet
Bandın Üzerindeki Aşınma Astarı Mesafesi	≥ 25 mm (1 inç)	≤ 25 mm (1 inç)	≤ 25 mm (1 inç)

kullanan sızdırmazlık sistemleri, bakım ayarlaması ihtiyacını en aza indirebilir.

Bazı çok katmanlı sızdırmazlık sistemleri, elastomerik hafıza sızdırmazlık basıncını koruduğundan, bir kendi kendini ayarlama fonksiyonu sağlar. Sekonder şeridin ayakları aşındıkça, elastomer şeridin doğal direnci onu bandın üzerinde tutarak sızdırmazlığın etkinliğini korur.

## TİPİK ÖZELLİKLER

### A. Az bakım gerektiren tasarım

Malzeme döküntüsünü gidermek ve yüklem bölgesinin yanlarında pozitif bir toz sızdırmazlığı sağlamak için, konveyör transfer noktasına bir yüklem teknesi sızdırmazlık sistemi monte edilmelidir. Bu sızdırmazlık sistemi, banda aşağı doğru baskı uygulanmadan etkili sızdırmazlık sağlayan az bakım gerektiren bir tasarımdır.

### B. Aşınma astarları

Sızdırmazlık sistemini malzeme yan yüklem kuvvetlerinden korumak için, şut ve yüklem teknesinin içinde uygun aşınma astarları takılması önerilir.

### C. Kendi kendini ayarlama fonksiyonu

Bakım aralıklarını azaltmak için, sızdırmazlık sistemi, kendi kendini ayarlayacak şekilde tasarlanmalı, sistem, aşınma veya bandın hareket hattındaki değişikliklere karşılık olarak sızdırmazlık etkinliğini korumak için esnemelidir.

### D. Tek bir uzatılmış şerit

Sızdırmazlık şeridi, dikişsiz, sürekli bir sızdırmazlık sağlamak için (konveyörün her bir yanında) tek bir uzatılmış şerit olarak sağlanmalıdır.

### E. Uygulamanın güçlüğü

Bir yüklem teknesi sızdırmazlık sistemini seçerken, uygulamanın güçlüğüne uydurmak önemlidir. Bant hızı, malzeme yükü ve serbest bant mesafesi gibi faktörler, uygulamanın uygun bir sistem aldığından emin olmak için gözden geçirilmelidir (**Tablo 13.1**).

## GELİŞMİŞ KONULAR

### Özel Sızdırmazlık Sistemi Tasarımları

Bazı özel durumlar, kombinasyon veya karma sızdırmazlık sistemleri gerektirir. Yüksek basınç altında çok ince malzemenin bulunduğu düz bir besleme bandında,

**Çeşitli Sızdırmazlık Sistemlerinde Bant ve Sızdırmazlık Şeridi Arasındaki Kuvvet**

**Tablo 13.2**

Bant ve Sızdırmazlık Arasındaki Etkin Normal Kuvvet ( $F_{ss}$ )	$F_{ss}$	
	Birimler	
	Metrik	İngiliz
Yan Kenar Tipi	N/m	lb <sub>f</sub> /ft
Kauçuk Plak: SBR Kauçuk—60 ila 70 arası Shore D	45	3
Kendi Kendini Ayarlayan Düz Kauçuk: <i>Martin® Kendi Kendini Ayarlayan Yan Kenar Sistemi</i> veya benzeri	78	5.25
Tek Parça Çoklu Bariyer: <i>Martin® Tek Parça Performance Duty Yan Kenar Sistemi</i> veya benzeri	30	2
Tek Parça Çoklu Bariyer Ağır İş: <i>Martin® Tek Parça Ağır İş Yan Kenar Sistemi</i> veya benzeri	50	3.3

genellikle dışa doğru sızdırmazlığın bir varyasyonu geleneksel dikey şekilde kullanılır.

### Sızdırmazlık Sistemlerinin Güç Gereksinimleri

Malzemeyi bantta tutma konusunda etkili olmak için, sızdırmazlık sistemleri bantta biraz basınç uygulamalıdır. Bu basınç bantta sürtünmeyi, dolayısıyla konveyörün güç tüketimini artıracaktır. Ek güç gereksinimi doğrudan sızdırmazlığın uzunluğuna,

genişliğine ve bantla temasta tutmak için sızdırmazlığa uygulanan basınca bağlıdır. Bandın genişliğinden bağımsızdır.

Konveyör İmalatçıları Birliği (CEMA) (*Referans 13.2*), bir transfer noktasının her iki yanı boyunca monte edilmiş genel kauçuk kenar sızdırmazlıklarının yüklenme teknesi sızdırmazlığına sürtünmesinin hesaplanması için bir formül sunar (**Denklem 13.1**).

#### Denklem 13.1

Yükleme Teknesi Sızdırmazlığı nedeniyle Banda Eklenen Gerginliği Hesaplama

$$\Delta T_{SS} = n \cdot \mu_{SS} \cdot F_{SS} \cdot L$$

**Eldeki veri:** Kauçuk plak yan kenar bandın her iki yanına 6 metre (20 ft) boyunca monte edilmiştir  
**Bulunacak:** Yükleme teknesi sızdırmazlığı nedeniyle banda eklenen gerginlik.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
$\Delta T_{SS}$	Yükleme Teknesi Sızdırmazlığı nedeniyle Banda Eklenen Gerginlik	newton	pound-kuvvet
$n$	Yükleme Teknesi Sızdırmazlıklarının Sayısı	2	2
$\mu_{SS}$	Sürtünme Katsayısı (Per CEMA 575-2000)	0,5 – UHMW 1,0 – Poliüretan 1,0 – Kauçuk	0.5 – UHMW 1.0 – Poliüretan 1.0 – Kauçuk
$F_{SS}$	Uzunluk başına Bant ve Sızdırmazlık arasındaki Normal Kuvvet	45 N/m (Tablo 13.2)	3 lb <sub>f</sub> /ft (Tablo 13.2)
$L$	Konveyörün Çevrili Kısımının Uzunluğu	6 m	20 ft
<b>Metrik: <math>\Delta T_{SS} = 2 \cdot 1 \cdot 45 \cdot 6 = 540</math></b>			
<b>İngiliz: <math>\Delta T_{SS} = 2 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 20 = 120</math></b>			
$\Delta T_{SS}$	Yükleme Teknesi Sızdırmazlığı nedeniyle Banda Eklenen Gerginlik	540 N	120 lb <sub>f</sub>

#### Denklem 13.2

Bandı Harekete Geçirmek için Gerekli Ek Gücü Hesaplama

$$P = \Delta T_{SS} \cdot V \cdot k$$

**Eldeki veri:** Kauçuk plak yan kenar bandın her iki yanına 6 metre (20 ft) boyunca monte edilmiştir. Bant saniyede 3 metre (600 ft/dk) hızla hareket etmektedir. **Bulunacak:** Yükleme teknesi sızdırmazlığı nedeniyle tahrike eklenen güç.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
$P$	Bant Tahrikine Eklenen Güç	kilowatts	Beygir Gücü
$\Delta T_{SS}$	Yükleme Teknesi Sızdırmazlığı nedeniyle Banda Eklenen Gerginlik ( <b>Denklem 13.1</b> 'de Hesaplandı)	540 N	120 lb <sub>f</sub>
$V$	Bant Hızı	3 m/sn	600 ft/dk
$k$	Dönüşüm Faktörü	1/1000	1/33000
<b>Metrik: <math>P = \frac{540 \cdot 3}{1000} = 1,6</math></b>			
<b>İngiliz: <math>P = \frac{120 \cdot 600}{33000} = 2.2</math></b>			
$P$	Bant Tahrikine Eklenen Güç	1,6 kW	2.2 hp

Gerginlik (**Denklem 13.1**) konveyör bandını harekete geçirmek için gerekli ek güçle bağlantılıdır (**Denklem 13.2**).

Not: Bu direnç, malzeme yükünün yüklem teknelerine/aşınma astarlarına sürtünmesine ektir.

Test tesislerinde ve saha durumlarında, birçok yüklem teknesi sızdırmazlık sisteminin, bandın üzerine çok yüksek kuvvet seviyeleriyle bastırılarak ayarlanabileceği bulunmuştur. Bu durumlarda, bandın üzerindeki gerçek sürüklenmeyi eksik tahmin etmeyi önlemek için gerçek gerginlik ölçülmelidir. Başlatma gereksinimleri için makul tahminler ve sonuçta oluşan kuvvetler sahada ölçülmüştür (**Tablo 13.2**) (**Denklem 13.1 ve 13.2**).

İşletim gücü gereksinimleri genellikle başlatma gücü gereksinimlerinin yarısı ila üçte ikisi arasındadır. Eğer gerçek koşullar biliniyorsa, gerçek güç gereksinimleri veya gerginlik ölçülmeli veya hesaplanmalı ve bu denklemlerde kullanılmalıdır.

## DÖKÜNTÜ KONTROLÜNDE SON ADIM

### Sonuç olarak...

Konveyör döküntüsü sorununu çözmede ilk adım olmak yerine, yüklem teknesi sızdırmazlığı, kaçak malzemeyi zapt etme ve serbest kalmasını önlemede son şanstır. Bu iş, malzemeyi zapt etmek ve kenardan uzak tutmak için bant desteği ve aşınma astarı sistemleriyle ne kadar iyi yapılırsa, bandın kenar sızdırmazlık sisteminin performansı o kadar iyi olacaktır. Belirli bir seviyede kendi kendini ayarlayabilen, esnek, çok katmanlı bir sistem, malzemenin bir transfer noktasında etkili şekilde zapt edilmesini sağlayacak ve bantlı konveyörün işlemlerini iyileştirecektir. Periyodik muayene ve bakım ömrü uzatacak, hasarı azaltacak, performansı artıracak ve memnuniyeti yükseltecektir. Bu, bir işletmenin, tasarlanmış bir sızdırmazlık sistemine yaptığı yatırımdan optimum değeri almasını sağlayacaktır.

### İlerideki bölümlerde...

Kenar Sızdırmazlık Sistemleri hakkındaki bu bölüm, Bandı Yükleme kısmını ve ince parçacıklar ve kaçak malzemenin kaçışını önlemek için bir transfer noktasının yüklem bölgesinin sızdırmazlığını sağlama hakkındaki tartışmayı sonuçlandırmaktadır. Bir sonraki bölüm Bandın Dönüş Yoluyla ilgili kısmı, Bant Temizleme hakkında bir tartışmayla başlatmakta; sonraki iki bölüm bu kısmı, Tambur Koruma Sıyırıcıları ve Bant Hizalanması hakkında bilgilerle sürdürmektedir.

## REFERANSLAR

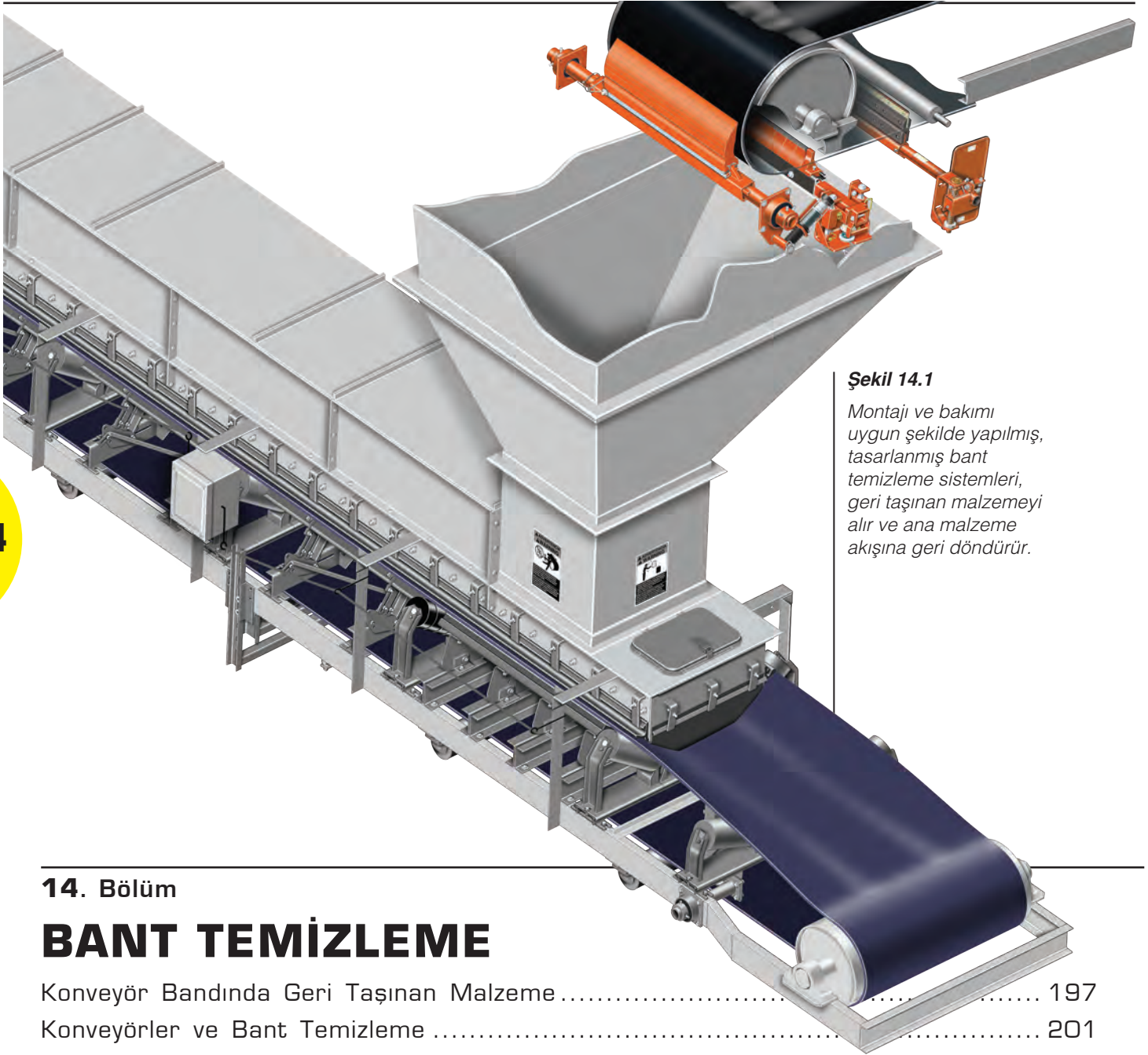
- 13.1 Swinderman, R. Todd, Martin Engineering. (Ekim–Aralık 1995). “Belt Cleaners, Skirting and Belt Top Cover Wear,” *Bulk Solids Handling* Clausthal-Zellerfeld, Almanya: Trans Tech Publications.
- 13.2 Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (2005). “‘Universal Method’ for Belt Tension Calculation.” *BELT CONVEYORS for BULK MATERIALS*, Sixth Edition, sf. 104–129. Naples, Florida.



### 3. KISIM

# BANDIN DÖNÜŞ YOLU

- 14. Bölüm ..... 196  
BANT TEMİZLEME
- 15. Bölüm ..... 244  
TAMBUR KORUMA SIYIRICILARI
- 16. Bölüm ..... 252  
BANT HİZALANMASI



**Şekil 14.1**

Montajı ve bakımı uygun şekilde yapılmış, tasarlanmış bant temizleme sistemleri, geri taşınan malzemeyi alır ve ana malzeme akışına geri döndürür.

## 14. Bölüm

# BANT TEMİZLEME

Konveyör Bandında Geri Taşınan Malzeme .....	197
Konveyörler ve Bant Temizleme .....	201
Temizleme Sistemi Tasarımı .....	204
Bir Bant Temizleme Sistemi Seçme .....	208
Bant Temizlemede Sistem Yaklaşımı .....	211
Sıyırıcı Uç-Bant Basıncı.....	221
Sıyırıcı Montajı .....	224
Sistem Bakımı.....	228
Bant Sıyırıcısı Performansını Değerlendirme .....	230
Tipik Özellikler .....	233
Gelişmiş Konular .....	235
Güvenlik Hususları .....	241
Geri Taşınan Malzeme Kontrolünün Faydaları .....	242



**Bu bölümde...**

Bu bölümde, farklı bant sıyırıcısı tiplerine odaklanıyoruz: tasarımları, uygulamaları, montaj ve bakımları. Geri taşınan malzemenin doğasını ve maliyetini, geri taşınan malzemeyi azaltmadan bant sıyırıcılarının kullanımını ve bunu yaparken performanslarını değerlendirme yöntemlerini ele alıyoruz. Gelişmiş Konularda, bant sıyırıcıları kullanırken gerekli ek gücü belirlemek için kullanılacak denklemler sunuyoruz.

Bir bantlı konveyörde normal dökme malzeme taşıma prosesi, yükün, daha iri taneli, daha kuru malzemenin, ince tanelerin üzerinde ve en büyük toprakların tepede bulunduğu, bandın üzerinde duran bir nemli taneler katmanına ayrılmasıyla sonuçlanır. Topaklar, iri taneli malzemenin çoğu ve ince tanelerin bir kısmı, normal yolda boşalır; iri taneli kum ve ince tanelerin bir kısmı banda yapışır. Geri taşınan malzeme olarak bilinen bu artık malzeme, kuyruk tamburuna dönerken bandın üzerinde geri taşınır. Parçacıklar kurudukça, kohezyon ve adezyon güçlerini kaybederler ve daha sonra dönüş ruloları ve saptırma tamburları tarafından yerlerinden çıkarılırlar. Malzemenin çoğu er ya da geç banttan düşer, bandın altında yığımlar oluşturur; dönüş makaraları, tamburlar ve konveyör yapısı üzerinde birikir veya asılı toz halinde gelir.

Geri taşınan malzeme gibi kaçak malzemelerin temizliği, birçok ciddi kazayla ilişkili bir eylemdir. Ekipman üzerinde ve zeminde biriken geri taşınan malzemenin temizlenmesi yoğun emek ve ekipman gerektirebilir; çoğu zaman birçok personel ekibi ve yükleyiciler ve vidanjörler gibi pahalı ekipman veya hizmetler gerektirir. Montajı ve bakımı uygun şekilde yapılmış tasarlanmış bant temizleme sistemleri, geri taşınan malzemeyi kaldırıp ana malzeme akışına geri döndürerek bu problem azaltmak için ekonomik bakımdan haklı gösterilebilir (**Şekil 14.1**).

**KONVEYÖR BANDINDA GERİ TAŞINAN MALZEME****Kaçak Malzeme olarak Geri Taşınan Malzeme**

Baş tamburunun tahliye noktası ötesinde banda yapışan malzeme olan geri taşınan malzeme, herhangi bir konveyör sisteminde mevcut kaçak malzemenin çoğundan sorumludur. Transfer noktası döküntüsü gibi, geri taşınan malzeme de, konveyör sistemleri için ciddi problemler oluşturur; bakım, duruş süresi ve tesis verimliliğinde etkili olur. Bu problemler kendilerini, bandın merkezden kaçmasına yol açan kaçak malzeme birikmeleri, kısaltılmış bant ömrü, erken bileşen arızaları ve konveyör duruş süresi ve pahalı tamirlere neden olan diğer problemler şeklinde gösterir. Kaçak malzemenin zeminde ve havada toz bulutları şeklinde birikmesi, yangın ve patlama tehlikeleri; kayma, takılma ve düşme tehlikeleri ve sağlık tehlikeleri arz eder. Komşular ve denetleyici kuruluşların istenmeyen dikkatini çeken bir mıknaats haline de gelebilirler. Nereye dökülürse dökülsün, geri taşınan malzeme, konveyör yetersizliklerinin başlıca nedeni ve göstergesidir.

Hasarı ve geri taşınan malzemenin sebep olduğu masrafi kontrol etmek için, konveyör bandı temizleme sistemleri monte edilir. Genellikle, bant temizleme sistemleri, (**Şekil 14.2**).

**Şekil 14.2**

Tipik bant temizleme sistemleri, artık ince taneleri temizlemek için tahliye (baş) tamburuna veya yakınına monte edilmiş bir veya daha fazla sıyırıcı içerir.

### Geri Taşınan Malzemenin Doğası

Geri taşınan malzeme, genellikle bant yükünün en kötü durumudur. Geri taşınan malzeme parçacıkları normalde, genel olarak taşınan malzemeden daha yüksek rutubet içeriğine sahip ve büyüklükleri daha küçüktür. Makaraların üzerinden yuvarlanırken bandın titreşimi bir çöktürme etkisi yaratır. En küçük ince taneler, aşırı rutubetle birlikte, diğer malzemelerden ayrılarak, banda tutunan yapışkan bir karışım oluşturabilecekleri yığının altına yerle-

şir. Banttın ayrıldığında bu karışım, bant temizleme sistemi ve şutun dikey duvarları dahil, diğer yüzeylere tutunacaktır (**Şekil 14.3**). Kurumalarına izin verildiğinde, bu birikmeler, beton kadar sertleşebilir, bant temizleme verimini azaltabilir, banda veya diğer ekipmana zarar verebilir ve şut tıkanma problemlerine yol açabilir (**Şekil 14.4**).

### Geri Taşınan Malzemenin Maliyeti

Geri taşınan malzeme, çoğu zaman, transfer noktası döküntüsünden daha ağır ve maliyetli bir problemdir. Konveyör dönüşü boyunca herhangi bir noktada düşebileceğinden, kaçak geri taşınan malzeme, temizlik ekiplerinin konveyörün tamamı boyunca çalışmasını gerektirecektir. Bu, temizlemeyi, döküntünün daha lokal temizliğinden daha kapsamlı ve pahalı kılar.

Çıkan geri taşınan malzeme makaralar üzerinde birikir, bandın merkezden kaçmasına katkıda bulunan sarıntılar oluşturur (**Şekil 14.5**). İlerleyerek rulmanların içine girer, sürtünmeyi artırır ve rulman aralarına yol açar. Büyük bir Alman linyit madeni şirketi, her yıl işletmesindeki dönüş makaralarının yüzde 12'sini değiştirdiğini hesapladı. Bu değişimlerin kabaca yüzde 30'una, malzemenin bant hattı boyunca serbest kalmasından kaynaklanan, makaranın destek halkası veya yüzeyindeki aşınma neden olmaktadır.

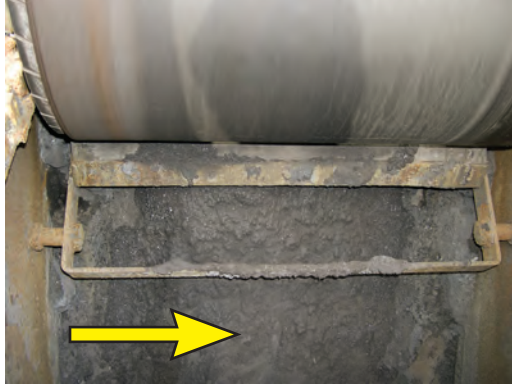
Geri taşınan malzeme konveyörün döner bileşenleri üzerinde eşit olmayan bir biçimde biriktüğinden, bandın merkezden kaçmasına neden olur, malzeme döküntüsüne ve konveyörlerin merkezden kaçık yüklenmesine yol açar. Konveyör bandının merkezden kaçması, kısaltılmış bant ömrüne, bakım ve temizlik için aşırı işçilik maliyetlerine, programlanmamış duruş süresine ve güvenlik tehlikelerine yol açar.

### Geri Taşınan Malzeme Miktarını Ölçme

Geri taşınan malzeme problemini daha iyi anlamak için, banda yapışkan ve geri taşınan malzemenin miktarı belirlenmelidir. Problemin miktarı belirlendiğinde, monte edilen bant temizleme sistemlerinin

**Şekil 14.3**

Banttın ayrılan geri taşınan malzeme, bant temizleme sistemi ve şutun dikey duvarları dahil, diğer yüzeylere tutunabilir.



**Şekil 14.4**

Kurumalarına izin verildiğinde, geri taşınan malzeme birikmeleri, beton kadar sertleşebilir, bant temizleme verimini azaltabilir, banda veya diğer ekipmana zarar verebilir ve şut tıkanma problemlerine yol açabilir.



**Şekil 14.5**

Açığa çıkan geri taşınan malzeme makaralar üzerinde birikir, bandın merkezden kaçmasına yol açan ovalleşmiş bileşenler oluşturur.

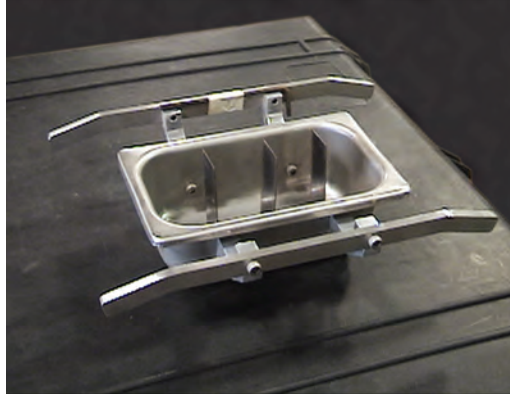


ne kadar etkili olduğunu ve ek temizleme sistemleri ve iyileştirilmiş sıyrıcı bakım programları şeklinde hangi çabaların gerektiğini belirlemek daha kolaylaşır. Geri taşınan malzeme, bant yüzeyinin malzeme taşıyan kısmının metrekaresi başına gram ( $gr/m^2$ ) cinsinden malzemenin kuru ağırlığı olarak ölçülür. Avustralya'daki dökme malzeme taşıma endüstrisi, belirli bir bantta geri taşınan malzeme miktarını tam olarak değerlendirmek için sistemlerin tasarlanmasında ve kullanılmasında lider olmuştur. Bu sistemler, bant temizleme ekipmanının başarısını değerlendirmek, yeni ekipmanın tasarımına yardımcı olmak ve bant temizleme performansı sözleşmelerini izlemek için kullanılmıştır.

Geri taşınan malzemenin miktarını belirlemenin birkaç yolu vardır. Geri taşınan malzemeyi durdurulmuş (kilitlenmiş) banttan elle kazımak için bir spatula kullanarak bandın bir kısmından küçük bir numune alınabilir. Ölçülen bir alanı kazıyıp, malzemeyi bir tavada veya plastik bir levhanın üzerinde toplayıp, daha sonra malzemeyi tartarak, birim alan başına geri taşınan malzeme için bir değer hesaplanabilir. Bu yöntemin bir dezavantajı, bandı durdurma sürecinde, geri taşınan malzemenin miktar ve özelliğinin değişecek olmasıdır.

Bant temizleme konusunda öncü Dick Stahura tarafından geliştirilen bir yöntem, kazıyıcı uçlar takılı bir geri taşınan malzeme toplama tavası kullandı (**Şekil 14.6**). Bu tava, artık malzemeyi çıkarmak ve tavada toplamak için hareket eden bandın dönüş tarafına dayalı tutulmak üzere tasarlanmıştı. Güvenlik kaygıları nedeniyle, bu yöntem otomatikleştirildi ve Uluslararası Konveyör Teknolojisi (ICT) grubu için Avustralya'nın Newcastle Research Associates, Ltd Üniversitesi (yaygın ismiyle TUNRA Grup) tarafından geliştirilen geri taşınan malzeme ölçme aleti ortaya çıktı. Bu ICT Geri Taşınan Malzeme Ölçüm Aleti, önceden belirlenen bir süreyle sabit hızda bandın üzerinde gitgel yapan hareketli bir numune alıcısını kullanarak, bant genişliğinin tamamından numune alma kabiliyetine sahiptir (**Şekil 14.7**).

Bu test yöntemleri, belirli bir zaman aralığı için geri taşınan malzeme seviyelerinin ve temizleme performansının anlık bir görüntüsünü sağlar. Malzeme özellikleri, saatlik taşınan malzeme veya iklim koşulları, bantta kalan malzeme miktarını büyük ölçüde değiştirebilir; bu nedenle, geri taşınan malzemeyi periyodik olarak belirleyecek bir program uygulamaya konmalıdır.



**Şekil 14.6**

Bant temizleme konusunda öncü Dick Stahura, kazıyıcı uçlarla donatılmış bir geri taşınan malzeme toplama tavası geliştirdi.



**Şekil 14.7**

ICT Geri Taşınan Malzeme Ölçüm Aleti, önceden belirlenmiş bir süreyle sabit bir hızda, bantta gitgel yapan hareketli bir numune alıcısını kullanır.



**Şekil 14.8**

Bu alınan numuneyi bir ortalama geri taşınan malzeme miktarı kabul ederek veya birkaç numune alıp, daha kesin sonuçlar için bunların ortalamasını alarak, bandın üzerinde mevcut geri taşınan malzemenin ortalama miktarını ve standart sapma olarak beklenen değişikliği belirlemek mümkündür.

### Geri Taşınan Malzeme Hesaplamaları

Bu alınan numuneyi bir ortalama geri taşınan malzeme miktarı kabul ederek veya birkaç numune alıp, daha kesin sonuçlar için bunların ortalamasını alarak, bandın üzerinde mevcut geri taşınan malzemenin ortalama miktarını ve standart sapma olarak beklenen değişikliği belirlemek mümkündür (Şekil 14.8).

Bant tertibatının bir kısmından çıkarılan görünürde az miktarda bir gramlık (0.035 oz) geri taşınan malzeme, bu bantta önemli bir miktarda geri taşınan malzeme kalacağını, banttan önemli miktarda malzeme çıkabileceğini ve daha sonra bu tek konveyörün altında birikebileceğini gösterir (Şekil 14.9). Konveyörden toplanan bu bir gram malzeme, birçok restoranda masaların üzerinde bulunan küçük yapay tatlandırıcı paketlerinde bulunan malzemeyle aynı

miktarda olacaktır. Bununla birlikte, modern konveyörlerde görülen bant uzunluğu, genişliği ve hızıyla, bu küçük geri taşınan malzeme miktarı, her yıl bantta bırakılan tonlarca malzeme haline gelir. Bu malzeme daha sonra konveyörün dönüşü boyunca banttan düşecek, ekipmanı kirletecek ve onarması zaman, efor ve para alacak bir karışıklık yaratacaktır.

Yukarıdaki örnekte kullanılan bir gramlık malzeme, geri taşınan malzemenin küçük bir miktarını temsil eder ve bazılarında bu bandın zaten temiz olduğunu düşündürür. Daha genel olarak, konveyör bantlarındaki malzemenin gerçek ölçümü, geri taşınan malzemeyi 7 ila 250 gram / metrekare (0.2 ila 7.3 oz/1.2 yd<sup>2</sup>) arasında gösterir. Bu malzeme asılı toz haline gelir ve/veya konveyör altında yığınlar halinde birikir veya döner bileşenlerin üzerinde ve çevresinde birikir.

Daha “bilimsel” bir ölçüm, banttan, tahliye noktasından hemen sonra numune almak ve daha sonra, bant, konveyördeki yük bölgesine girmeden hemen önce yeniden numune almak olacaktır. Tahliye noktasından sonra banda ne kadar malzeme yapıştığını göstermenin yanında, bu, dönüş yolunda banttan ne kadar geri taşınan malzeme düştüğünün ölçümünü de verecektir. Bu malzeme yalnızca proste kaybedilmez, aynı zamanda bu geri taşınan malzeme dönüş makaraları ve tamburlarda birikerek, gelecekte bakım problemleri de doğurur.

### Malzemeyi Analiz Etme

Bantta nasıl davranacağını tespit etmek için dökme malzemeyi test etmek faydalıdır. Bu davranış birtakım parametrelere bağlıdır: dökme yoğunluğu, arayüz sürtünmesi, arayüz kohezyonu, arayüz adezyonu ve bandın kendi durumu. Testler (tamamı değilse de) çoğu malzeme için, kohezyon (kendine yapışma) ve adezyonun (banda yapışma), rutubet arttıkça arttığını göstermiştir. Bu davranış, çan eğrisinde gösterildiği şekilde, kritik bir noktaya; malzemeyi akışkanlaştırmaya başlamak ve kohezyonu azaltmak için yeterince nem uygulanıncaya

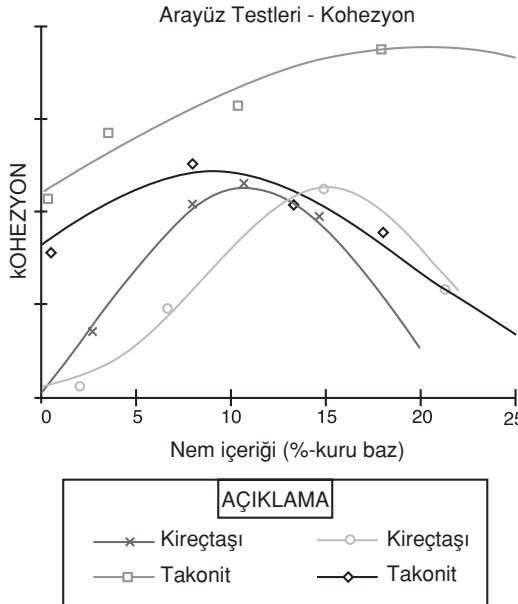
Şekil 14.9

Bandın üzerinde bırakılan az bir miktarda geri taşınan malzeme dahi, birikerek konveyörün altında önemli yığınlar oluşturabilir.



Şekil 14.10

Testler, malzemeyi akışkanlaştırmaya başlamak ve kohezyonu azaltmak için yeterince nem uygulanıncaya kadar, rutubet arttıkça kohezyon ve adezyonun arttığını göstermiştir. Rutubet içeriğiyle adezyon ve kohezyondaki tam değişim, malzemeden malzemeye ve sahadan sahaya farklılık gösterecektir. Not: Rutubet içeriği, malzemenin ıslak ve kuruduktan sonraki hali arasındaki ağırlık kaybı %'sidir.



kadar cereyan eder (**Şekil 14.10**). Rutubet içeriğiyle adezyon ve kohezyondaki tam değişim, malzemedan malzemeye ve sahadan sahaya farklılık gösterecektir.

Sürtünme ve kohezyon değerlerinden matematiksel olarak hesaplanabileceğinden bir malzemenin adezyonunu belirlemek için yapılacak test işlemi atlanabilir. Optimum temizleme basıncı, bu sonuçlar ve bant sıyırıcısının özellikleri (sıyırma açısı, uç profili ve uç alaşımı) kullanılarak belirlenebilir. Geri taşınan malzeme tabakasını konveyör bandından temizlemek için gereken belirli bir uç-bant basıncındaki bant sıyırıcılarının sayısını kestirmek için ileri düzey modelleme teknikleri kullanılır. (*Dökme malzeme testi hakkında daha fazla bilgi için bkz. 25. Bölüm: Malzeme Bilimi*)

Hatırlanması gereken önemli bir husus, konveyörün bandın ömrü içinde er ya da geç “en kötü durum malzemesini” göreceğidir.

## KONVEYÖRLER VE BANT TEMİZLEME

### Tasarlanmış Bant Temizleme Sistemlerinin Yükselişi

Uzun yıllar boyunca, bant sıyırıcıları, çoğu zaman bir kauçuk plak, kullanılmış bant tertibatının artık bir parçası veya yapıya sıkıştırılmış veya bir denge ağırlıyla banda dayalı tutulan bir kereste parçası gibi ev yapımı işlerdi (**Şekil 14.11**). Bu sistemlerin kullanışsız, hantal ve genellikle etkisiz olduğu görüldü. Tesis işletme gereksinimleri, daha geniş, daha hızlı, daha derin oluklu ve daha ağır yüklü konveyörlerin kullanılmasını gerektirdi. Bu gereksinimler, pahalı bantların ve diğer konveyör bileşenlerinin hizmet ömrünü uzatarak tesisin yatırımını korumak için, tasarlanmış bant temizleme sistemlerinin geliştirilmesine yol açtı. Bu sistemler genellikle bir yapısal destek (ana gövde), temizleme elemanı (uç) ve gergi mekanizmasından oluşur.

Tasarlanmış temizleme sistemleri, sıyırıcının tahliye şutuna monte edilebilmesini sağlayarak alan gereksinimlerini azaltmak için tasarlanır. Uç değişimini kolaylaştırarak,

bakım süresi ve işçilik gereksinimleri en aza indirilir. Plastik, seramik ve tungsten karbür gibi gelişmiş malzemeler ekleyerek, ucun hizmet ömrü daha da uzatılır ve bakım gereksinimleri azaltılır. Sıyırıcı ucunun tasarımı ve ucu banda dayalı tutan gergi mekanizmaları iyileştirilerek, temizleme performansı artırılır. Tasarlanmış temizleme sistemlerinin kullanılmasıyla, bandın dönüş tarafında hareket eden yapışkan ince taneler kütlesi ve rutubet neredeyse tamamen temizlenebilir.

### Sıyırıcının Performansını İzleme

Geri taşınan malzemenin ölçülebilmesi, belirli bir malzeme taşıma tesisi ve dökme malzeme için bant temizleme performansı şartnamesinin geliştirilmesine izin verir. Tam bir şartname, tesis için ortalama geri taşınan malzeme açısından gerekli performans detaylandıracaktır. Tedarikçinin, ortalama geri taşınan malzeme seviyelerinin aşılmamasını garanti ederek, bant temizleme sisteminin tasarlaması, sağlaması, monte etmesi, hizmete alması ve bakımını yapması istenmelidir.

Bant temizleme sistemi monte edildikten sonra, sistemin performansını değerlendirmek için geri taşınan malzeme testleri yapılmalıdır. Devam eden bir test ve kayıt tutma programı, periyodik bakım gereksinimleri hakkında bilgi verecek ve temizleme sistemi bakımı ve üst seviyeye yükseltme fırsatları hakkında geri ödeme verileri sağlayacaktır.

Geri taşınan malzeme testi vasıtasıyla bant temizleme performansını izleyerek,



**Şekil 14.11**

Uzun yıllar boyunca, bant temizleme sistemleri ev yapımıydı.

tesis, daha etkin temizleme sistemlerine yükseltmenin sağlayacağı olası tasarrufu değerlendirebilir.

Kurum içi departmanlar tarafından uygulamaya konan performans analizi ve bakım programları, tesisin önüne başka şekilde çıkan büyük zorluklar nedeniyle nadiren bir öncelik olarak görülür. Bant temizleme ekipmanına yapılan bir yatırımdan sonuç almanın en kolay yolu, hizmet işini, bant temizleme sistemlerinin tedariki, montajı, bakımı ve analizinde bir uzmana vermektir.

### Konveyörleri Etkili Temizleme için Tasarlama

Yeni konveyörlerin yapımı üzerinde düşünülürken, tasarım gereksinimlerine bant sıyrıcısı performansı için bir şartname dahil edilmesi arzu edilir. Bu şartname, temizleme sisteminden geçen, gram / metrekare (oz/ft<sup>2</sup>) cinsinden ölçülmüş geri taşınan malzeme miktarı için bir pay içermelidir. Geri taşınan malzemenin sözleşmede belirtilen seviyenin altından tutulmasını sağlamak için, tesis sahipleri, yeterli sıyrıcı sistemlerine sahip konveyör sistemleri talep etmeli ve mühendisler tasarlamalıdır. Bu, tasarımcıyı, bant temizleme sisteminin montajı ve bakımı için yeterli alan ekleme ve konveyöre, etkin bant temizliği hedefine uygun bileşenler dahil etme yönünde teşvik edecektir.

Bant temizleme cihazlarının kullanılmasında yaygın bir problem, yeterli bir çoklu bant sıyrıcısı sistemi için üst gövde ve yuvarının tasarımında yetersiz alan sağlanmadığı

ğında ortaya çıkar. Bu genellikle, konveyör mühendisleri, özellikle en kötü durumunda taşınan malzemenin gerçek doğasını hesaba katmadığından olur. Konveyör mühendisleri, açıklık ve erişim için tasarımı, Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliğinin (CEMA) tavsiyelerine göre yapmalı ve tasarım, kurulum ve bant montajından sonra şutta delikler açmak da dahil, bant sıyrıcısı üreticisinin uygun sistemi oturtmasına ve monte etmesine izin vermelidir.

Etkili bant temizliğinin bir anahtarı da ucu banda eşleştirmektir. Şüphesiz uç bandın şekline ne kadar uyarsa, o kadar iyi temizleyecektir. Bir konveyör sisteminin tasarımında, bant, bant sıyrıcısından geçerken ucun bantla temas halinde kalmasını güçleştiren her şey önlenmelidir. Bu arzu edilmeyen faktörler, kanat tamburlarını, sarıntılı tamburları ve kötü seçilmiş ve kötü monte edilmiş kaplamayı içerir. Bandın yüzeyindeki herhangi bir sarsıntı veya titreşim, temizleme verimini düşürür ve bandın ömrünü olumsuz etkiler.

Vulkanize bant ekleri, bant temizleme sisteminin optimum performansını sağlamak için bandı eklemenin tercih edilen bir yöntemidir. Yanlış monte edilmiş mekanik sabitleme elemanları, bant sıyrıcılarına takılabilir ve bunların sıçramasına ve titreşmesine veya “gıcırdamaya” neden olabilir. Sıyrıcı ve bant ekinin gereksiz hasarını önlemek için mekanik eklemeler daima üreticinin tavsiyelerine göre gömülmelidir.

Bir bant sıyrıcısı taktuktan sonra, etkili performansı korumak için periyodik muayene, ayar ve bakım gereklidir. Sıyrıcıların dayanıklılık ve basit bakım için tasarlanması gerektiği gibi, konveyörlerin kendisi de, erişim için gerekli açıklıklar dahil, kolay bakıma izin verecek şekilde tasarlanmalıdır.

### Bant Deviriciler

Kirli bir bandın dönüş makaralarına temasından kaynaklanan problemleri gidermek için, bir konveyör bandı, tahliye noktasını geçtikten sonra 180 derece bükülebilir. Bu “devirici”, bandın yük taşıyan tarafını yukarıya alır ve bandın temiz yüzeyini

#### Şekil 14.12

Kirli bir bandın dönüş makaralarına temasından kaynaklanan problemleri gidermek için, “çevirme” işlemi bandın temiz yüzeyini dönüş makaralarıyla temasa geçirir.



dönüş makaralarıyla temasa geçirir (**Şekil 14.12**). Teorik olarak, geri taşınan malzeme, dönüş yolu boyunca hareket ederken bandın üzerinde kalmalıdır. Yük bölgesine girerken bandın üst kaplamasını uygun konumlandırmak için, kuyruk kısmına girerken bant yeniden 180 derece geri çevrilmelidir. Bandın 180 derece devrilmesini gerçekleştirmek için gerekli mesafe, konveyörün her iki ucunda bant genişliğinin 12 ila 20 katıdır.

Deviriciler, konveyörün altında ek dikey alan kullanan özel bir yapı ve rulolar gerektirir. Bu nedenle, deviricilerin kullanımı genellikle yalnızca uzun yerüstü konveyörlerinde savunulabilir.

Diğer bir mesele de geri taşınan malzemenin, dönüş yolu boyunca kuruması ve aslı hale gelebilmesidir.

Bandın bükülmesi, bandın kirli tarafının devirici rulolara temas etmesine neden olur. Bu, makara hizası ve temizliğinin en kritik olduğu noktada gerçekleştiğinden, buradaki kaçak malzeme özellikle problemlidir. Bant büküldüğünde ortaya çıkan geri taşınan malzemeyi en aza indirmek için, konveyörün tahliye noktasına etkili bir bant temizleme sistemi monte edilmelidir. Çoğu zaman, bir devirici sistem monte etmek yerine, bir wash box (yıkama teknesi) gibi gelişmiş bir temizleme sistemi monte etmek maliyet açısından daha etkindir.

### Bant Tertibatı ve Bant Sıyırıcıları

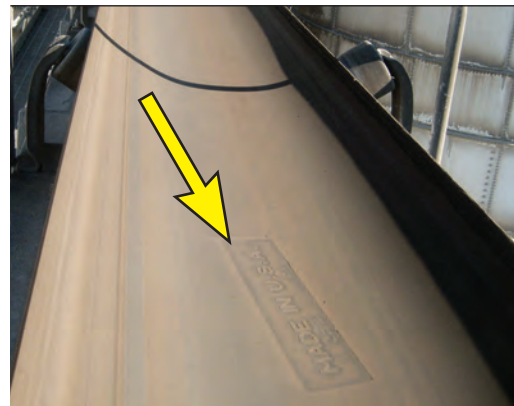
Bandın durumu, bant temizleme sisteminin performansı üzerinde dramatik bir etkiye sahip olacaktır. Elemanlara, kimyasal saldırıya veya bant kaçıklığına maruz kalması nedeniyle çatlamış, yıpranmış, katmanlarına ayrılmış veya oyulmuş bir bandı temizlemek zordur. Bant temizliği, bant yüzeyindeki, polivinil klorür (PVC) bant tertibatında görülenler gibi şekiller tarafından güçleştirilebilir. Bu durumlar her ikisinde de, tek etkili yöntem, bandı yıkayarak artık malzemeyi temizlemektir.

Bazı bant tertibatı üreticileri, bantların üst kaplamalarına kimlik numaralarını ve kurumsal logolarını kabartmayla işlemeye

düşüncesizce devam etmektedir (**Şekil 14.13**). Bu uygulamanın pazarlama değerini takdir etmek kolaydır. Bununla birlikte, bantların üst kaplamalarındaki bu ambleslerin, konveyör sistemlerinin etkili şekilde temizlenmesi ve sızdırmazlıklarının sağlanmasında oluşturabileceği güçlüklerin farkına varmak da bir o kadar kolaydır. Daha iyi bir uygulama, markaları, bantların alt kaplama tarafına yerleştirmektir.

Çelik kablolu bantların yüzeyinde çoğu zaman, kauçuğun içine gizlenmiş kabloların şekli görülür. Bu, bantta sert ve yumuşak damarların bulunduğu etkisini verir. “Damarları” ortadan kaldırmak için, temizleme basıncı gerekenin ötesinde artırılır, dolayısıyla bant kaplaması ve temizleme uçlarındaki aşınma da hızlanır.

Tüm bant temizleme yöntemleri ve uç malzemeleri, bandın üst kaplamasını bir dereceye kadar aşındırır. En az bir bant tertibatı üreticisi, bu aşınma için bir faktörü üst kaplamanın tasarımına dahil eder. Genel olarak, bandı, kirin içinde veya bant temizlenmediğinde ortaya çıkan, dönmeyen veya hasar görmüş makaralar üzerinde sürükleyerek hızla aşındırmak yerine, bant temizleme sistemleri monte ederek yavaşça aşındırmanın daha iyi olduğu kabul edilir. Gerçekte, iyi tasarlanmış bir temizleme sistemi, bant kaplamasının ömrü üzerinde, malzemenin bandın üstüne yüklenmesinden daha az olumsuz etkiye sahiptir. Üst kaplama seçiminde, bant temizliğine dair kaygılar yerine malzeme yüklemesinde dikkate alınacak hususlar belirleyici olmalıdır.



**Şekil 14.13**

Bazı bant tertibatı üreticileri, kurumsal logolarını bantların üst kaplamalarına kabartmayla işleyerek, konveyör sistemlerinin temizliğinde ve sızdırmazlığında problemlere neden olmaktadır.

Bazen, genel olarak “iyi durumda” olan bir konveyör bandı, geleneksel temizlik yöntemlerini daha az etkili kılan, bir boylamasına oluk hasarına maruz kalacaktır. Bu boylamasına hasar, banda sıkışan bir malzeme topağı veya döküntü demir gibi birçok kaynaktan doğabilir. Temizleme verimini artırmak için, oluk, bir üretilen yama uygulanarak kapatılabilir. Bu yamalama bileşiminin, bandın ömrü boyunca birkaç defa yeniden uygulanması gerekebilir. Bir hava bıçağı, fırçalı sıyrıcı veya alternatif bir cihazla lokal temizlik de, bandı daha uzun süre hizmette tutmanın bir çözümü olabilir.

### Temizlemenin Bant Ömrü Üzerinde Etkisi

Hareket eden banda karşı, tasarlanmış bir bant temizleme sistemi kullanılması, bir bandın hizmet ömrünü ne kadar kısaltacağı dikkatle düşünülmesi gereken bir meseledir. Aşınma mekanizmaları, büyük ölçüde uç ve üst kaplamada oluşan ısı miktarına bağlıdır. Sahadaki gözlemler, özellikle elastomerik uç malzemeleri için, uç ve banttaki en yüksek aşınmanın, bandın üzerinde hiçbir malzeme bulunmadığında gerçekleştiğini göstermektedir.

R. Todd Swinderman ve Douglas Lindstrom tarafından yapılan “Bant Sıyrıcıları ve Bant Üst Kaplama Aşınması” adında bir araştırma çalışması, bant sıyrıcılarının bant tertibatının ömrünü olumsuz etkileyip etkilemediği konusunu inceledi (*Referans 14.1*). Bu çalışmanın sonuçları, bir bant sıyrıcısının bant aşınmasına neden olabileceğini, fakat aşınma hızının hala, bandın

aşındırıcı geri taşınan malzemenin içinden, sıyrıcıların faydası olmadan geçmesine izin vermekten daha az olduğunu gösterdi.

Tasarlanmış temizlik ve sızdırmazlık sistemleri kullanan tesislerdeki bant ömrü ve bant arızalarını, bu sistemleri kullanmayan tesislerdekilerle karşılaştıran bir çalışmada benzer sonuçlar bildirildi. Hindistan’da gerçekleştirilen bu araştırma, linyit, kireçtaşı ve demir cevheri taşıyan tesislerdeki 213 bantta 300.000 üzerinde çalışma saatini gözden geçirdi. Bu çalışma, tasarlanmış temizlik ve sızdırmazlık sistemleri kullanan tesislerin, bunlarla donatılmamış tesislerdeki bantlardan ortalama yüzde 150 daha uzun dayanan (ve temizlik için harcanan işçiliğin yalnızca yüzde 50’sini gerektiren) bantlara sahip olduğunu gösterdi. Çalışan tesisler üzerinde yapılan bu araştırma, her ne kadar bant temizleme sistemleri bant kaplamasında biraz aşınmaya neden olsa da, nihai sonucun “bant ne kadar temizse, o kadar uzun ömürlü olacaktır” olduğunu gösteren laboratuvar araştırmasını tekrarlamaktadır.

## TEMİZLEME SİSTEMİ TASARIMI

### Etkili Temizleme Sisteminin Temelleri

Etkili bir bant temizleme sisteminin temelleri aşağıdaki kriterleri içerir: çok ileriye, malzeme akışının dışına ve banda minimum riskle monte edilmesi.

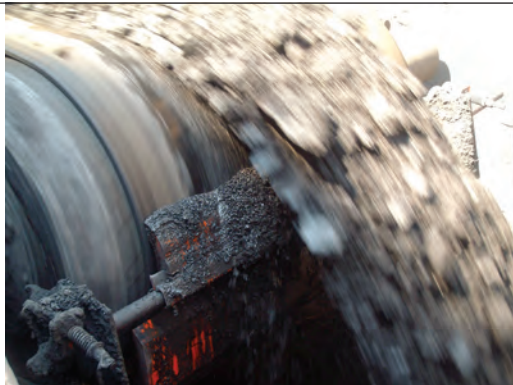
### Çok İleriye

Geri taşınan malzemenin tesise salınmasını en aza indirmek için, bant temizliği konveyörün dönüş yolunun mümkün olduğunca ilerisinde gerçekleştirilmelidir (**Şekil 14.14**).

Genellikle, bandın hala baş tamburla temasta olduğu bir noktaya en az bir sıyrıcı monte edilir. Normalde, bu sıyrıcı, baş tamburunun yüzeyine, malzemenin bandı terk ettiği noktanın hemen altına monte edilir. Primer konum adı verilen bu yer, geri taşınan malzemenin burada derhal ana malzeme akışına döndürülmesi gibi önemli bir avantaj sağlar. Bu, geri taşınan malze-

**Şekil 14.14**

Geri taşınan malzemenin tesise taşınmasını en aza indirmek için, bant temizliği konveyörün dönüş yolunun mümkün olduğunca ilerisinde gerçekleştirilmelidir.





menin döner bileşenlere ve tesis ortamına salınma olasılığını azaltır. Uç-bant basıncının kontrolü, sıyrıcılar bandın üzerinde gerilmiş ve bant hala baş tamburuna dayalı iken daha hassastır. Baş tamburu, üzerine sıyrıcının monte edilebileceği sağlam bir yüzey sağlar.

Mevcut alanı kullanma ve ilk sıyrıcıyı, primer konum kabul edilen yere monte etme, sekonder ve tersiyer konumlara bir veya daha fazla sıyrıcı monte edilmesi için daha çok boş alan sağlar. Primer sıyrıcıda olduğu gibi, eklenen her bir sıyrıcı ne kadar ileriye monte edilirse, geri taşınan malzemenin kaçma ihtimali ve geri alınan malzemeyi akışa döndürmek için damlatma şutları veya süpürücü konveyörler gibi cihazlara duyulan ihtiyaç o kadar azalır.

### **Malzeme Akışının Dışına**

Sıyrıcıların malzeme akışının dışına monte edilmesi ve banttan temizlenen malzemenin uçların veya yapının üzerine yapışmaması veya birikmemesi önemlidir (**Şekil 14.15**).

Malzemenin yoluna monte edilmiş bir sıyrıcı, uçların destek çerçevesinde ve arkasında erken aşınmaya maruz kalarak, sıyırma kenarı aşınmadan önce uçların değiştirilmesini gerekli kılabılır. Bir sıyrıcının primer konuma, tercih edilen şekilde yerleştirilmesi, sıyrıcının, sıyrıcı ucun uç kısmı, tamburun yatay merkez hattı altında olacak şekilde monte edilmesini içerir.

Malzeme yolunun dışına monte edilen bir sıyrıcıda yine de dış yüzeylerine yapışan bir malzeme birikmesi meydana gelebilir. Sıyrıcılar, malzeme adezyonu ihtimalini en aza indirecek şekilde tasarlanmalıdır. Bu, malzemeyi yakalayabilecek düz yüzeyler ve cepler önlenerek ve sıyrıcı yapımı için yapışmayan malzemeler kullanılarak gerçekleştirilir. Uygun ortamda, bandın yüzeyine -veya sıyrıcılara- püskürtülen su, malzemenin yumuşatılmasına ve malzeme birikmesinin en aza indirilmesine yardımcı olur. (Bkz. 24. Bölüm: *Bant Yıkama Sistemleri*)

### **Banda Minimum Riskle**

Bir bant temizleme cihazının seçiminde göz önünde bulundurulması şart olan bir husus da, sıyrıcının, korumak üzere monte edildiği sistemler olan banda veya bir bant ekine zarar verme riskini en aza indirmektir. Bant temizleme sistemleri, bantla birlikte bir bant eki, bandın hasarlı bir kısmı veya başka bir engel sıyrıcıdan geçtiğinde, ucun banttan uzaklaşabileceği şekilde tasarlanmalıdır. Sıyrıcının germe sistemleri, özellikle atak açısının daha dar olduğu primer sıyrıcıda, bant eki darbesinin şokundan rahatlama sağlayacak bir mekanizma içermelidir.

Çok fazla temizleme basıncına sahip agresif bir primer sıyrıcının, bandın üst kaplamasını daha hızlı aşındırma eğilimi olacaktır. Bu sıyrıcılar, doğaları gereği, çıkıntılı bir bant eki veya bandın kavlamış parçasına takılma riskini artırır.

Bantla temasa geçirilecek uygun bir malzeme seçerken dikkatli olunmalıdır. Kullanılmış bant şeritleri gibi malzemeler asla bir bant temizleme veya sızdırmazlık malzemesi olarak kullanılmamalıdır, çünkü bunlar çelik kablolar veya kort bezi vs. içerebilir. Bu gömülü malzemeler, bandın üst kaplamasında aşırı aşınmaya neden olur.

### **Bant Sıyrıcı Tasarımının İlkeleri**

Fırçalı ve pnömatik sistemler başta olmak üzere başka bant temizleme sistemleri mevcut olsa da çoğu bant sıyrıcıları, uçlı sıyrıcılardır: Malzemeyi bandın yüzeyinden kazıyıp çıkarmak için bir uç kullanırlar. Bu cihazlar, sıyırma kenarını banda dayalı tutmak için (bir yay, tazyikli hava deposu



**Şekil 14.15**

*Bant sıyrıcıları malzeme akışının dışına monte edilmelidir.*

Tablo 14.1

Minimum Bant Sıyırıcı Ucu Kapsama Alanı			
Metrik Standart Bant Boyutları* (mm)		İngiliz Biriminde Standart Bant Boyutları (inç)	
Bant Genişliği	Min. Sıyırıcı Kapsama Alanı	Bant Genişliği	Min. Sıyırıcı Kapsama Alanı
300	200	18	12
500	330	24	16
650	430	30	20
800	530	36	24
1000	670	42	28
1200	800	48	32
1400	930	54	36
1600	1070	60	40
1800	1200	72	48
2000	1330	84	56
2200	1470	96	64
2400	1600	108	72
2600	1730	120	80
2800	1870		
3000	2000		
3200	2130		

CEMA'ya göre hazırlanmıştır; \*Metrik ölçüler, İngiliz birimlerinin dönüşümlerine değil, standart metrik bant boyutlarına dayanmaktadır.

veya bükülü elastomerik eleman gibi) bir enerji kaynağı gerektirir. Doğrudan banda temas eden uç, abrasif aşınmaya maruz kalır; periyodik olarak yeniden ayarlanmalı ve temizleme performansını korumak için sonunda değiştirilmelidir.

### Bandı Kapsama

Genel olarak, bir sıyırıcının uçları, bandın tam genişliğini kapsamaz, çünkü malzeme taşımak için genellikle bandın tam genişliği kullanılmaz. CEMA, bant genişliğine dayalı minimum uç kapsama alanını belirtir (Tablo 14.1).

Çeşitli bant sıyırıcısı üreticilerinin kendi standartları veya tipik uç kapsama alanları vardır. Birçok üretici, minimum kapsama alanından daha fazlasına izin verir, fakat uç genişliğinin nadiren bant genişliğine eşit veya ondan büyük olması gerekir.

Daha iyi sıyırma için, bandın üzerindeki malzemenin taşıma genişliği gözlemlenmeli veya hesaplanmalı ve sıyırıcı uç genişliği ona göre yapılmalıdır.

Bazı durumlarda, bandın üzerindeki malzeme yükünden daha geniş bir uç genişliği kullanmak, arzu edilmeyen aşınma şekillerine yol açabilir. Ucun orta kısmı, ucun, bandın dış kısmındaki bölümünden daha hızlı aşınacaktır, çünkü merkezde daha aşındırıcı yük malzemesi vardır. Sıyırma ucunun dış kısmı, daha sonra ucun orta kısmını banttan uzak tutacaktır. Bu durumda geri taşınan malzeme bant ve ucun arasından akarak, ucun bu orta kısmındaki aşınmayı hızlandırır (Şekil 14.16).

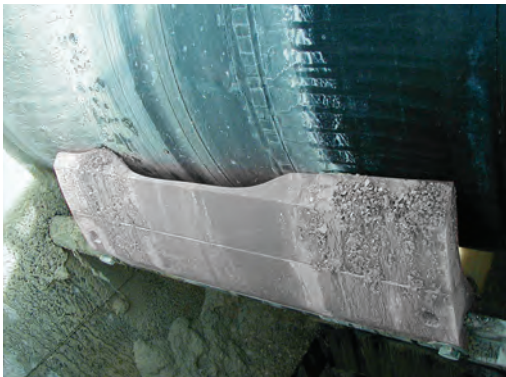
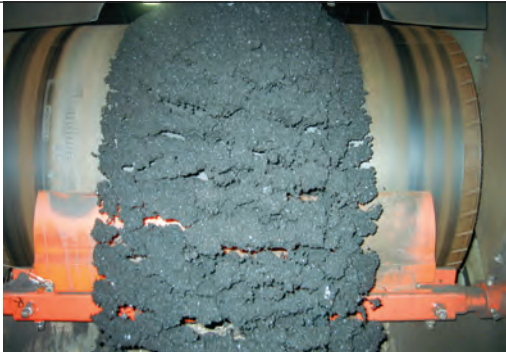
Bandın üzerindeki malzeme de uç için bir yağlama ve soğutma etkisi sağlar; dolayısıyla, sıyırıcı ucunun malzeme genişliğinden fazla genişlikte seçilmemesine dikkat edilmelidir. Bu yağlama etkisi olmadan, dış kenarda oluşacak ısı birikimi, ucun arızalanmasına ve/veya banda zarar vermesine neden olabilir.

Bant üzerindeki uç kapsama alanının daraltılması, ısı probleminin hafifletilmesine yardımcı olabilir. Bununla birlikte, özellikle

Şekil 14.16

Üst: Ucun malzeme akışından daha geniş olduğu bir durumda, ucun ortası, dış ağızlardan daha hızlı aşınabilir.

Alt: Ucun ortası aşındıkça, malzemenin, ucun içine geçmesine izin verir; dış ağızlar malzemedan uzak kalacak ve bu şekilde aşınmayacaktır.

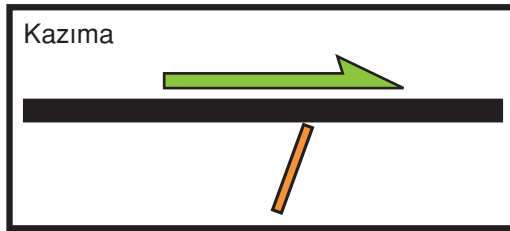
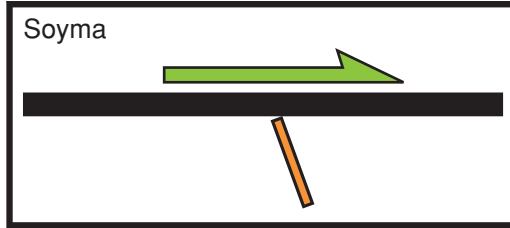


kavislenmiş bir bantta, uç kapsama alanını azaltırken dikkat edilmelidir. Eğer bant bir sıyrıcı ucunun ağzı üzerine kıvrılırsa, ucun keskin ağzına maruz kalır. Bazı sıyrıcılar, bu problemi önlemek için dış ağzlarında daha esnek, metalik olmayan bir uç kullanır. Başka bir çözüm, ters baskı rulosu kullanarak bantı düzlemektir (**Şekil 14.17**).

**Şekil 14.17**

Bir bantın sıyrıcının kenarı üzerine kıvrılmasını önlemenin bir yolu da, sabitleme makaraları kullanarak bantı düzlemektir.

Bazı uygulamalarda, uç, bant kadar veya banttandan daha geniş olmalıdır. Bir bantı kurtarmak için silecek olarak kullanılan bir sıyrıcının, tüm ıslak alanları yakalamak için bantın tam genişliğinde olmalıdır. Uçucu kül gibi bazı malzemeler, bantın üzerinde yayılma veya bant sıyrıcısı boyunca yatay olarak akma eğilimindedir. Bu durumda, eğer sıyrıcı ucu tam genişliğe yayılmazsa, malzeme, bant ve sıyrıcı destek mili arasında birikebilir ve burada sertleşerek bantta zarar verebilir.

**Şekil 14.18**

Banda karşı sıyırma uçlarının atak açısı önemli bir konudur. Genel anlamda, bant temizleme için iki atak açısı vardır: pozitif sıyırma (veya soyma) açılı uçlar ve negatif sıyırma (veya kazıma) açılı uçlar.

### Tek veya Çok Uçlu Parçalar

Her bir sıyırma ucunda ayrı yay veya elastomer desteğe sahip birçok uçlu tasarım, her bir ucu bantın üzerinde uygun sıyırma gerginliğinde tutacak, bunun yanında, her bir ucun, germe cihazının uyguladığı toplam kuvvetten daha düşük bir basınç sağlamasına izin verecektir. Başka bir deyişle, dar uçlar bantla daha iyi eşleşebilir, yüzey şeklindeki değişikliklere uyabilir, bant ekinin geçişi için zıplayarak banttandan uzaklaşabilir ve tek, yekpare uçtan daha kolay şekilde sıyırma pozisyonuna geri dönebilir. Bu, çok uçlu bir tasarımın, sıyrıcı ve bant için daha verimli ve güvenli olacağı anlamına gelir.

Üretandaki yeni gelişmeler, tek uçlu primer sıyrıcıların bantla teması koruma kabiliyetini artırmıştır.

Sıyrıcı uçları için, kauçuk ve üretandan yumuşak ve paslanmaz çeliğe kadar uzanan birtakım malzemeler kullanılır. Uçlar, aşınma direncini ve temizleme performansını artırmak için tungsten karbürden ek parçalarla veya seramik partiküller gibi dolgularla mevcuttur.

**Şekil 14.19**

Pozitif sıyırma açılı uçlar bant hareketine zıttır.

**Şekil 14.20**

Negatif sıyırma açılı uçlar hareket yönünde eğiktir.

Sıyırıcı üreticileri, aşınma, ısı, kimyasallar veya nem dahil belirli koşullar için gelişmiş performans sağlamak amacıyla mevcut üretan malzemelerin yelpazesini genişletti. Bazı durumlarda, belirli bir uygulamadaki özelliklerin benzersiz birleşimi, o uygulama için en iyi malzemenin belirlenmesi amacıyla karşılaştırmalı bir test programı gerektirir.

#### Atak Açısı

Banda karşı sıyırma uçlarının atak açısı önemli bir konudur. Genel anlamda iki alternatif vardır: pozitif sıyırma (veya soyma) açılı uçlar ve negatif sıyırma (veya kazıma) açılı uçlar (**Şekil 14.18**). Pozitif bir sıyırma açısında, uçlar bant hareketi yönüne zıttır (**Şekil 14.19**); negatif sıyırma açısında, uçlar hareket yönünde, bant ekinin tipine bağlı olarak genellikle dikeyden 3 ila 15 derece eğiktir (**Şekil 14.20**). Montaj noktasında banda dikey veya düşey bir pozisyonda takılan uçların sıfır sıyırma açısına sahip olduğu söylenir.

Pozitif sıyırma açılı bir pozisyondaki metal uçlar, hareketli bant tarafından çabucak jilet keskinliğinde bilenir ve eğer hizadan çıkarılırsa maliyetli hasara neden olabilir. Pozitif sıyırma açılı uçlar bazen, uçların “gıcırdamasına” ve keskin ağızlarıyla sürekli olarak bant kaplamasını dürtmelerine neden olan yüksek frekanslı titreşime maruz kalır.

Negatif sıyırma açılı uçlar, malzemenin eğik sıyırma kenarında birikmesine izin

verir, bu da ucu etkili sıyırma temasından uzaklaştırabilir; bununla birlikte, atak açısına bakılmaksızın, tüm bant sıyırıcıları, düzenli temizlik ve bakımın yokluğunda birikmeye maruz kalır (**Şekil 14.21**). Negatif sıyırma açılı uç kullanıldığında, sıyırma ucunun akış yukarı ağızları, aşırı baskıyla banda bastırılrsa dahi bant yüzeyine dışlarını geçirmeyecektir.

Genel bir kanı, pozitif sıyırma açısının, banda çok düşük basınçlarda uygulanan primer sıyırıcılar için kabul edilebilir olduğudur. Bununla birlikte, daha yüksek uç-bant sıyırma basınçlarının ve metal uçların kullanımının bant, bant eki ve sıyırıcının kendisi için daha fazla risk arz ettiği sekonder ve tersiyer lokasyonlarda negatif sıyırma açılı uçların kullanılması önerilir.

#### BİR BANT TEMİZLEME SİSTEMİ SEÇME

Belirli bir uygulama için bir bant sıyırıcısı seçme, birtakım faktörlerin değerlendirilmesini gerektirir. Aşağıda, bir tedarikçinin, uygun bir bant temizleme sistemi tavsiye etmek için ihtiyaç duyacağı temel bilgiler verilmiştir:

- Bant genişliği ve hızı
- Bandın üzerindeki yükün genişliği
- Tambur çapı
- Malzeme özellikleri (topak büyüklüğü, rutubet içeriği, sıcaklık, aşındırıcılık ve paslandırıcılık)
- Konveyör uzunluğu

Makaraların üzerinden geçerken bandın inişli çıkışlı hareketi ince tanelerin malzeme boyunca çökmesine ve bandın üzerinde sıkışmasına neden olduğundan konveyör uzunluğu önemli bir değişkendir. Uzun yerüstü konveyörlerinde, bu etki dikkate değer olabilir. Bu nedenle, daha uzun konveyörleri temizlemek, neredeyse daima, daha kısa bantları temizlemekten daha zordur.

Kısa bantlar veya uzun süre boş hareket etmelerine izin verilen bantlar, bant sıyırıcısı tarafından oluşturulan ısıdan kaynak-

#### Şekil 14.21

Negatif sıyırma açılı uçlar, malzemenin eğik sıyırma kenarında birikmesine izin verir, bu da ucu etkili sıyırma temasından uzaklaştırabilir; bununla birlikte, atak açısına bakılmaksızın, tüm bant sıyırıcıları, düzenli temizlik ve bakımın yokluğunda birikmeye maruz kalır.



lanan problemlerle karşılaşabilir. Bantla temas halindeki bir uç, bandın uca sürtünmesi nedeniyle ısı yaratacaktır. Uzun süre yüksüz olarak hareket etmesine izin verilen bantlar, uçta veya ucu tutan mekanizmada ısı birikmesine neden olarak, uç ömrünü azaltabilir veya tutucu mekanizmaya zarar verebilir. Eğer bant kısaysa, bandın üst kaplaması ısıyı dağıtamayabilir ve aşınmaya uğrar. Banda karşı yüksek gerginliğe sahip bir bant sıyrıcısı, bu problemi, ucun bant durduğunda banda yapışacağı bir seviyeye kadar ağırlaştırabilir.

Seçilen sistemin nihai performansını etkileyebilecek ve bu nedenle, bir temizleme sisteminin seçiminde gözden geçirilmesi gereken diğer değişkenler şunları içerir:

- A. Montaj ve bakım için boş alan
- B. Malzeme özelliklerinde değişiklik olasılığı (örn. ıslak ve yapışkandan kuru ve tozlu hale dönüşme)
- C. Şiddetli uç sıcaklık değerleri
- D. Yaşlanma veya hor kullanım nedeniyle bant yüzeyinde kesikler, oyuklar, yırtık veya çatlaklar
- E. Çok sayıda, gömülmemiş veya hasarlı mekanik eklemeler
- F. Baş tamburları ve diğer döner bileşenlerde malzeme birikmesinden kaynaklanarak, bir sıyrıcısı bantla temasta tutmayı güçleştiren bant titreşimi
- G. Sıyırma cihazına yapışacak veya onu sıkıştırarak malzeme
- H. Damlatma şutunda malzeme birikmesi

Bir tedarikçinin teklifinin geliştirilmesinde ve teklifin değerlendirilmesinde dikkat edilecek diğer hususlar arasında şunlar vardır:

- A. Arzu edilen/gereken temizleme performansı seviyesi
- B. Gerekli/mevcut bakım seviyesi
- C. Gerekli/mevcut montaj uzmanlığı seviyesi
- D. Başlangıç fiyatı ve sahip olma maliyeti karşılaştırması

- E. (Hizmet kabiliyetleri ve performans garantileri dahil) üreticinin sicili

Bir bant sıyrıcısı tavsiyesi sağlamak için malzeme özelliklerini ve konveyörün teknik özelliklerini analiz eden çevrimiçi seçim sistemleri dahil, bir bant temizleme sistemini bir uygulamayla eşleştirmeye yardımcı olacak birtakım “kısayollar” mevcuttur.

### **Bir Temizleme Sistemi Şartnamesi Hazırlamak için Gerekli Bilgiler**

Madencilik, Metalürji ve Arama Derneğinin (SME) 2004'teki yıllık toplantısında sunulan bir çalışmada, R. Todd Swinderman, bir bant temizleme sistemi talep eden bir son kullanıcı tarafından sağlanacak temel bilgileri ve bir temizleme sistemi üreticisi tarafından son kullanıcı müşteriye bir teklif içinde sunulması gereken bilgileri listeledi.

Kullanıcının teklif talebi şunları içerecektir:

- A. Konveyör sisteminin çalışma saati
- B. Sistemin saati başına nominal ton
- C. Konveyörün çalışırken malzeme taşıdığı süre yüzdesi
- D. Bant markası ve tanımı: bant genişliği, durumu ve merkezleme
- E. Bant hızı ve tek yönlü mü yoksa iki yönlü mü olduğu; eğer iki yönlüyse, her bir yönde kullanım yüzdesi
- F. Bant temizleme ekipmanının çalışmasını veya ömrünü etkileyebilecek sıcaklık, rutubet ve diğer çevresel veya işletim koşulları
- G. CEMA STANDARDI 550 *Dökme Katıların Sınıflandırılması Standardına* göre malzemenin teknik özellikleri
- H. Konveyör bandının dönüş yolunun taşıyıcı kısmında, gram / metrekare (gr/m<sup>2</sup>) cinsinden elde edilecek bant temizleme seviyesi
- I. Tambur çapı ve tambur kaplamasının durumu, tipi ve kalınlığı

Ekipman tedarikçisinin teklifi aşağıdakileri içerecektir:

- A. Kullanıcıya gerekli temizleme performansı seviyesini karşılamak için uygun sistem tavsiyesi
- B. Aşınma parçalarının beklenen ortalama ömrünün ve maliyetinin beyanı
- C. Bant veya dökme malzemenin şartları değiştikçe, zaman içinde temizleme performansındaki değişiklikler için bırakılan pay
- D. Performansı ölçmek için kullanılacak test yöntemi, test ekipmanı ve referans yeri; bandın taşıma genişliğinin ve uzunluğunun tamamını temsil eden yinelenbilir sonuçlar üretmek için tasarlanmış test ekipmanı; testlerin tekrar edilebilmesi için belgelenmiş test yöntemi ve test ekipmanı
- E. Montaj talimatları
- F. Gerekli bakım prosedürleri ve aralıkları
- G. Performans garantisi
- H. Ödeme şart ve koşulları

#### **Tüm Konveyörlere Uygun Bir Sıyırıcı Var mı?**

Pazara bir göz gezdirdiğimizde, temizleme sistemleri için rekabet eden birçok tasarım görüyoruz. Bu, şu soruyu akla getiriyor: Endüstri için tüm uygulamalarda kabul edilebilir sonuçlar sağlayacak tek bir başarılı tasarım üzerinde uzlaşmadı?

Büyük bir madencilik şirketinde çalışan bir mühendis, kendi işletmelerinde kullanılan çeşitli bant sıyırıcılarını özetlediği bir yazıda şunları belirtti:

Büyük ölçüde farklılık gösteren fiziksel özelliklere sahip farklı malzemeler yanında açık maden ocağı işletmeciliğindeki farklı çevresel şartlar nedeniyle, şu anda, tüm durumların gereksinimlerini sorunsuz olarak karşılayacak, evrensel olarak uygulanabilir hiçbir bant sıyırıcı yoktur.

Bu yazar yalnızca, bir şirketin Almanya'daki açık linyit ocaklarından bahsediyordu. Bu şüphesiz zorlu bir uygulama, fakat bant sıyırıcılarının dayanması gereken sayısız ortamlardan yalnızca biri. Bant sıyırıcı

uygulamalarının evreni (çok çeşitli malzemeler, koşullar ve taşıma sistemleri dahil) o kadar geniş ki, birtakım farklı seçenekler gerektiriyor.

Problem, bu durumların çoğuna uyacak şekilde ayarlanabilir bir temizleme sistemi sağlamak. Gerçekten de, evrensel bir temizleme sistemi geliştirmedeki problemlerden biri, her bir ekipman üreticisinin, her bir konveyör mühendisinin ve birçok tesis bakım personelinin, bir konveyör bandının uygun şekilde nasıl temizleneceğine dair kendi fikirlerine sahip olmasıdır. Uygulamalardaki bu kadar farklı değişkenle, bu tasarımlardan her biri bir başarı seviyesine ulaşmıştır.

Kendi tasarımları olan bir bant sıyırıcısı monte eden tesis mühendisleri veya bakım işçileri, düzgün çalıştığından emin olmak için her gün uğrayacaktır. Sıyırıcıya büyük itina göstererek, uç-bant gerginliğini periyodik olarak ayarlayarak ve herhangi bir malzeme birikmesini parçalayarak, tasarımcı, sıyırıcısının performansının en azından şu anda piyasada mevcut ticari temizleme sistemlerinin birçoğuna eşit olmasını sağlayacaktır. Bu sistemin kabul edilebilir temizleme performansına ulaşmasını sağlamada kilit unsur, muhtemelen yükseltilmiş bakım seviyesi olacaktır.

Tasarımına bakılmaksızın, tüm bant temizleme sistemleri düzenli olarak bakımlarına dikkat edildiğinde daha iyi çalışacaktır.

#### **“En Kötü Durum” Malzemeleri için Temizleme Sistemleri**

Konveyör temizleme sistemleri, yalnızca “normal” çalışma koşullarının sınırlı zorluklarına uyacak şekilde tasarlanmamalıdır. Bunun yerine, karşılaşılabilecek en kötü uygulamalara dayanacak şekilde tasarlanmaları gerekir. Taşınan malzeme, zamanın yüzde 99’unda kuru olsa bile, malzemenin ıslak ve yapışkan olacağı ve temizleme sisteminin bu güçlük karşısında yetersiz kalabileceği bir gün elbette gelecektir. Bu tek olay, “normal” çalışma koşulları için yapılan tasarımla “tasarruf edilenin” birkaç katına mal olabilir. “En kötü durum” şartları için tasarlanmış bir temizleme sisteminde, aşırı

tasarım, çalışma koşulları normal olduğunda muhtemelen iyileştirilmiş aşınma ömrü ve azaltılmış bakım gereksinimleri faydasını sağlayacaktır. Koşullar kötüleştiğinde de, temizleme sistemi zorluğa dayanabilecektir.

Malzemeyi en kötü durumunda analiz etmek biraz çalışmayı gerektirir, fakat herhangi bir ileri teknoloji bant temizleme sistemi üreticisi, malzeme davranışlarını anlamak için bu tür testleri tamamlamış olacak ve birçok farklı çalışma koşuluna dayanacak en iyi ürünü sağlayacaktır.

## BANT TEMİZLEMEDE SİSTEM YAKLAŞIMI

### Bir Sisteme Duyulan İhtiyaç

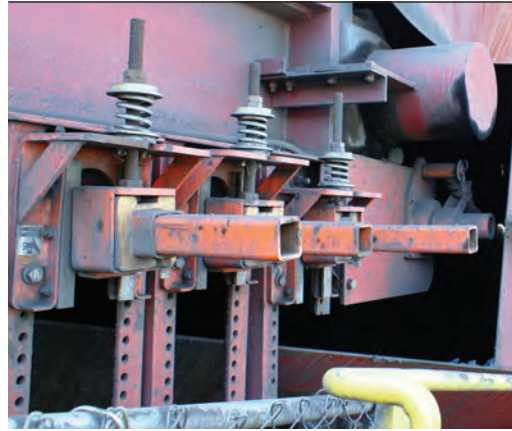
Bant temizleme teknolojisindeki gelişme seviyesi, geri taşınan malzemeyi güvenle ve etkili şekilde temizlemek için bantta birden fazla “hamle” yapılmasını önerir. Tıraş olmak gibi, “aniden” tek bir yüksek basınçlı, agresif açılı atak yerine, yüzeye bir dizi nazik dokunuşta bulunmak daha güvenli ve etkilidir.

Bir primer sıyrıcı ve en az bir sekonder sıyrıcıdan oluşan bir çoklu sıyrıcı sistemi monte etmek genellikle daha etkilidir (**Şekil 14.22**).

Üst katmanı ve geri taşınan malzemenin çoğunu temizlemek için, primer sıyrıcı, baş tamburuna düşük uç-bant basıncı kullanılarak monte edilir. Bu, optimum bant temizleme basıncında gerilmiş sekonder sıyrıcının, bir geri taşınan malzeme kütlesiyle aşırı yüklenmeden, yapışan ince taneleri son ve kesin olarak temizlemesini sağlar. Bantı temizleme işinde iki sıyrıcı tipine farklı sorumluluklar verilir, dolayısıyla bunlar farklı tasarlanır ve inşa edilir. Birçok konveyörde çift temizleme sistemi kullanılabilir (**Şekil 14.23**); bununla birlikte, tüm şartlar altında maksimum geri taşınan malzeme temizliğini başarmak için ek bant sıyrıcılarına ihtiyaç duyacak uygulamalar vardır (**Şekil 14.24**).

“Çoklu temizleme sistemleri” ifadesi, yaygın olarak görülen primer sıyrıcı ve

sekonder sıyrıcı sisteminden, bir veya daha fazla ön sıyrıcı ve bir veya daha fazla sekonder ve/veya tersiyer sıyrıcı içeren daha karmaşık sistemlere uzanan herhangi bir birleşime atıfta bulunur. Büyük bir baş tamburuna sahip konveyör sistemi, primer sıyrıcı konumuna birden fazla ön sıyrıcı montajına izin verir. Çok temiz bir bantın elde edilmesi gereken durumlarda, primer sıyrıcı ve sekonder sıyrıcılar, su spreyleri, bant sıyrıcıları ve bantı “silerek” kurutacak bant silecekleri içeren bir bant yıkama



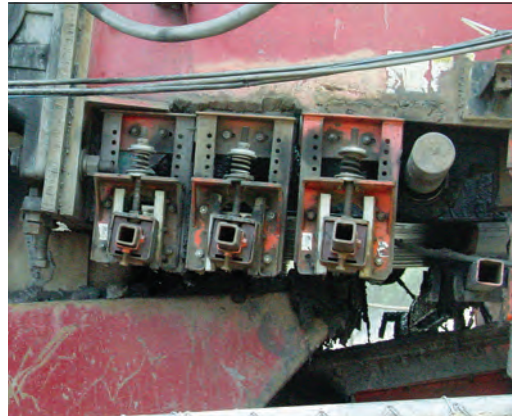
**Şekil 14.22**

Bir primer sıyrıcı ve en az bir sekonder sıyrıcıdan oluşan bir çoklu sıyrıcı sistemi, çoğu zaman en etkili sistemdir.



**Şekil 14.23**

Birçok konveyör, bir çift temizleme sistemiyle tatmin edici şekilde temizlenebilir.



**Şekil 14.24**

Bazı uygulamalar, maksimum geri taşınan malzeme temizliğini başarmak için ek bant sıyrıcılarına ihtiyaç duyacaktır.

sistemiyle tamamlanabilir. (Bkz. 24. Bölüm: *Bant Yıkama Sistemleri*)

İyileştirilmiş temizlik sağlamaya ek olarak, çoklu sıyırıcı sistemi, gerekli bakım oturumları arasındaki süreyi artırır. Her birine biraz daha düşük uç-bant basıncı uygulanmış iki sıyırıcı, sıyırıcı ucunun ömrünü, yegane temizlik faydasını sağlamak için daha yüksek basınç uygulanmış bir sıyırıcıdan daha fazla uzatmalıdır.

Başarılı bir çoklu temizlik sistemi, konveyör yapısına sığan, arzu edilen temizleme

seviyesini sağlayan ve bakım gereksinimlerini en aza indiren sistemdir.

### Primer Sıyırıcılar

Bazen ön sıyırıcı veya rakle bıçağı da denilen primer sıyırıcı, baş tamburunun yüzeyine, banttan boşalan malzeme yolunun hemen altına monte edilir (**Şekil 14.25**). Bu konum, banttan ayrılan malzemenin, bantı terk ederken ana yükü birlikte içeri düşmesini sağlar, damlatma şutunun veya diğer geri alma sisteminin aşırı yüklenmesini en aza indirir.

Düşük uç basıncına fakat agresif bir atak açısına sahip ön sıyırıcılar, iri taneli kumu geri taşınan malzeme tabakasından sıyırmak için monte edilir (**Şekil 14.26**). Bu, geri taşınan malzemenin çoğunu temizler ve sekonder sıyırıcının ek, altta yatan malzemeyi çıkarmasını sağlar.

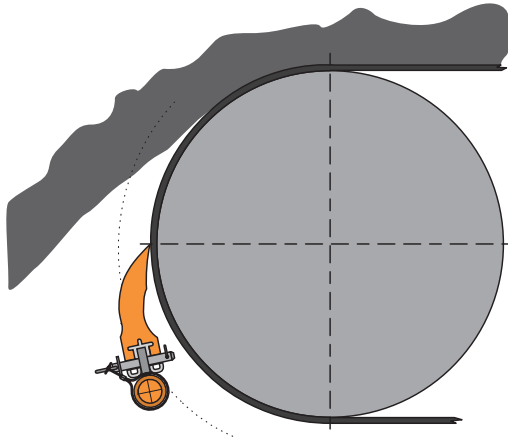
Primer sıyırıcı ucu, pozitif sıyırma açılı bir konumda, bant ve tamburun hareketine karşı eğimli şekilde ve genellikle temas noktasında, bandın yüzeyine teğet bir çizgiye 30 ila 45 derece arasında bir açıyla monte edilmelidir.

Bir ön sıyırıcı, malzemenin yolunu tıkamaktansa, ana malzeme akışına dönebilmesi veya sıyırıcının arkasından aşağıya tahliye noktasına hareket edebilmesi için malzemeyi banttan uzağa yönlendirir (**Şekil 14.27**). Banda karşı hafif basınçla uygulanmış elastomer ön sıyırıcı uçlarıyla birlikte bu düşük atak açısını kullanmak, hem uç hem de bant yüzeyi için düşük aşınma hızlarıyla sonuçlanır. Eğer atak açısı daha büyük olsaydı (örn., sıfır veya negatif sıyırma açılı bir konum), malzemenin saldırısı karşısında ucu yerinde tutmak için daha fazla basınç gerekecekti. Basıncın artırılması, bandın hasar görme riskini artırır.

Pozitif sıyırma açılı bir pozisyonda tutulan hafifçe gerilmiş bir uçta dahi, bandın, bant ekinin ve sıyırıcının hasar görme riskini en aza indirmek için, ön sıyırıcılar genellikle, metal yerine ürethan veya kauçuk gibi esnek elastomerden uçlar kullanır. Yaklaşık 14 kilopaskallık ( $2 \text{ lb}_f / \text{in}^2$ ) bir uç-

**Şekil 14.25**

Bazen ön sıyırıcı veya rakle bıçağı da denilen primer sıyırıcı, baş tamburunun yüzeyine, banttan boşalan malzeme yolunun hemen altına monte edilir.



**Şekil 14.26**

Agresif bir atak açısına fakat düşük uç basıncına sahip ön sıyırıcılar, geri taşınan malzeme tabakasının üstünü sıyırrır.



**Şekil 14.27**

Bir ön sıyırıcı, malzemenin akış yolunu tıkamak yerine, ana malzeme akışına döndürmek için malzemeyi banttan uzağa yönlendirir.





bant basıncı, temizleme performansını bant için güvenle birleştirir. Bu düşük uç-bant basıncı, mekanik ekleme gibi bir engel, sıyırma kenarından geçtiğinde, sistemin rahatlayabileceği, yani zıplayarak banttan uzaklaşabileceği, böylelikle hasar riskini azaltacağı anlamına gelir. Düzgün şekilde uygulanmış temizleme basıncı, uç ömrünü iyileştirir ve bant aşınmasını azaltır. Çok az basınç, malzemenin uç ve bant arasına kaymasına ve burada sıkışarak her ikisini de aşınmaya maruz bırakmasına neden olur. Çok fazla basınç aşınmayı hızlandırır ve bant hareket ettirmek için gerekli enerjiyi artırır.

(Herhangi bir sekonder veya ek sıyrıcı tarafından desteklenmeyen) tek bir ön sıyrıcıyla kabul edilebilir bir temizleme seviyesi elde etmek için, genellikle ucu, bant ömrünün korunması için tavsiye edilenden daha yüksek bir uç-bant basıncıyla girmek gerekecektir.

Ön sıyrıcının özellikleri arasında, aşınma alanı, sabit açılı temizleme ve sabit alan temizleme bulunur.

### Aşınma Alanı

Herhangi bir ön sıyrıcıda tanımlanması gereken bir özellik, bant tarafından aşındırılacak uç malzemesi miktarıdır. Buna aşınma alanı denir. Bu alan, uç ve baş tamburu, bir taslak çizim yazılımı paketine yerleştirilerek bulunabilir. Montaj mesafesi, uç dönüşünün merkezi ve baş tamburu çapı, üreticinin belirttiği teknik özelliklere dayanmalıdır. Uç, aşınma ömrünün yüzde 100'üne kadar döndürülerek baş tamburuna sokulur ve karışma alanı hesaplanır (**Şekil 14.28**). Bu aşınma alanı, uç tasarımlarının karşılaştırılmasına imkan tanır; çünkü uç ömrü, ne bant kapsamının ne de ayrı uç genişliklerinin bir fonksiyonudur.

### Sabit Açılı Temizleme

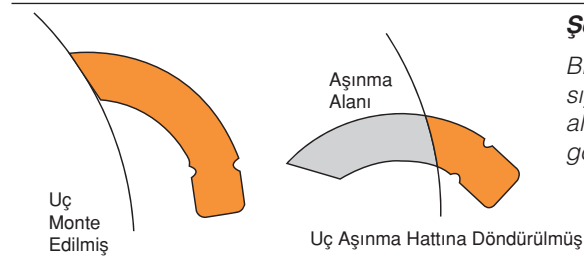
Bir uç açısının uç aşındıkça değişmesi probleminin üstesinden gelmek için, radyal olarak ayarlanmış bir bant sıyrıcı, özel olarak tasarlanmış, eğri bir uç içerebilir. Bu tasarım, Sabit Açılı Radyal Basıncı anla-

mında "CARP" olarak adlandırılmıştır. Bir "CARP" uç tasarımında, temizleme açısı, ucun ömrü boyunca aynı kalır. Bu "sabit açılı" tasarım, ucun hizmet ömrü boyunca sıyrıcı verimini koruma açısından bariz avantaja sahiptir.

### Sabit Alanlı Temizleme

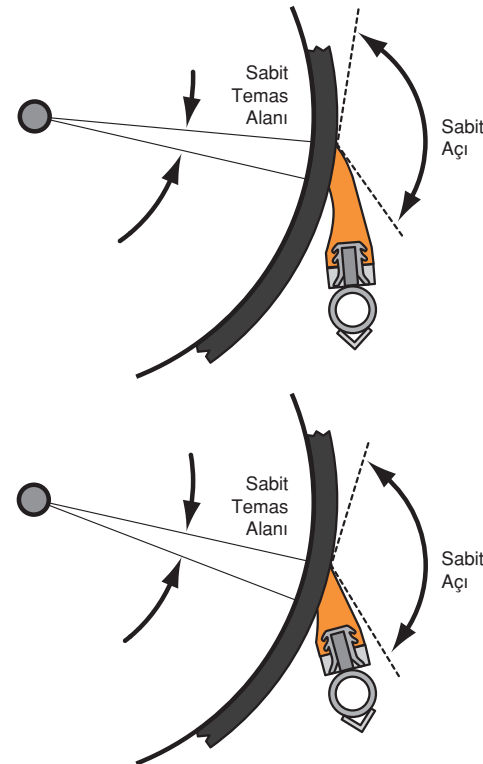
Birçok yeni sıyrıcı ucu, banda karşı küçük bir temas alanına sahip bir uçla tasarlanmaktadır. Bu uç veya "nokta", baş tamburunun çapına bakılmaksızın, banda iyi uyması için ucun çabucak "oturmasını" sağlar.

Sıyrıcı uçları aşındıkça, ucun banda dokunan yüzey alanı artar. Bu, uç-bant basıncında bir azalmaya ve sıyrıcı veriminde buna karşılık gelen bir düşüşe neden olur. Bu nedenle, sistemin gergi mekanizması,



**Şekil 14.28**

Bir elastomer ön sıyrıcının aşınma alanı, uç ömrünün bir göstergesidir.



**Şekil 14.29**

Sabit Açılı Radyal Basıncı (CARP) ucu, uç ömrünün tüm aşamalarında temizleme açısını korumak için tasarlanmıştır. Sıyrıcı uçları aşındıkça, ucun banda dokunan yüzey alanı sabit kalmalıdır.

sürekli temizleme performansına ek basınç sağlamak için ayar (yeniden germe) gerektirir. Uç-uç alanının bu kademeli artışına maruz kalmayan sıyırıcılar tasarlamak daha iyi olacaktır (**Şekil 14.29**). Gergi mekanizmasıyla birleştirildiğinde, yukarıda anlatılan CARP ilkesi, bir ucun aşınma ömrü boyunca alandaki değişikliği en aza indirebildiğini göstermiştir.

### Sekonder Sıyırıcılar

Sekonder sıyırıcılar, bandın dönüş yolunda sekonder konuma yerleştirilmiş herhangi

bir sıyırıcı olarak tanımlanır (**Şekil 14.30**). Sekonder konum, bandın baş tamburuyla teması kestiği noktanın hemen sonrasında, bant saptırma tamburuna temas etmeden hemen önceki noktaya kadar olan alandır. Bu yer hala tahliye veya damlatma şutunun içindedir ve çıkarılan geri taşınan malzemenin yerçekimiyle ana malzeme akışına döndürülmesini sağlar.

Ön sıyırıcı ilk kaba temizliği gerçekleştirdiğinden, sekonder sıyırıcı, primer sıyırıcıdan geçen malzemenin ince temizliğini gerçekleştirmeye adanmıştır. Arzu edilen temizlik seviyesini elde etmek için birden fazla sekonder sıyırıcı gerekebilir.

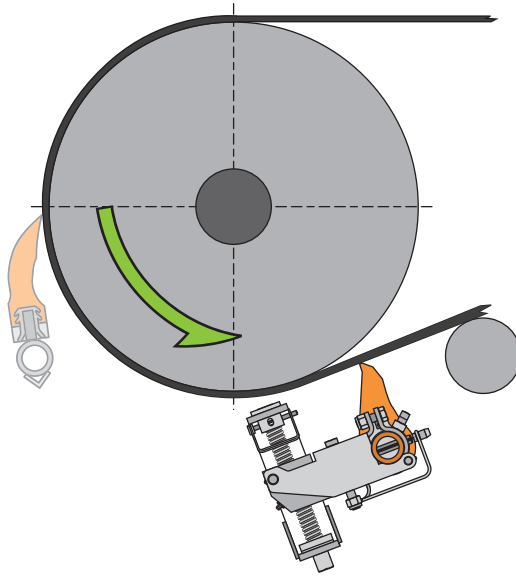
Ek sıyırıcı(lar)ın konumlandırılması önemlidir. Geri taşınan malzemenin çıkarılması konveyörün tahliye noktasına ne kadar yakın yapılırsa, ince tanelerin damlatma şutunda birikmesinden kaynaklanan problemlerin oluşma riski de o kadar az olur. Vulkanize bant ekinin bulunduğu bir bantta, ek sıyırıcı için en iyi lokasyon, onu, bant hala baş tamburuna dokunurken, bantla temas halinde olacak şekilde yerleştirmektir (**Şekil 14.31**). Bu, sekonder sıyırıcının, daha etkili malzeme temizliği için, sert bir yüzeye sürtmesini sağlar.

Eğer konveyörün yapısal elemanları, alan sınırlamaları veya kötü mekanik eklemeler, tercih edilen konuma bir sıyırıcı monte edilmesini imkansız kılıyorsa, sekonder sıyırıcılar, malzemenin malzeme akışına geri döndürüleceği, yani temizlenmiş malzemenin şut içinde düşeceği yere monte edilmelidir. Fakat eğer bir sekonder sıyırıcı, banda uygulanan basıncın bandın hareket hattını değiştirdiği bir yere monte edilirse, temizleme performansı daha az etkili olacaktır (**Şekil 14.32**). Bu durumda, uygulanan basıncın artırılması, temizleme performansını artırmadan, yalnızca bant hattını daha fazla değiştirmeye yarar. Dengeli bir bant hattı sağlamak için ters baskı rulosu veya diğer cihazlar monte edilmelidir.

Sekonder sıyırıcı ucunun banda atak açısı önemli bir meseledir. Pozitif sıyırma açısındaki metal veya seramik uçlu uçlar, bandın

**Şekil 14.30**

Sekonder sıyırıcılar, bandın baş tamburuyla teması kestiği noktanın hemen sonrasında, bant saptırma tamburuna temas etmeden hemen önceki noktaya kadar olan alana yerleştirilmiş sıyırıcılar olarak tanımlanır.



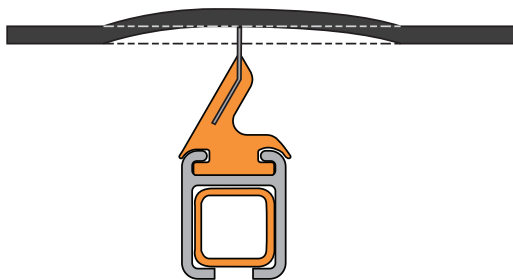
**Şekil 14.31**

Bir sekonder sıyırıcı için en iyi lokasyon, onu, bant hala baş tamburuna dokunurken, bantla temas halinde olacak şekilde yerleştirmektir.



**Şekil 14.32**

Eğer bir sekonder sıyırıcı, basıncının bandın hareket hattını değiştirdiği bir yere monte edilirse, temizleme performansı azalacaktır.



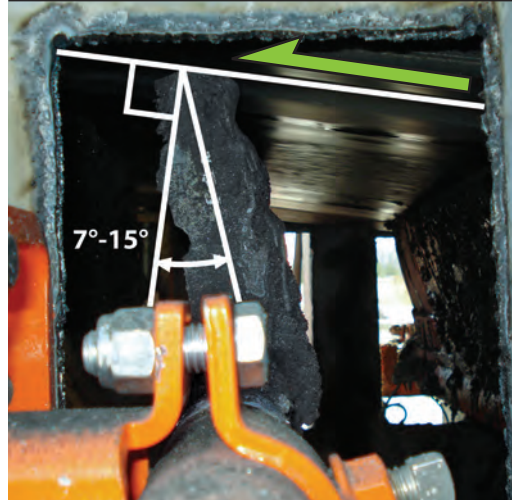
hareketi tarafından bilerek çabucak aşırı keskinliğe ulaştırılır. Bu keskinleştirilmiş uçlar, eğitimsiz bir operatör tarafından yapılan bir ayarın çok fazla basınçla sonuçlanması veya sıyrıcıya uygulanan hatalı açının mekanik eklemeler gibi bant engellerinde çabucak çıkması riskini artırır. Sonuçta, bant, bant eki veya bant sıyrıcısının kendisi hasar görebilir. Bu nedenle, engeller veya mekanik eklemelerin bulunduğu veya beklendiği durumlarda, sekonder uçların, pozitif sıyırma açılı bir konumda banda zıt olmaları yerine, bant hareketinin yönünde bir açıyla (negatif sıyırma açısı) yerleştirilmeleri önerilir. Yapılan testler, bant hareketi yönünde 7 ila 15 derece arasında bir açının, engellerin kolay geçişine izin verirken temizleme verimini de koruduğunu göstermiştir (**Şekil 14.33**).

Hareketli bir bant tutarlı ve tekdüze bir yüzey sunmaz. Değişen bant yüzeyi sıyırma kenarından geçerken, ayrı olarak asılmış dar, bağımsız uçlar, tam temasta kalma potansiyeli en yüksek olanlardır. Bu ayrı uçların, bant yüzeyinin değişen şekline hemen uyum sağlamak için bir taraftan diğerine dönebilmeleri veya dalgalanabilmeleri de faydalıdır. Araştırma, her biri 75 ila 200 milimetre (3 ila 8 inç) genişliğinde ayrı, bağımsız uçlar dizisinden oluşturulmuş bir sıyrıcının, etkili sekonder temizleme için çok uygun olduğunu göstermektedir.

Madenler Bürosunun çalışması olan Konveyör Bandı Temizlemenin Temel Parametreleri, ilk uç aşınmasının, ayrı uçların bitiştiği kenarlarda olduğuna işaret etmektedir (*Referans 14.2*). Testler, malzemenin, bitişik uçlar arasından geçeceğini ve bu boşlukları yavaş yavaş genişleteceğini gösterdi. Buna karşılık, bu geçiş, uç aşınmasını hızlandırdı ve daha çok malzemenin geçmesine izin verdi. Bu erozif aşınmayı en az indirmek için, bir uzun bir kısa kol şeklinde birbirini izleyen, bindirmeli bir uç modeli kullanılabilir (**Şekil 14.34**). Bu, bandın üzerinde uçların arasındaki boşluklar tarafından oluşturulan geri taşınan malzeme “şeritlerini” önler. Alternatif olarak, boşluklar kaydırılmış şekilde uçları aynı hizada iki sıyrıcı takılabilir.

Sekonder sıyrıcı uçlarının kendileri (seramik veya tungsten karbür gibi) bandın üzerindeki sürtünmeden kaynaklanan ısı birikmesine dayanıklı sert malzemeden yapılabilir. Bazı işletmeler, bantta bir metal ucun kullanılmasından kaçınmayı tercih eder, bu nedenle, sekonder sıyrıcılar için çeşitli üretan formülasyonları geliştirilmiştir.

Bir sekonder sıyrıcı tasarımı, sıyrıcı ayarı ihtiyacını azaltmak için uçlardan kullanılan elastomerin doğal direncini veya “yaylanmasını” kullanır. Bu üretan uçlar, bant hareketi yönünde “esnemeleri” için



**Şekil 14.33**

Bant hareketi yönünde 7 ila 15 derece arasında bir sıyırma açısı, temizleme verimini korurken, engellerin kolay geçişine izin verir.



**Şekil 14.34**

Uçlar arasındaki boşluğun oluşturduğu geri taşınan malzeme “şeritlerini” önlemek için, bir uzun bir kısa kol şeklinde birbirini izleyen bir bindirmeli uç modeli kullanılabilir.



**Şekil 14.35**

Bu sıyrıcı, bant hareketi yönünde “esnemeleri” için banda doğru zorlanan üretan uçlar içerir.

**Şekil 14.36**

Zamanla, üreten ucun direnci, uç, bandın hareketiyle aşındırılıyor olsa da, ucun uç kısmını banda doğru itmeye devam ederek ucu kendinden ayarlı hale getirir.



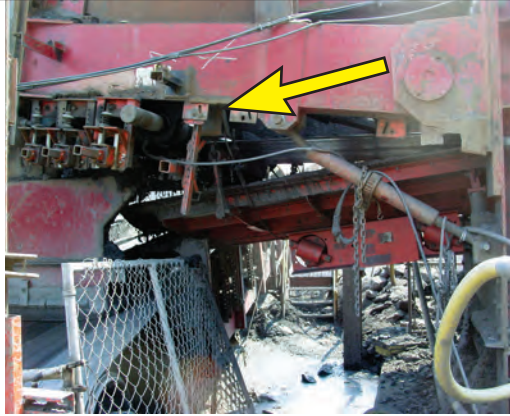
**Şekil 14.37**

Tersiyer sıyırıcıların yeri, saptırma tamburundan sonraki ve tahliye şutunun dışındaki alandır.



**Şekil 14.38**

Malzemenin ana malzeme akışına kolaylıkla geri dönüşüne izin veren alanın dışına monte edilmiş, yardımcı bir şut veya süpürücü konveyör kullanımını gerektiren, birden fazla sıyırıcı bulunabilir.



**Şekil 14.39**

Özel sıyırıcılar ve bant yıkama sistemleri çoğunlukla tersiyer konuma yerleştirilir.



banda doğru zorlanır (Şekil 14.35). Zamanla, ucun direnci, uç bant ve malzemenin hareketiyle aşındırılıyor olsa da, sıyırıcı ucun uç kısmını banda doğru itmeye devam eder. Bu uçları kendinden ayarlı hale getirir ve ayar için bakım takibi ihtiyacını azaltır (Şekil 14.36).

### Tersiyer Sıyırıcılar

Bazen son temizleme için tersiyer sıyırıcılar kullanılır. Sıyırıcılar için tersiyer lokasyonu genellikle, saptırma tamburundan sonraki ve tahliye şutunun dışındaki alan olarak kabul edilir (Şekil 14.37). Bu lokasyon, yardımcı bir şut veya süpürücü konveyör kullanımını gerektiren, malzemenin ana malzeme akışına kolaylıkla geri dönüşüne izin veren alanın dışındadır. İşlemin gerektirdiği sonuçları almak için bu lokasyona birden fazla sıyırıcı kullanılabilir (Şekil 14.38).

Tersiyer sıyırıcı normalde, sekonder sıyırıcı uçları çevresinden veya arasından geçen su ve küçük parçacıkları temizlemek için kullanılır. Özel sıyırıcılar ve wash box'lar veya ek sekonder tipi sıyırıcılar, çoğu zaman tersiyer konuma yerleştirilir (Şekil 14.39). Malzemeden rutubeti çıkarmak için veya bant temizleme sürecinde uygulanan silecekli uçlar, genellikle tersiyer konumuna monte edilir (Şekil 14.40).

Bir tersiyer sıyırıcıyla yaşanabilecek bir problem de ısı oluşmasıdır. Eğer bant, tersiyer sıyırıcıya ulaşmadan önce temiz veya kuruysa, tersiyer sıyırıcıdaki uç(lar)da ısı birikerek, uç veya uç tutacağındaki malzemenin bandın yüzeyini parçalamasına veya zarar vermesine neden olabilir. Bu olasılığı ortadan kaldırmak için, bir çoklu temizleme sistemi dikkatle kontrol edilmelidir. Bandı yağlamak ve geri taşınan malzemenin gücünü azaltmak için bir ince su spreyi kullanılması, tersiyer sıyırıcının verimini ve bakım aralıklarını artırmada çok etkilidir. (Bkz. 24. Bölüm: Bant Yıkama Sistemleri)

### Sıyırıcıyı Uygulamaya Uyarılama

Bant sıyırıcısı tasarımının giderek gelişmesi, temizleme sistemlerinin, her bir özel

veya özelleştirilmiş uygulamanın ihtiyaçlarına uyacak şekilde geliştirilmesine imkan vermiştir. Bu alternatif tasarımlar, yüksek sıcaklık, yüksek rutubet veya yüksek aşınma şartları için tasarlanmış, üretanlar gibi, sıyrıcı yapımı için özel olarak yapılmış malzemeler içerir. Ayrıca, gıdada kullanılabilir hafif iş konveyörlerinden ağır hizmet maden uygulamalarına kadar uzanan özel zorluklara uymak üzere tasarlanmış çeşitli temizleme sistemleri vardır.

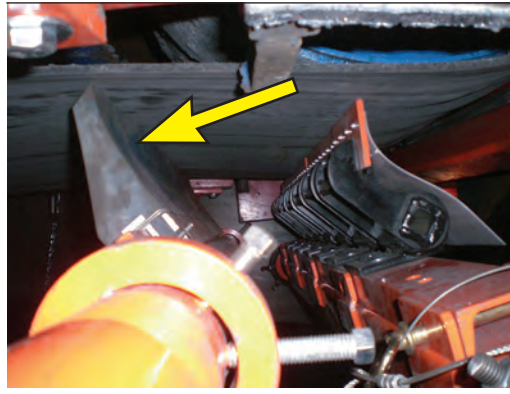
### Madende Kullanılabilir Bant Sıyrıcıları

Birçok madencilik işletmelerinde görülen yüksek malzeme hacimleri, yüksek hızlar, geniş bantlar ve büyük çaplı tamburlar, bant temizleme sistemleri için özel güçlükler arz eder. Bazı Alman linyit madenlerinde örtü toprağının çıkarılması için 3200 milimetreye (126 inç) varan bant genişliklerine sahip, saniyede 10,5 metre (2067 ft/dk) hızlarda çalışan konveyörler kullanılmaktadır. Bu kötü şartlara dayanmak için, madende kullanılabilir, ekstra ağır hizmet bant sıyrıcı sistemleri geliştirilmiştir (**Şekil 14.41**). Bu sistemlerde, büyük malzeme topraklarına ve yüksek hacimlere dayanmaları için büyük ana gövdeler, uzatılmış aşınma ömrü sağlamak için büyük uçlar ve sistem bakımı ihtiyacını azaltmak için dayanıklı germe sistemleri göze çarpar (**Şekil 14.42**).

Bu konveyörlerin yüksek hızı, sekonder sıyrıcıları etkili şekilde kullanmayı güçleştirir. Bu bantların daha yüksek çalışma hızları ve sonucunda ortaya çıkan daha yüksek titreşim, sekonder sıyrıcıya özgü daha yüksek uç-bant basıncıyla birleştiğinde, hem daha yüksek aşınmaya hem de, hem bant hem sıyrıcıda, ilave riske neden olur. Sonuç olarak, bu uygulamalar, baş tamburunda iki ön sıyrıcı içerebilir; tamburlar normalde, bu uygulamaya imkan verecek kadar büyüktür (**Şekil 14.43**).

### Kabuk Kırıcılar

Bakır ve diğer sert kaya madenlerinde kırma cevherin taşınması ve linyit madencilğinde örtü toprağının taşınması gibi uygulamalarda, nemli malzeme parçacıkları



**Şekil 14.40**

Banttan rutubeti almak için kullanılan silecekli uçlar genellikle tersiyer konuma monte edilir.



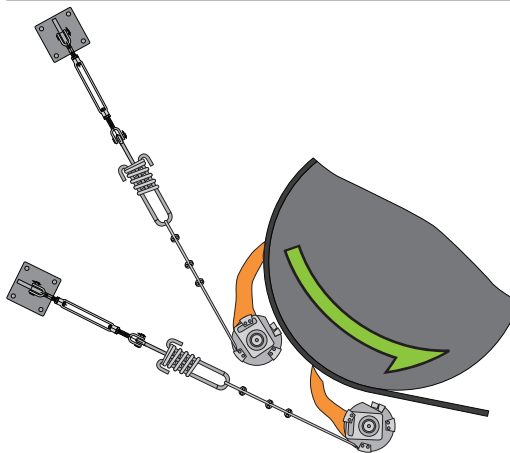
**Şekil 14.41**

Kötü şartlara dayanmak için, madende kullanılabilir ekstra ağır hizmet sistemleri geliştirilmiştir.



**Şekil 14.42**

Madende kullanılabilir bant sıyrıcılarında, ağır hizmet ana gövdeleri, uzatılmış aşınma ömrü sağlamak için büyük uçlar ve dayanıklı germe sistemleri göze çarpar.



**Şekil 14.43**

Yüksek hızlı / yüksek titreşimli bantlarda sekonder sıyrıcılar kullanmamak için, bazı işletmeler büyük baş tamburlarında iki ön sıyrıcı kullanabilir.

**Şekil 14.44**

Kabuk kırıcı, hemen alta monte edilmiş geleneksel ön sıyırıcıdan geçen malzemenin miktarını sınırlamak için bir sıyırma ucu vazifesi görür.

**Şekil 14.45**

Özel iki yönlü bant sıyırıcıları, iki yönde hareket eden veya önemli bir geri dönüşe sahip konveyörler için geliştirilmiştir.

**Şekil 14.46**

Genel olarak, iki yönlü bant sıyırıcıları, banda dik monte edilen ve bant hareketinin her iki yönünde (7 ila 15 derecelik) az bir miktar sapabilen bir uçla tasarlanırlar.

**Şekil 14.47**

Dikey montajları ve gerilebilmeleri, iki yönlü sıyırıcıların, tek yönlü bantlarda, bir arka kol tasarımına sahip sekonder sıyırıcıların sığmayacağı dar alanlara monte edilebilmelerine olanak tanır.



taşınan yükün tabanına oturabilir ve banda o kadar kuvvetli bir adezyonla yapışır ki, tahliye noktasında konveyörden atılmayı reddeder. Bunun yerine, bu macunumsu malzeme, tamburu geçerken banda, 75 ila 100 milimetre (3 ila 4 inç) veya daha kalın bir tabaka halinde yapışacaktır. Bu malzeme kabuğu, geleneksel bir temizleme sistemini çabucak alt edebilir, kötü temizleme performansı ve kısaltılmış sıyırıcı ömrüne yol açarak bütün malzeme taşıma sisteminin üretkenliğini riske atabilir.

Bu problemin üstesinden gelmek için, bazı işletmeler bir “kabuk kırıcı” monte eder. Bu sıyırma kenarı, baş tamburuna, malzeme yolunun hemen altına monte edilir. Burada, hemen alta monte edilmiş geleneksel ön sıyırıcıdan geçen malzemenin miktarını sınırlamak için bir sıyırma ucu vazifesi görür (Şekil 14.44). Seramik kaplı metal plakalardan üretilen kabuk kırıcının sıyırma kenarı, banda yakın fakat ona dokunmayacak şekilde monte edilir. Bu şekilde, ön sıyırıcıya ulaşan ve ön sıyırıcıdan geçerek sekonder sıyırıcıya zarar verebilecek (veya onu aşırı yükleyecek) malzemenin miktarını azaltır. Konveyörün ön sıyırıcısının önüne monte edilmiş “kabuk kırıcıyla”, geleneksel sıyırıcılar daha iyi temizleme ve daha uzun uç ömrü sunabilir.

### İki Yönlü Bantlar için Sıyırıcılar

Bazı konveyörler iki yönde hareket eder veya önemli bir geri dönüşe sahiptir; bu nedenle, sistemlere takılan sıyırıcıların her iki işlem yönünde de iyi çalışması veya en azından bandın yön değiştirmesinden zarar görmemesi kritik önem taşır. İki yönlü bantlar için özel sıyırıcılar geliştirilmiştir (Şekil 14.45). Bu sıyırıcılar genellikle banda dik monte edilir ve dolayısıyla, bant yüzeyine dikey olarak gerilir. Genel olarak, sıyırıcılar, bant hareketinin her iki yönünde (7 ila 15 derecelik) az bir miktar sapabilen bir uçla tasarlanırlar (Şekil 14.46).

Tabii ki, iki yönlü sıyırıcılar, tek yönlü bantlara da monte edilebilir. İki yönlü bant sıyırıcılarının iki yönlü olmayan bantlarda kullanımını teşvik eden bir özelliği de, dikey montajları ve gerilebilmeleridir. Bu özellik,

iki yönlü sıyrıcının, bir arka kol tasarımına sahip sekonder sıyrıcıların sığmayacağı dar alanlara monte edilebilmesine olanak tanır (Şekil 14.47).

### Gıdada Kullanılabilir Temizleme Sistemleri

Bazı temizleme sistemleri, özellikle, gıda işleme tesislerinde yaygın küçük tamburlar ve daha yavaş bant hızları için tasarlanmıştır. Gıdada kullanılabilir malzemelerden yapılan ve işletmenin sık yıkama çevrimine ve temizleme kimyasallarına dayanabilen bu sistemler, gıda işleme uygulamaları için uygundur (Şekil 14.48).

### Çavuş Bantlar için Sıyrıcılar

Profil destekli veya çavuş bantlar, yük bir eğimden yukarı hareket ettiğinde geri kayacak malzemeleri taşımak için kullanılır. Bu yükseltilmiş elemanlar, geri taşınan malzemeyi çıkarmaya çalışırken problemlere neden olur. Çavuş tipi bantları temizlemek için, engellerin üzerinden geçme kabiliyetine sahip “parmakları” olan uçlar kullanan bant sıyrıcıları gerekir (Şekil 14.49). Bu tasarım, 20 milimetreye (0.75 inç) kadar boya sahip çavuş/profil destekli bantları temizleyebilir (Şekil 14.50).

### Cepli Bantlar için Sıyrıcılar

Çok derin profil desteklerine ve/veya yan duvarlara sahip, yapışkan malzemeler taşıyan bantları temizlemek zordur. Bu bantları temizlemenin en yaygın yolu, bant geri dönüş yolunda altüst olmuş ve yatay haldeyken, bandı, bir lineer vibratör veya dönen dövücü çubuk tipi bir sıyrıcıyla dövmektir. Bu sistemler sık bakım gerektirir ve yalnızca kısmen etkilidir.

### Tambur Sıyrıcıları

Kaçak malzemeler, dönüş yolunda bantın temiz tarafının üzerine düşebilir ve bu kaçak malzeme, konveyörün saptırma tamburları üzerinde birikebilir. Bu durumda, bandı yolunda tutmak için, tambur temizleme cihazları takmak gereklidir. Yapışkan malzemeyi bir tamburdan temizlemek için, tamburun banttan uzaktaki tarafında yatay



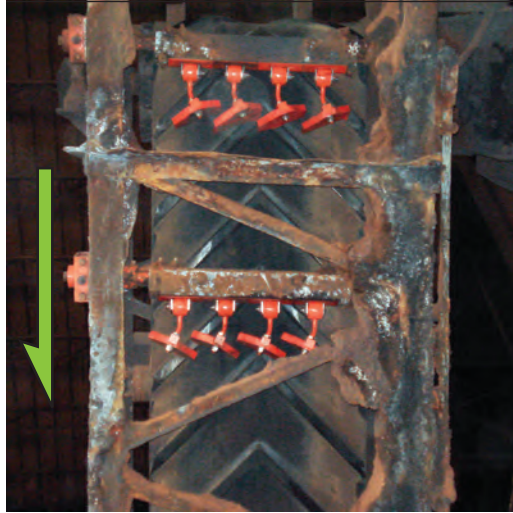
**Şekil 14.48**

Gıda işleme endüstrilerine özgü tambur büyüklükleri ve bant hızları içinde tasarlanmış gıdada kullanılabilir bant sıyrıcıları, gıda işleme uygulamaları için uygundur.



**Şekil 14.49**

Çavuş tipi bantları temizlemek için, engellerin üzerinden geçme kabiliyetine sahip “Üretan Parmakları” olan uçlar kullanan sıyrıcılar gerekir.



**Şekil 14.50**

“Üretan Parmaklar” bant sıyrıcısının, çavuş/profil destekli bantları etkili şekilde temizlemesini sağlar.

Not: fotoğraf konveyörün altından çekilmiştir.



**Şekil 14.51**

Geride taşınan malzemeyi bir tamburdan çıkarmak için, tamburun banttan uzaktaki tarafında yatay merkez hattının hafifçe altına, elastomer uçlu bir bant sıyrıcı monte edilir.

merkez hattının biraz altına, elastomer uçlu bir kazıyıcı monte edilir (**Şekil 14.51**). Bu, çıkarılan malzemenin bir kaba veya atılabileceği erişilebilir bir alana düşmesini sağlayacaktır.

### **Döner Fırçalı Sıyırıcılar**

Banda dayalı döner bir fırçadan oluşan

#### **Şekil 14.52**

Banda dayalı döner bir fırçadan oluşan temizleme sistemleri, kuru malzemelerde etkili olarak kullanılabilir.



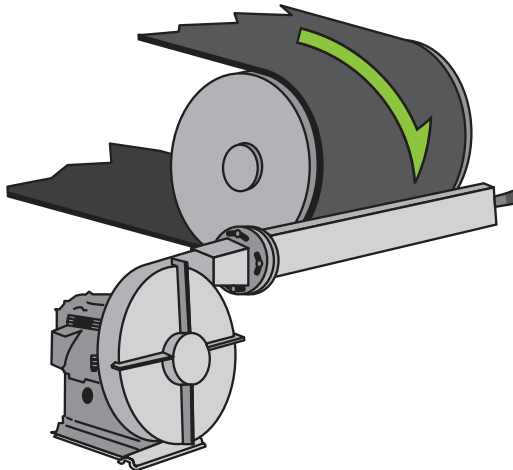
#### **Şekil 14.53**

Fırçalı sıyırıcılar, çoğu zaman fırçanın kıllarında biriken yapışkan veya nemli malzemelerle sorun yaşarlar.



#### **Şekil 14.54**

Hava bıçaklı bir bant temizleme sistemi, tazyikli veya fanla oluşturulan basınçlı hava akımını, geri taşınan malzemeyi kesmek için yönlendirir.



temizleme sistemleri, kuru malzemelerde etkili olarak kullanılabilir (**Şekil 14.52**). Bu sistemler serbest döner (bandın hareketiyle çevrilen) türde olabilir, fakat bir elektrik motoruyla çalıştırıldıklarında daha etkilidirler. Fırçalı sıyırıcılar, çoğu zaman fırçanın kıllarında biriken yapışkan veya nemli malzemelerle sorun yaşarlar (**Şekil 14.53**). Kıllardan biriken malzemeyi temizlemek için bir dövücü çubuk veya tarak monte edilebilir.

### **Pnömatik (Hava Bıçaklı) Sıyırıcılar**

Hava bıçaklı bir bant temizleme sistemi, tazyikli veya fanla oluşturulan basınçlı hava akımını, geri taşınan malzemeyi kesmek için yönlendirir (**Şekil 14.54**). Hava bıçaklı sıyırıcılar, primer, sekonder veya tersiyer konumlara monte edilebilir. Bu sıyırıcılar banda temas etmedikleri için ilgi görür.

Bir hava bıçağı sistemi, kuru malzemele- rin temizlenmesinde etkili olabilir ve bazen, kömür temizleme tesisleri gibi uygulamalarda düşük adezyonlu çok ıslak malzemelerde kullanılır. Alümin gibi kuru malzemelerde kullanıldığında, bu sistemler bir toz toplama istasyonunun parçasıdır ve toz, hava bıçağı tarafından bir toz toplayıcı davlumbaza üflenir. Hava bıçağı sistemleri, malzeme rutubetinden veya bir wash box sisteminde olduğu gibi bant temizleme verimini artırmak için eklenen sudan ıslanmış kuru bantlarda kullanılabilir. (*Wash Box sistemleri hakkında daha derin, detaylı bir tartışma için bkz. 24. Bölüm: Bant Yıkama Sistemleri*)

Hava bıçağı sistemlerinin dezavantajları arasında, uca sürekli hava sağlamanın masrafı ve hava çıkış(lar)ının tıkanmasından kaynaklanan problemler yer alır. Kuru malzemelerde, ilave asılı toz oluşturabilirler. Islak malzemelerde, sıçrayanlar şut duvarlarında birikecektir.

### **Bant Temizlemede Su Kullanımı**

Birçok uygulamada, geri taşınan malzemenin rutubet seviyesindeki artış, banda artan adezyonla doğrudan bağlantılıdır; bu nedenle, malzemenin taşınmasını ve temizlenmesini de güçleştirir. Bu etki,



rutubet içeriğinde (her bir malzemeye özgü) ulaşıldıktan sonra adezyonun düştüğü, belirli bir seviyeye kadar artışlarla görülür. Bu nedenle, su kullanımı, hemen her türlü malzemeyi taşıyan konveyör bantlarının temizlenmesinde büyük bir avantajdır.

Primer sıyrıcının hemen arkasında veya sekonder sıyrıcının önünde basit bir püskürtme çubuğunun kullanılması, temizleme sürecini iyileştirecek birçok şey yapacaktır (**Şekil 14.55**). Ön sıyrıcıdan hemen sonra, ucun alt tarafını hedef alarak, banda püskürtülen küçük bir miktar su, bir ayırıcı madde vazifesi görecektir, bandı ve malzeme-yi nemlendirecek ve birçok yüzeye adezyonu azaltacaktır. Aynı zamanda, malzemenin “pişmesini” önlemek için sekonder sıyrıcı uçlarında soğutucu vazifesi de görülür. Bir ikramiye olarak, sıyırma uçlarının ömrü, suyun yağlama etkisi tarafından uzatılabilir.

Uzun süreler boş hareket edebilen bantlarda, bant yüzeyi ve sıyrıcı ucunun uç kısmı arasındaki sürtünme nedeniyle bant sıyrıcı uçları ısı üretecektir. Bant hızı ne kadar yüksekse, ısı da o kadar çabuk üretilir. Bantın yüzeyini soğutmak bir su spreyinin kullanılması, sürtünmeyi azaltıp ucu soğutarak bu problemi ortadan kaldıracaktır.

Bu püskürtme nozullarının bant yüzeyine bir buğudan fazlasını uygulaması gerekmez. Sekonder sıyrıcılardan sonra bantta kalan herhangi bir artık su, tersiyer temizleme sistemi olarak yumuşak, üreten bir “su silecek ucu” kullanılarak temizlenebilir (**Şekil 14.56**).

Bant temizleme sistemlerinde suyun doğru uygulanmasıyla elde edilen sonuçlar, çoğu malzeme taşıma işletmesinde kullanımlarını fazlasıyla haklı çıkarmaktadır. Avustralya’da 1990 Uluslararası Kömür Mühendisliği Konferansında sunulan bir çalışmada J.H. Planner, çeşitli geleneksel temizleme sistemlerine bir su spreyi eklenmesinin, temizleme verimini yüzde 85 ile yüzde 95 aralığında yükselttiğini bildirdi (*Referans 14.3*). (*Bkz. 24. Bölüm: Bant Yıkama Sistemleri*)

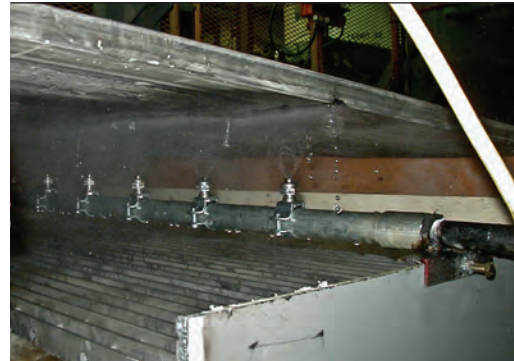
## SIYIRICI UÇ-BANT BASINCI

### Optimum Temizleme Basıncı

Herhangi bir temizleme sisteminin performansında kilit faktör, sıyırma kenarını banda dayalı tutmak için gerekli kuvveti sürdürme kabiliyetidir. Minimum uç aşınmasıyla optimum temizlemeyi başarmak için uç-bant basıncı kontrol edilmelidir.

Sıyrıcı banda karşı ne kadar sıkı gerilirse, o kadar iyi temizleyeceği gibi popüler bir yanlışlıktır. Araştırmalar bunun doğru olmadığını göstermiştir. 1989’da ABD Madenler Bürosuna bağlı Twin Cities Araştırma Merkezinin yaptığı bir çalışma, uç aşınmasını, bant hasarını ve/veya konveyörün güç gereksinimlerini artırmadan en iyi temizleme seviyesini sunmak için uç-bant basıncını optimize etme konusunu inceledi. Bu araştırma, Konveyör Bandı Temizlemenin Temel Parametreleri’nde yayınlandı (*Referans 14.2*).

Çalışma, çeşitli çelik uçları, nemli bir kum/kireç karışımını çıkarmak için ölçülmüş miktarlarda basınçla hareket eden bir banda dik tutarak, temizleme etkinliklerini ve aşınma özelliklerini değerlendirdi. Çalışma, uç basıncı optimum bir uç basıncına



**Şekil 14.55**

Primer sıyrıcının hemen arkasında veya sekonder sıyrıcının önünde basit bir püskürtme çubuğunun kullanılması, temizleme sürecini iyileştirecektir.



**Şekil 14.56**

Sekonder sıyrıcılardan sonra bantta kalan herhangi bir artık su, tersiyer temizleme sistemi olarak yumuşak, üreten bir “su silecek ucu” kullanılarak temizlenebilir.

kadar artırıldıkça, hem geri taşınan malzeme miktarının hem de uç aşınmasının düştüğünü tespit etti. Çalışma, bu optimum sekonder uç-bant basıncını, 76 ila 97 kilopaskal (11–14 lb<sub>f</sub> /inç<sup>2</sup>) arasında uç-bant basıncında belirledi (**Şekil 14.57**). Basıncın bu aralığın ötesinde artırılması, uç-bant sürtünmesini artırıyor, dolayısıyla uç ömrünü kısaltıyor, bant aşınmasını artırıyor ve temizleme performansını iyileştirmeden güç tüketimini yükseltiyor. Aşırı gerilmiş bir uç normalde, hızlandırılmış fakat eşit aşınma, bir miktar renk atma veya “hafifçe yanma” izleri ve bandın üst kaplamasında, uç üzerinde pişmiş geri taşınan malzeme parçacıkları sergiler.

Bir bant sıyrıcısının bu optimum basıncın altında çalıştırılması, daha az etkili temizleme sağlar ve hızlı uç aşınmasına neden olabilir. Banda zar zor dokunan bir bant sıyrıcısı belirli bir mesafeden düzgün çalışıyor görünebilir; oysa gerçekte, malzeme yüksek hızda uç ve bandın arasına itilmektedir. Malzemenin bu bant ve uç arasından geçişi, uç yüzeyinde eşit olmayan aşınma kanalları oluşturur. Malzeme, uç ve bant arasından geçmeye devam ettikçe, bu kanalların büyüklüğü artar ve ucu hızla aşındırır. Az gerilmiş bir uç normalde, aşınma yüzeyi üzerinde aşınma hatlarıyla çentikli bir ağız sergiler.

Madenler Bürosunun çalışması aynı zamanda, temizleme etkinliğinin eşit olmayan uç aşınması nedeniyle zaman içinde azaldığını bildirmiştir. Uç ağzında aşındırılarak açılan oluklar, uç-bant temas basıncı artırılarak ortadan kaldırılamayacak bir geri taşınan malzeme geçişine neden olur.

#### Germe Sistemleri / Cihazları

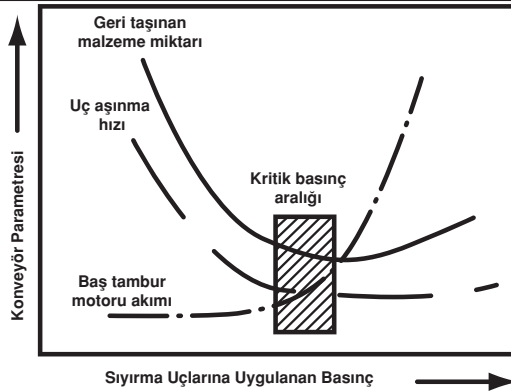
Uç-bant temizleme basıncı, bir germe cihazı vasıtasıyla korunur. Bu gergi mekanizmalarının gelişmişliği, beton blok denge ağırlıkları ve kilitleme bileziklerinden torklu depolama kaplinlerine ve tesisin tazyikli hava kaynağına bağlanan tasarlanmış havalı yay sistemlerine kadar uzanır (**Şekil 14.58**). Belirli bir gergi mekanizmasını seçme nedeni, konveyörün teknik özellikleri yanında tesis tercihlerine de bağlıdır.

Tüm gergi mekanizmaları, mekanik eklemeler ve diğer engellerin geçişine izin vermek için sıyrma kenarının kendini banttandırmasına izin verecek şekilde tasarlanmalıdır. Uçların banttaki engeller veya delikler tarafından “içe çekilmesi” durumunda, personelin yaralanması veya ekipmanın hasar görmesi riskini en aza indirmek için gergi mekanizmaları kendi gerilimini giderebilir olmalıdır (**Şekil 14.59**).

Bir germe cihazı, bandın ömrü boyunca tutarlı bir uç-bant basıncı sağlamak için sıyrıcıyla uyumlu olacak şekilde tasarlanmalıdır. Sıyrıcının ayarlanması veya yeniden

**Şekil 14.57**

Çalışma, uç basıncı 76 ila 97 kilopaskal (11–14 lb<sub>f</sub>/inç<sup>2</sup>) arasında optimum bir uç-bant temas basıncına kadar artırıldıkça, hem geri taşınan malzeme miktarının hem de uç aşınmasının düştüğünü tespit etti.



**Şekil 14.58**

Daha gelişmiş germe sistemleri, tesisin basınçlı hava kaynağına bağlanan tasarlanmış havalı yay sistemler içerir.



**Şekil 14.59**

Germe sistemleri, mekanik eklemeler ve diğer engellerin geçişine izin vermek için sıyrma kenarının kendini banttandırmasına izin verecek şekilde tasarlanmalıdır.



gerilmesi gerekirse, geri mekanizması bu bakımın, aletler veya birden fazla servis personeli gerekmeden, basitçe gerçekleştirilmesine izin vermelidir.

Bazı sıyırıcılar, yerlerine bastırıldıklarında ve kilitlendiklerinde, temizleme basıncını sağlamak için üretan ucun direncini kullanır (Şekil 14.60). Monte edildiklerinde, bu uçlar banda doğru zorlanarak saptırılır. Uç aşındıkça, temizleme basıncını korumak için “daha dik dururlar”. Ucun kendisi hem temizleme basıncını hem de şok emme kapasitesini sağladığından, sıyırıcı geleneksel bir gergi mekanizmasına ihtiyaç duymaz. Bunun yerine, uç düzeneği banda doğru zorlanır ve ilk uç-bant basıncını ayarlamak için uçlar hafifçe bastırılarak ana gövde yerine kilitlenir.

### Lineer veya Radyal Ayar

Bant sıyırıcısı ayarı için rakip teoriler mevcuttur. Banda doğru (bir çizgide) yukarı itilen lineer olarak ayarlanan sıyırıcılar ve bir eksen olarak ana gövdeyle monte edilen ve döndürülerek yerine oturtulan radyal ayarlı sıyırıcılar vardır (Şekil 14.61).

Radyal olarak ayarlanmış sıyırıcıların lineer tasarıma göre birkaç pratik avantajı vardır. Monte edilmeleri kolaydır, bandın bir tarafından ayarlanabilirler ve bant ha-

reketi ve bant eki geçişine has şoku emmek için kolaylıkla dönerek banttın uzaklaşabilirler.

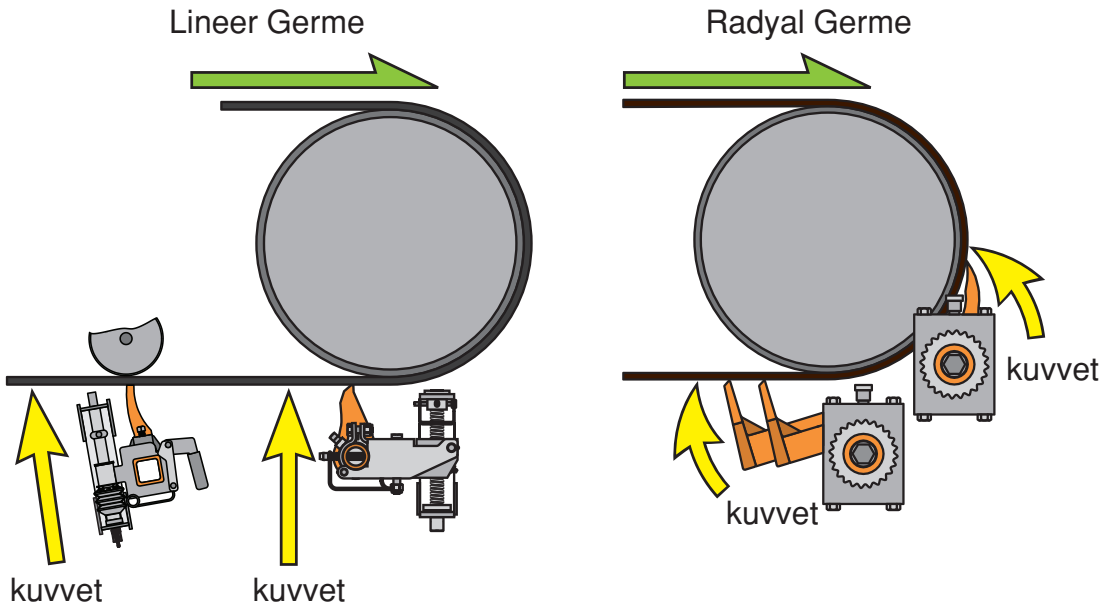
Lineer olarak ayarlanmış sıyırıcılar genellikle, eşit ayar sağlamak için her iki tarafa erişim gerektirir (Şekil 14.62). Bundan dolayı, bu sıyırıcılar için kullanılan gergi mekanizmaları çoğunlukla, uzaktan kontrol edilebilen, hava yastığı gibi bir çeşit motorlu ayar şekline sahiptir. Lineer gergi mekanizmaları, uç aşındıkça sabit bir sıyırma açısını korur ve sıyırıcının, gergi mekanizması çıkarılmadan bakım için kolaylıkla çekilmesine izin verecek şekilde tasarlanabilir.

Ayrıca, bazı karma sistemler, bir radyal rahatlatma mekanizmasıyla dikey germe içerir (Şekil 14.63).



**Şekil 14.60**

Bazı sıyırıcılar, temizleme basıncını sağlamak için üretan ucun direncini kullanır.



**Şekil 14.61**

Lineer olarak ayarlanmış sıyırıcılar, banda doğru (bir çizgide) yukarı doğru itilir; radyal olarak ayarlanmış sıyırıcılar, ana gövde eksen olarak kullanılarak döndürülür ve yerlerine oturtulur.

Etkili temizlik sağlamak için uçların banda karşı açısını korumak önemlidir. Eğer temas açısı uç aşınması tarafından değiştirilirse, sıyırıcı performansı da benzer şekilde düşecektir. İyi tasarlanmış bir bant sıyırıcısı, aşınma ömrü boyunca sıyırma açısını kontrol etmelidir.

**Şekil 14.62**

Lineer olarak ayarlanmış sıyırıcılar genellikle, eşit ayar sağlamak için her iki tarafa erişim gerektirir.



**Şekil 14.63**

Bazı karma sistemler, bir radyal rahatlatma mekanizmasıyla dikey germe içerir.



**Şekil 14.64**

Sıyırıcının banttan uygun mesafeye yerleştirilmesi, bantın sıyırıcıyı tamamen ters çevrilmiş bir pozisyona çektiği, genellikle ana gövdenin bükülmesiyle sonuçlanan "içe katlanma" problemlerinin önlenmesine yardımcı olur.



## SIYIRICI MONTAJI

Herhangi bir bant temizleme sisteminin performansındaki kritik bir unsur montajıdır. Hatalı montaj, sıyırıcının performansı üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olacaktır; ucun ömrünü ve temizleme verimini azaltacaktır. Üreticinin montaj talimatlarına harfiyen uyulmalıdır.

Bir bant sıyırıcısının montaj yerini etkileyen hususlar aşağıdakileri içerir:

- Sıyırıcı tasarımı
- Gergi mekanizması ve montaj gereksinimleri
- Sıyırıcıyı yerine cıvatalama veya kaynak yapma
- Şut duvarına montaj veya kirişten asma
- Konveyörün yapısal kirişlerinin, rulmanların ve tahriklerin yeri

Bant sıyırıcısının markasına bakılmaksızın, sıyırıcı montajındaki kritik faktör, sıyırıcı destek çerçevesinin bantın yüzeyinden doğru mesafede monte edilmesidir. Sıyırıcının banttan uygun mesafeye monte edilmesi, bantın sıyırıcıyı bantın içine ve tamamen ters çevrilmiş bir pozisyona çektiği, genellikle ana gövdenin bükülmesiyle sonuçlanan "içe katlanma" problemlerinin önlenmesine yardımcı olur (Şekil 14.64). Uygun boyutun korunması, uçları, en iyi temizleme, düzgün uç aşınması ve en uzun ömür için banda karşı doğru atak açısına yerleştirir. Doğru mesafe, sıyırıcı tipleri arasında farklılık gösterecektir.

Hem yeni hem tadilat uygulamalarında bant sıyırıcılarının montaj ve bakımını üreticinin yapması şiddetle tavsiye edilir; çünkü yeni bant temizleme sistemleriyle yaşanan performans sorunlarının çoğu, ilk olarak hatalı montaj ve ikinci olarak bakım eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Montajın üreticiye (veya üreticinin onayladığı alt işverenlere) yaptırılması, montajın uygun şekilde yapılmasını ve performansın sürekliliğini garantiler.

### Sıyırıcı Montajındaki Sorunları Giderme

Eğer bir temizleme sistemi kötü çalışıyor fakat uçlarda aşırı bir aşınma görünmüyor ve gergi mekanizması doğru ayarlanmışsa, diğer problemler mevcut olabilir. Bu problemler aşağıdakileri içerebilir:

- A. Destek çerçevesi tambura paralel değildir.
- B. Sıyırıcı, bant yüzeyinden uygun mesafede monte edilmemiştir.
- C. Sıyırıcıya uygulanan basınç bant hattını değiştirmektedir.
- D. Uçlar bantta merkezlenmemiştir.

Bu faktörlerden herhangi biri, bir sıyırıcının geri taşınan malzemeyi temizleme kabiliyetini zayıflatacaktır. Uygun düzeltici faaliyetleri belirlemek için sıyırıcının operatörleri veya montaj kılavuzu gözden geçirilmelidir.

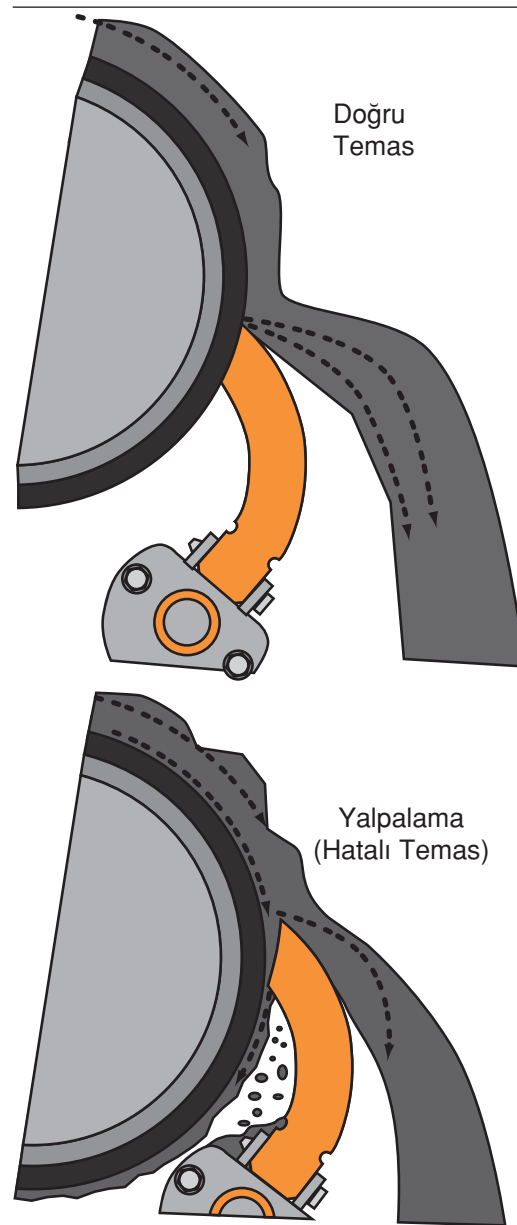
### Bant Dalgalanması ve Bant Temizleme

Bant dalgalanması, bant temizliğinde problemler oluşturabilir. Bant dalgalanması, bantın, en çok konveyörün düşük gerilimli (dönüş) tarafında görülen dalgalanmasıdır. Bu titreşim, 25 milimetreye (1 inç) varan genliklerde ölçülmüştür. Hareket, bant sıyırıcılarını veya iç sıyırıcıları bozacak ve dönüş makaralarının rulman ömrünü kısaltacak kadar güçlü olabilir. Titreşimin genliği, uçları bantla temas halinde tutmayı güçleştirebilir, dolayısıyla temizleme etkilerini azaltır. Bant dalgalanmasını kontrol etmek için, dönüş makaralarının aralığı değiştirilebilir veya bantı yatıştırmayı denemek için bir sabitleme rulosu kullanılabilir.

### Ön Sıyırıcının “Yalpalaması”

Ön sıyırıcılar, bantta ilk olarak sıyırıcı ucunun uç kısmı temas edecek şekilde tasarlanmıştır. Uç aşındıkça, uç ve bant arasındaki teması korumak için normalde primer sıyırıcı dönerek bandın içine girer. Bununla birlikte, bir elastomer ön sıyırıcı ucu bantta çok yakın monte edildiğinde problemler ortaya çıkabilir. Bu şekilde mon-

te edilmiş bir primer sıyırıcı, ucun tasarımına bakılmaksızın, bantta ilk önce sıyırıcı ucunun uç kısmının altını temas ettirecektir. Bu “yalpalama”, bant ve uç kısmı arasında bir boşluk oluşturur (**Şekil 14.65**). Taşınan malzeme bu boşlukta birikir ve birikme, ucu banttan uzağa iter. Uç banttan uzağa itildiğinde, artık büyük miktarlarda malzeme bant ve uç arasından geçer, uç ve banttaki aşınmayı azar azar artırır ve temizleme verimini düşürür. Çözüm, ucun ön ağzının bantta ilk olarak temas etmesi için uygun montaj mesafesini korumaktır.

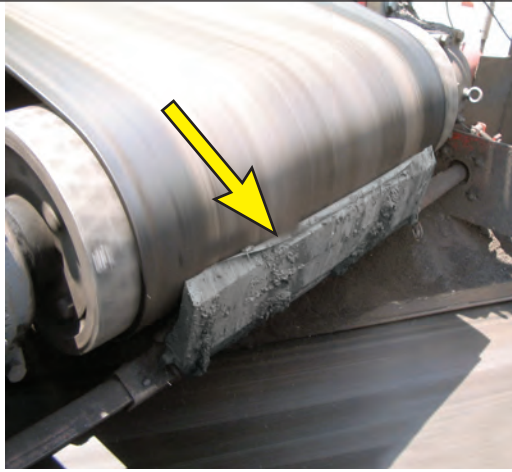


**Şekil 14.65**

“Yalpalama”-bantta ilk önce ön sıyırıcı ucunun alt arka ucunun temas etmesi—bant ve sıyırıcı ucunun uç kısmı arasında bir boşluk oluşturur; malzeme bu boşlukta toplanacak ve ucu banttan uzağa itecektir.

**Şekil 14.66**

Bir elastomerik ön sıyrıcı ucu aşırı gerildiğinde, kuvvet tüm temas alanından ucun alt arka ucuna kaydırılır. Bu, ucun, uçta ince bir sarkık parça haline gelinceye kadar aşınmasına neden olarak temizleme verimini azaltır.

**Şekil 14.67**

Eğer bir sekonder sıyrıcı aşırı gerilirse, sıyırma açısı, geri taşınan malzemenin uç ve bant arasında sıkışacağı, bandı yukarı iteceği ve etkili temizleme basıncını azaltacağı noktaya kadar değişebilir.

**Şekil 14.68**

Geri taşınan malzemenin, dikey, düşük sürtümlü bir astarın yüzeyine yapışması olağandışı değildir.

**Şekil 14.69**

Yapışkan veya kurutulmuş bir malzeme birikmesiyle çevrilmiş bir sıyrıcı düzgün şekilde çalışmaz.



### Aşırı Germe Problemi

Optimum temizleme verimi, banda karşı doğru sıyırma açısı ve yeterli gerginlikle elde edilir. Madenler Bürosunun Konveyör Bandı Temizlemenin Temel Parametreleri başlıklı çalışmasında belirtildiği gibi, bir sıyrıcının uç-bant basıncının artırılması, mutlaka temizleme performansını da artırmaz (*Referans 14.2*). Basıncın artırılması temizleme verimini azaltabilir ve aşınma ömrünü kısaltabilir. Uygun şekilde monte edilse bile, eğer bir elastomerik ön sıyrıcı ucu aşırı gerilirse, kuvvet tüm temas alanından ucun alt arka ucuna kaydırılır. Bu bir “küçük yalpalama” durumuna ve çoğu zaman ucun uçta ince bir sarkık parça haline gelinceye kadar aşınmasına neden olarak temizleme verimini azaltabilir (**Şekil 14.66**).

Eğer sekonder sıyrıcı aşırı gerilirse, sıyırma açısı, geri taşınan malzemenin uç ve bant arasında takoz şeklindeki alanda sıkışacağı noktaya kadar değişebilir (**Şekil 14.67**). Bu, bandı yukarı itecek ve etkili temizleme basıncını azaltacak bir malzeme birikmesi oluşturacaktır. Malzeme uç ve bandın arasından geçerek, yine kötü temizleme verimine ve uç ve bant aşınmasının artmasına neden olacaktır.

### Banttın Temizlenen Malzemeyi Taşıma

Geri taşınan malzemenin, tahliye noktasının ötesinde banda tutunması, konveyör yükünün geri kalanından farklı özelliklere sahip olduğunu gösterir. Parçacıklar daha incedir ve daha yüksek rutubet içeriğine sahiptir; bu nedenle, ana malzeme kütesine özgü olanlardan farklı akış özelliklerine sahiptirler. Geri taşınan malzemenin, dikey, düşük sürtümlü bir astarın yüzeyine yapışması olağandışı değildir (**Şekil 14.68**). Geri taşınan malzeme, banttın çıkarıldıktan sonra dahi, yakalama, taşıma ve yok edilmesi sırasında problemler oluşturur.

Geri taşınan malzemenin özellikleri nedeniyle, bant sıyrıcılarını tahliye noktasına mümkün olduğunca yakın yerleştirmek en iyisidir. Mümkün olduğunca fazla geri taşı-

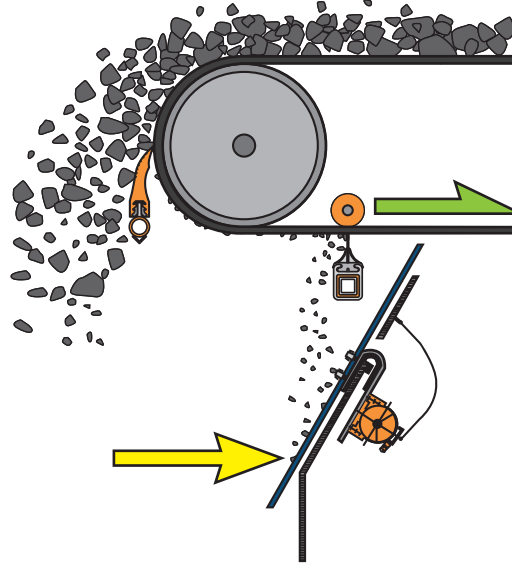
nan malzemenin ana malzeme akışına geri döndürülmesi, bu zor malzemenin prosesin dışında taşınması ihtiyacını azaltır. Bant boyunca daha ileriye taşınan yapışkan kaçak malzeme, şütün içinde birikebilir veya damlatma şutları veya süpürücü konveyörler tarafından taşınması gerekebilir, böylelikle malzeme taşıma sisteminin maliyetlerini ve karmaşıklığını artırabilir. Etkili temizleme performansı sağlamak için, sıyrıcı veya damlatma şutunda malzeme birikmesi önlenmelidir. Yapışkan veya kurutulmuş malzeme birikmesiyle çevrilmiş bir sıyrıcı, düzgün şekilde çalışmaz (Şekil 14.69).

Geri taşınan malzemenin toplanması ve ana malzeme kütesine geri döndürülmesi, tahliye şutlarının tasarımında ciddi bir zorluk doğurabilir. İdeal olarak, konveyörün ana tahliye şutu, banttın temizlenen malzemenin, ana malzeme akımıyla yeniden birleştiği aynı şütün içinden düşebileceği kadar büyüktür. Fakat birçok durumda, yardımcı şutların veya sistemlerin eklenmesi gerekebilir.

#### Damlatma Şutları

Temizleme sistemlerinin, banttın temizlenen malzemenin ana malzeme kütesine serbestçe geri dönmediği şekilde yerleştirildiği konveyörlerde, genellikle bir damlatma şutu veya ince tane şutu gereklidir. Bu, tahliye şutunun, temizlenen geri taşınan malzemeyi ana malzeme akışına geri yönlendiren ayrı bir parçasıdır. Bu yardımcı şut, malzemenin temizleme sisteminden uzağa düşmesini sağlayacak ve sıyrıcının bu yapışkan malzemeler tarafından ku-

şatılmasını önleyecek kadar büyük olmalı ve yeterince dik bir duvar açısıyla tasarlanmalıdır. Mümkün olduğunca dikey bir açıyla bir damlatma şutu monte edilmesi ve bunun, Ultra Yüksek Moleküler Ağırlıklı (UHMW) polietilen gibi düşük sürtünmeli bir malzemeyle kaplanması tavsiye edi-



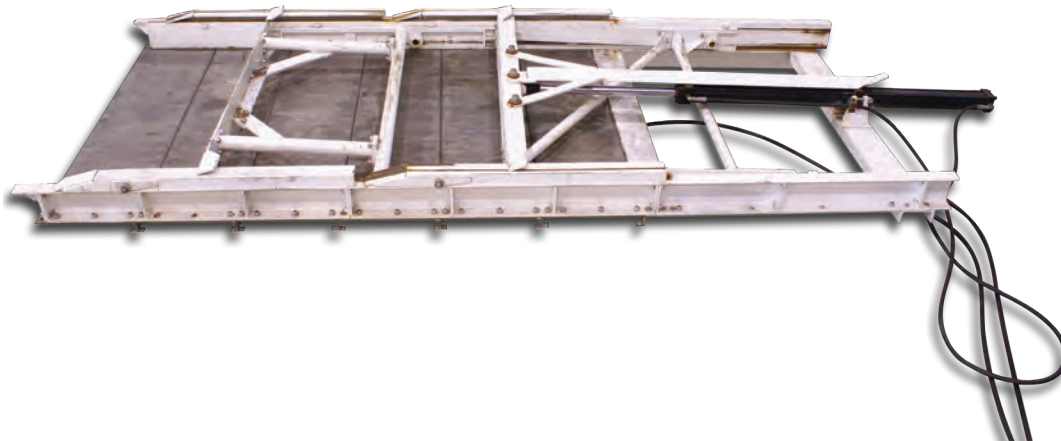
**Şekil 14.70**

Titreşimli bir damlatma şutu oluşturmak için düşük sürtünmeli bir plastik tabakası üzerine bir elektrikli vibratör monte edilebilir.



**Şekil 14.71**

Titreşimli tabaka, çelik şut tertibatından bir kauçuk yastıkla izole edildiğinden, yapıya, metal yorgunluğuna neden olmayacak kadar küçük bir kuvvet uygulanır.



**Şekil 14.72**

Temizlenen malzemeyi banttın ana malzeme akışına geri taşımak için motorlu bir iç sıyrıcı veya itici konveyör kullanılabilir.

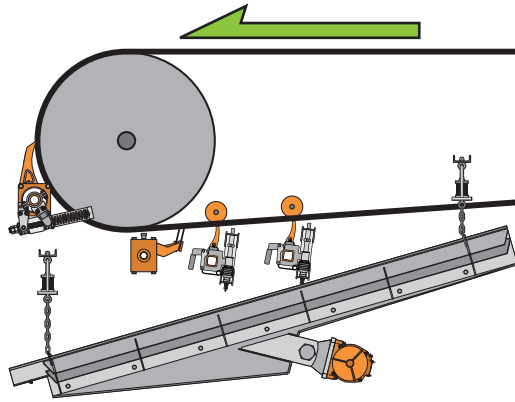
lır. Geri taşınan malzemeyi sıyrıcılardan uzağa taşımada yardımcı olması için akış yardımcıları eklemek yararlı olabilir.

Bir damlatma şutunda malzeme birikme sorununu çözmenin bir yolu da, şutun içinde dinamik bir alt zemin oluşturmaktır. Bu, şut zeminine paralel ve serbestçe hareket edebilmesi için bir ucu sabitlenmemiş şekilde, UHMW polietilen gibi pürüzsüz, düşük sürtünmeli, aşınmaya dayanıklı bir plastik tabakası monte edilerek gerçekleştirilebilir. Bu tabakaya, malzeme birikmesini önlemek için dinamik hareket sağlayan bir vibratör monte edilir (**Şekil 14.70**). Bu titreşimli tabaka, çelik şut tertibatından bir kauçuk yastıkla izole edildiğinden, yapıya, metal yorgunluğuna neden olmayacak kadar küçük bir kuvvet uygulanır (**Şekil 14.71**).

Alternatif bir sistem, bir hava şokundan tahliyeyle periyodik olarak “tekmelenen”, şut astarı olarak kullanılan esnek bir perde veya kauçuk tabakası içerebilir. Bu, astarı esneterek yapışmış herhangi bir malzemenin düşmesine neden olur. (Bkz. 9. Bölüm: Akış Yardımcıları)

**Şekil 14.73**

Titreşimli konveyörlere çoğu zaman süpürücü sistemler olarak rastlanır.



**Şekil 14.74**

Bir bant sıyrıcısı monte ettikten sonra, periyodik muayene, ayar ve bakım gereklidir.



Personelin birikmeleri temizlemesine imkan vermek ve tıkanmaları önlemek için periyodik yıkama sağlamak amacıyla damlatma şutunun içine erişim sağlanmalıdır.

### **Süpürücü Konveyörler**

Ayrı bir damlatma şutunun pratik olmadığı durumlarda, bir süpürücü konveyör sağlanması faydalı olabilir (**Şekil 14.72**). Bu, ana sistemin altına monte edilen ve temizlenen malzemeleri ana malzeme akışına geri döndüren, daha küçük bir yardımcı konveyördür. Küçük helezon konveyörler, zincirli skreyper (kazıyıcı) konveyörler, elektrikli veya hidrolik sıyrıcılı veya itici konveyörler, süpürücü sistemleri olarak yaygın bir şekilde kullanılır (**Şekil 14.73**).

Süpürücü konveyörün bir avantajı da, bakım için daha uygun bir yere birkaç tersiyer bant sıyrıcısı yerleştirilmesine izin vermesidir. Banttan temizlenen malzeme, yokuş yukarı dahi, ana şutun içine geri taşınabilir. Bu sistemlerin başlıca dezavantajı ise, periyodik olarak temizliği ve bakımı yapılması gereken başka bir mekanik ekipmanın eklenmesi anlamına gelmeleridir

## **SİSTEM BAKIMI**

### **Bakımın Önemi**

En iyi tasarlanmış ve en etkin bant temizleme sistemi bile düzenli olarak bakım ve ayarlama ister; aksi takdirde performansı zamanla düşer. Bant temizleme sistemlerine uygun şekilde bakım yapılması, bant ve sıyrıcı uçlarında aşınmayı azaltır, hasarı önler ve etkin temizleme sağlar. Bant sıyrıcı sistemlerinde bakım eksikliği, yalnızca etkili şekilde temizleme yapılmamasına neden olmaz, aynı zamanda konveyör sistemi için kayda değer bir risk oluşturur.

Hem konveyör tasarımcıları hem de sıyrıcı üreticileri, ekipmanlarını, bu hayati bakım faaliyetlerini basitleştirecek şekilde tasarlamalıdır. Bir temizleme sisteminin seçim sürecinde, bakım gereksinimleri ve prosedürleri incelenmelidir. Sıyrıcı bakımının önceden planlanması, bakım faaliyetlerinin hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesine



izin verecek ve iyileştirilmiş bant temizliği ve minimum duruş süresi sağlayacaktır. Basit ve “işçi dostu” olan bakım işlerinin tutarlı bir şekilde gerçekleştirilmesi daha muhtemeldir.

Bir bant sıyırıcısı monte ettikten sonra, periyodik muayene, ayar ve bakım gereklidir (**Şekil 14.74**). Sıyırıcıların dayanıklılık ve basit bakım için tasarlanması gerektiği gibi, konveyörler de, erişim için gerekli açıklıklar dahil, kolay bakıma izin verecek şekilde tasarlanmalıdır. Bakım prosedürlerini iyileştirmek için bir konveyör bandı temizleme sistemine dahil edilebilecek unsurlar şunları içerir:

- CEMA tarafından tavsiye edildiği gibi, geniş açıklıklar ve çalışma alanlarıyla yeterli bakım erişimi
- Tamburun her iki tarafına, bant sıyırıcılarının eksenine aynı hizada monte edilmiş, kolay açılır kapanır kapakları olan erişim pencereleri
- Ana gövdenin çıkarılmasını gerektirmeden bakım için içe ve dışa sürgülü temizlik elemanları
- Uçlar ve ana gövde dahil, paslanma ve hor kullanıma dayanıklı bileşenler
- Elektrikli takımlara sahip bir bakım ekibinin işi yapmasını beklemeden basit el aletleriyle ayarlanabilecek veya değiştirilebilecek - gerekli bakımın çabuk yapılmasına olanak tanıyan bileşenler

Bir sıyırıcı tertibatının içe/dışa sürgülü yerleştirilmesine izin veren mandrel-montaj sistemleri (**Şekil 14.75**) daha hızlı bakım olanağı sunar. Bazı tesisler, uygun düzenleyici ve güvenlik komitesi onaylarının uygun personel eğitiminin verilmesi kaydıyla, bu bakımın bant çalışırken yapılması için düzenlemeler yapmıştır.

Herhangi bir temizleme sistemi bakım prosedürü gerçekleştirilirken, geçerli tüm güvenlik kurallarına uyulmalıdır. Bu uygulamalar için yalnızca, uygun kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürlerini izleyen eğitimli ve yetkili personel kullanılmalıdır.

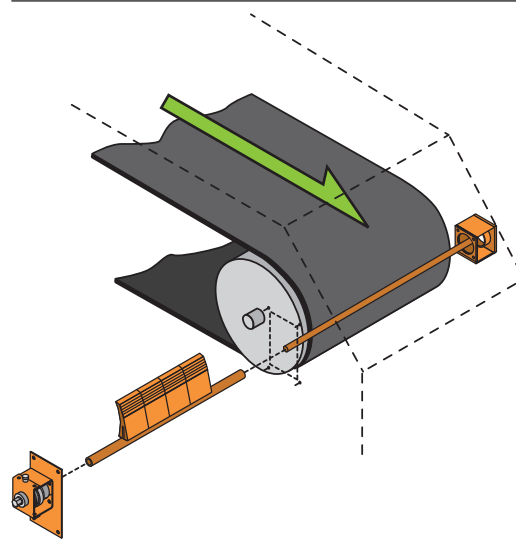
### Bant Sıyırıcısı Bakımı için İpuçları

Eğer tesis yönetimi ve personeli, enerji ve dikkatlerini sıyırıcının performansını korumaya adanarsa, karşılığında daha etkin temizleme elde edeceklerdir. Genellikle bant temizleme sistemi bakımını, kendini işine adanmış tesis personeline veya uzman alt işverenlere vermek en iyisidir, çünkü bu durumda sistemi koruma yükümlülüğü altına gireceklerdir.

Problem, çoğu kurum içi muayenelerin asla gerçekleşmemesi, gerçekleştiklerinde ise bunların, neye bakacakları veya sıyırıcılara nasıl bakım yapacakları konusunda eğitilmemiş kişiler tarafından yapılan ayaküstü muayeneler olmasıdır. Çoğu idareci, bunun basit bir iş olduğunu ve kurum içinde yapılması gerektiğini düşünecektir; gerçek şu ki, sıyırıcı bakımı asla bir öncelik değildir, dolayısıyla nadiren yapılır. Dışarıdan uzman alt işverenlerin kullanılması, bant sıyırıcısı bakımının uygun şekilde yapılmasını sağlar. Uzman alt işverenler çoğu zaman, önlenebilecek diğer konveyör sistemi veya bileşen problemlerini önceden fark eder.

Her bir sıyırıcı ve gergi mekanizması için üreticileri tarafından özel bakım talimatları sağlansa da, belirli aralıklarda uygulanması gereken düzenli ve rutin prosedürler vardır.

Bant temizleme sistemlerinde bakım yaparken, üretici tarafından önerilen ve



**Şekil 14.75**

Mandrel-montaj sistemleri, bir sıyırıcı tertibatının içe/dışa sürgülü yerleştirilmesine izin vererek daha hızlı bakım olanağı sunar.

gerekli yerel güvenlik prosedürleri izlenmelidir.

### **Günlük: Birikmiş Malzemeyi Sıyırıcıdan Temizleyin**

Bant durmuş haldeyken, sıyırıcı uçları ve bant arasında toplanmış veya sekonder sıyırıcıların kolları üzerinde birikmiş herhangi bir malzemeyi temizleyin. Çoğu zaman, sıyırıcının banttan uzağa döndürülmesi, ardından uçların duran banda birkaç kez keskin şekilde geri vurulması, bu malzemeyi yerinden çıkaracaktır. Diğer şartlarda, bir su hortumuyla veya yüksek basınçlı bir spreyle çabuk bir durulama, birikmeyi temizleyecek ve uçların muayenesine izin verecektir.

### **Haftalık: Sıyırıcının Performansını Kontrol Edin**

Temizleme sisteminin çalışmasını kontrol edin. Bandın üzerinde kalan geri taşınan malzeme, aşınmış uçlara veya hatalı gerginliğe işaret edebilir.

### **Haftalık: Uç Aşınmasını Kontrol Edin**

Temizleme elemanlarında aşınma olup olmadığını kontrol edin. Bazı uç markaları, görünür bir aşınma çizgisi içerir; diğerleri için, güvenli ve etkili aşınmanın sınırlarını öğrenmek amacıyla kılavuza bakılması gerekecektir.

### **Haftalık: Gergi Mekanizması Ayarını Kontrol Edin**

Sıyırıcı performansını korumada en kritik unsur, sıyırma kenarını bantta gergin tutmaktır. Uçlar aşındıkça, ucun daha kısa boyunu tolere etmek için gergi mekanizmasının ayarlanması gerekebilir. Her bir gergi mekanizmasının kılavuzunda yeniden germe işlemine özel talimatlar bulunmalıdır.

## **BANT SIYIRICISI PERFORMANSINI DEĞERLENDİRME**

### **Bant Temizleme Performansını İyileştirme**

Bir tesisin bant temizleme sisteminin

performansını yükseltmek için uygulanabilecek birtakım taktikler vardır. Bant sıyırıcısı performansını iyileştirmek için genel bir program aşağıdakileri içerebilir:

#### **A. Üreticinin talimatlarına uyun**

Sistemlerin, üreticinin tavsiyelerine göre monte edildiğinden ve korunduğundan emin olun. Tavsiye edilen bakım aralığına uyun.

#### **B. Standartlaştırın ve sistematikleştirin**

Bir tesiste ve/veya bir şirketteki tüm tesislerde bulunan tüm konveyörlerde tek marka veya tip sıyırıcı kullanarak standartlaştırma, prosedürleri basitleştirecek ve yedek parçaları en aza indirecektir. Eğer işletmede farklı bantlar ve malzemeler varsa, tesis çapında, her uygulamada veya dökme malzeme özellikleri değişikçe sıyırıcıyı değiştirmeye izin veren tek bir sıyırıcı platformu edinmeyi düşünün. Bazı üreticiler, bir yandan ana gövde ve gergi mekanizması sistemlerinin sayısını en aza indirirken diğer yandan isteğe göre düzenlemeyi kolaylaştıran, kartuş tarzı sıyırıcı platformları sunmaktadır. Ayrıca, sıyırıcı bakım uygulamaları, sorumluluğu ve uygulamayı iyileştirmek amacıyla—tesis içinde yönetilerek veya bakım işi, uzman bir alt işverene verilerek—sistematikleştirilebilir.

#### **C. Çıtayı yükseltin**

Performans gereksinimlerini sürekli olarak yükseltin. Temiz bir tesis bekleyin ve performans talep edin. Ürünlerini garanti edecek bir tedarikçi bulun ve temizleme prosesini anlamak için onunla çalışın. Uç seçimini iyileştirmek için uç ömrü testi veya performansı kontrol etmek için geri taşınan malzeme testi gibi temizleme performansı ölçümleri uygulayın. Problemlili konveyörlere ek sıyırıcılar monte etmeyi düşünün.

Bir sıyırıcı montajını optimize etmek için başka bir strateji de, araştırma yapmaktır. Hem temizleme verimini hem de uç ömrünü optimize eden uç-bant basıncını belirlemek için temizleme sistemlerini analize

etmek artık mümkün. Optimizasyonu daha kolay hale getirmek için, bazı bant sıyrıcıları uçlarına kalıplı aşınma yüzdeleriyle işaretlenir; sürekli ve sabit yay basıncı sağlamak için germe sistemleri geliştirilmiştir.

Optimizasyon süreci, temizleme basıncının belirli bir seviyeye ayarlanmasından ve uç, yüzde 25 aşınma göstergesine ulaşıncaya kadar geçen süre ve/veya toplam taşınan malzeme miktarının kaydedilmesinden oluşur. Daha sonra basınç ayarlanır ve sıyrıcı, bir sonraki yüzde 25 aşınma göstergesine ulaşıncaya kadar kullanılır. Bu bölümde daha önce ele alınan kantitatif yöntemler veya görsel kalitatif ölçümler kullanılarak temizleme verimi de ölçülmelidir. Bu şekilde, tesis, bir yandan kabul edilebilir temizleme verimi sağlarken diğer yandan en uzun uç ömrünü hangi basıncın sağladığını belirleyebilir.

Sonuçlar uygulamadan uygulamaya, hatta aynı tesis içinde konveyörden konveyöre geçecektir. Bir Alman linyit madeni, daha yüksek temizleme basıncının daha uzun uç ömrü sağladığını buldu; benzer bir işletme ise daha düşük basınçların, bir yandan kabul edilebilir temizleme seviyelerini korurken daha uzun uç ömrüyle sonuçlandığını bildirdi.

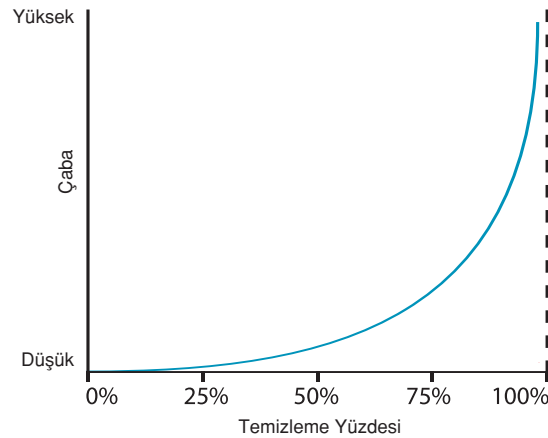
### Bant Temizleme Hedefleri

Bant temizleme bir süreçtir ve diğer herhangi bir süreç gibi, sonuçları bir eğriyi takip eder (Şekil 14.76). Temizlenen malzeme miktarı, bu işe harcanan “efor” miktarıyla orantılıdır. Bu “efor” para, temizleme basıncı, sıyrıcıların sayısı veya bunların bir birleşimi olabilir.

Bu temizleme süreci eğrisi, geri taşınan malzemeyi belirli bir temizleme yüzdesinde temizleme çabasının, o geri taşınan malzeme miktarının (temizlik, bakım, makara değişimi ve kayıp malzemenin değeri dahil) maliyetine karşı ölçüldüğü bir grafikte gösterilebilir. Eğri boyunca bir noktada, ek temizleme sistemlerinin montaj, işletme ve bakım gideri, kalan malzemeyi bantta bırakma maliyetinden daha büyüktür (Şekil 14.77).

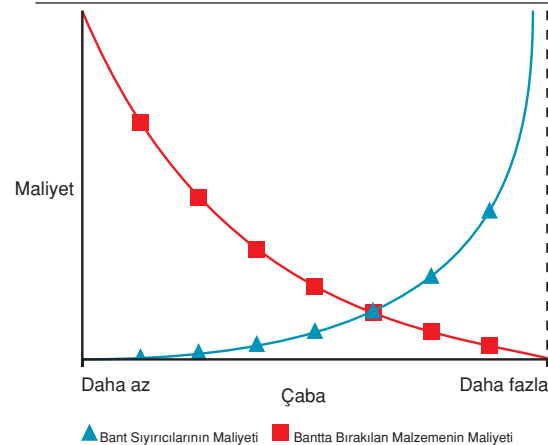
“Yüzde 100'lük” bir temizlik seviyesi gerçekleştirebilecek bir bant temizleme sisteminin maliyetleri, muhtemelen sistemin faydalarından daha ağır basacaktır. Yüksek bir temizleme seviyesine sahip temizleme sistemlerinin ötesinde bantta kalan geri taşınan malzemenin önemli bir miktarı, konveyörün dönüş yolu boyunca bantın üzerinde kalacaktır. Bu malzeme, konveyör yük bölgesine yeniden girdiğinde hala bantta olacaktır. Bu nedenle, bunun tamamını temizlemek, yapılacak masrafa değmeyebilir.

Daha da önemlisi, “yüzde 100'ünü” yalnızca mekanik kazımayla temizlemek için, sıyrıcı(lar) o kadar büyük bir basınçla uygulanacaktır ki, sıyrıcılar bant kaplamasını tehlikeye atacaktır. Aynı zamanda, temizleme sisteminin verimine bakılmaksızın, bantın yüzeyindeki küçük çatlaklarda ve oluklarda hapsolmuş bir miktar geri taşınan malzeme kalacaktır. Bu nedenle, “yüzde 100” temizlemeye ulaşmak imkansızdır.



**Şekil 14.76**

Bant temizleme bir süreçtir ve diğer herhangi bir süreç gibi, sonuçları bir eğriyi takip eder.



**Şekil 14.77**

Temizlenen malzemenin miktarını ve o geri taşınan malzemenin maliyetini temsil eden azalan eğri boyunca bir noktada, ek temizleme sistemlerinin montaj ve bakım maliyeti, kalan malzemeyi bantta bırakma maliyetinden daha büyüktür.

Bant temizleme için tesisin işletilmesine dair makul ve elde edilebilir hedefler edinmek en iyisidir. Uygun ekipman seçimi ve devamlı bakımla, makul hedefler, bir tesisin yerinde iyileştirmeler ve yatırım getirisi göstermesini sağlayacaktır. Temizleme sistemleri, gerçek işletme gereksinimlerini kabul edilebilir bir geri taşınan malzeme seviyesiyle karşılayacak şekilde tasarlanmalı, monte edilmeli ve korunmalıdır.

### Bant Temizleme Sistemi Performansı için bir Standart Geliştirme

Bir bandın üstünde kalan geri taşınan malzeme miktarı, taşınan malzemenin tonajı veya diğer faktörlerden daha çok, dökme malzemenin özelliklerine ve konveyör sisteminin fiziksel parametrelerine bağlıdır. R. Todd Swinderman, Madencilik, Metalürji ve Arama Derneğinin (SME) 2004'teki yıllık toplantısında sunduğu bir çalışmada, bant temizleme için performans bazlı bir standart önerdi (*Referans 14 4*). Bu önerinin amacı, kullanıcı beklentilerine ve zaman içinde ekipman performansına dayanarak bant sıyırıcı sistemleri belirlemede kullanılacak standart bir yöntem önermekti. Üç temizleme performansı seviyesi öneren çalışmasının ayrıntıları aşağıda verilmektedir. (*Bkz. 31. Bölüm: Swinderman Ölçeği için Performans Ölçümleri*)

Seviye I temizleme genellikle, geri taşınan malzeme hakkında kaygılar kritik olmadığında şart koşulur. Normalde Seviye I

performansı gerçekleştirmekle ilişkilendirilen temizleme sistemleri, kötü ortalama arasında bakım yapılan tek parça uçlara sahip tek veya çift sıyırıcı sistemlerdir. Konveyör dönüşünden düşen geri taşınan malzemenin muhtemelen sıkça temizlenmesi gerekecektir. Seviye I, düşük malzeme tonajları taşıyan işletmelerde, aralıklı çalışan tesislerde veya geri taşınan malzemenin kolaylıkla temizlenip prosese geri döndürülebildiği yerlerde, banttın temizlenmesi kolay malzemeler için şart koşulacaktır.

Seviye II temizleme genellikle, geri taşınan malzemenin söz konusu olduğu, fakat önemli bir güvenlik veya çevre problemi yaratmadığı durumlarda şart koşulur. Normalde Seviye II performansla ilişkilendirilen temizleme sistemleri, üreticinin belirttiği aralıklarda bakıma alınan parçalı uçlara sahip çoklu sıyırıcı sistemleri olacaktır. Seviye II temizlik, yüksek hacimli işletmeler, dökülen malzemenin orta derecede değere sahip olduğu işletmeler veya konveyörlerin altında haftada bir elle temizliğin kabul edilebilir olduğu yerler için şart koşulacaktır.

Seviye III temizleme genellikle, geri taşınan malzemeye dair kaygılar kritik olduğunda şart koşulur. Kaygılar, güvenlikten çevreye ve ürün kirlenmesine kadar uzanır. Normalde bir Seviye III performansı gerçekleştirmekle ilişkilendirilen temizleme sistemleri, en az bir düşük hacimli su spreyi bulunan çoklu sıyırıcı sistemleridir.

Tablo 14.2

Bandın Temizlenmiş Kısmında Kalmasına İzin Verilen Geri Taşınan Malzemenin Ortalama Seviyesi			
Temizleme Seviyesi	Seviye I	Seviye II	Seviye III
Ortalama Geri Taşınan Malzeme Seviyesi (Kuru Ağırlık gr/m <sup>2</sup> )	250	100	10
Ortalama Geri Taşınan Malzeme (Kuru Ağırlık oz/ft <sup>2</sup> )	0.82	0.33	0.03

Notlar:

1. Çevre ve çalışma koşulları değiştiğinden, temizleme seviyesi, her bir konveyör ve dökme malzemeye özgü olacak standart bir dağılım eğrisinin ortalamasına dayanır. Bu nedenle, toplam bant sıyırıcısı performansını ölçerken, bir tesiste benzer dökme malzemeler taşıyan tüm benzer sistemlerde yapılan ölçümlerin ortalaması kullanılmalıdır.
2. Geri taşınan malzeme faktörleri (Cbf), en nihayetinde banttın düşen ve konveyörün altında biriken malzemenin yüzdesi, Seviye I'de ölçülen geri taşınan malzemenin ortalama %75'i, Seviye II'de %50'si ve Seviye III'de %25'i olacak ölçülmüştür (*Referans 14.5*).

Temizlenmesi zor dökme malzemeler, sıyırıcıları kayganlaştırmak için düşük hacimli su spreyleriyle, wash box'ı ve tahliye borularını serbestçe akar şekilde tutmak için yüksek hacimli spreylerinin bir birleşimini kullanan, birden fazla sıyırıcıya sahip bir wash box sisteminin kullanılmasını gerektirebilir. Seviye III performans, döküntünün önlenmesinin gerektiği, banttaki yükün kirlenmesinden endişe edildiği, dökme malzemenin ton başına yüksek bir değere sahip olduğu veya konveyörlerin altının ayda bir temizlenmesinin kabul edilebilir olduğu yerlerde şart koşulacaktır.

Swinderman'ın çalışması, ne kadar yüksek temizlik seviyesi istenirse, temizlik sisteminin o kadar karmaşık olacağını ve performansının o kadar iyi olmasının gerektiğini belirtmiştir (Tablo 14.2).

## TİPİK ÖZELLİKLER

### A. Genel olarak

- Konveyör bandı temizleme sistemlerinin, “normal” çalışma koşulları yerine, “en kötü durum” malzeme koşullarının neden olduğu problemler için tasarlanması önemlidir. Bu, temizleme sistemlerinin, malzemedeki değişiklikleri daha iyi idare etmesini sağlayacaktır.
- Bant sıyırıcıları, malzeme tahliye noktasına mümkün olduğunca yakın monte edilmeli, temizleme elemanlarını sağlam bir yüzeyde destekleyerek etkili temizleme sağlamalıdır.
- Bant sıyırıcıları, malzeme yolunun dışına monte edilmeli ve temizlenen malzemelerin uçlar ve yapılar üzerinde birikmeyeceği şekilde yerleştirilmelidir.
- Bant temizleme sistemleri, bant merkezlemesindeki küçük değişimlere izin vermek ve optimum uç-bant teması sağlamak için tam bant genişliğinden daha az kapsama alanı olacak şekilde tasarlanmalıdır.
- Her bir baş tamburu, tersiyer sıyırıcıların eklenmesi için bırakılan paylarla

birlikte, (minimum) bir primer ve bir sekonder sıyırıcıdan oluşan bir bant temizleme sistemine sahip olmalıdır.

- Temizleme sistemleri, basit bakım ve uç değiştirme prosedürlerine izin verecek şekilde tasarlanmalıdır. Periyodik bakım, bant sıyırıcılarının performansını zirvede tutmak için üreticilerin tavsiyelerine göre gerçekleştirilmelidir.

### B. Primer sıyırıcılar

- Primer sıyırıcılar, ilk kaba temizliği gerçekleştirir. Esnek (elastomer) uçlar ve radyal-ayar germe cihazlarıyla tasarlanmalıdır.
- Primer sıyırıcılar, bir pozitif sıyırma açısıyla, baş tamburunun yüzeyine, malzeme yolunun hemen altına monte edilmelidir.
- Primer sıyırıcı uçları, sabit bir sıyırma açısı ve alanı tasarımı içermelidir.
- Ön sıyırıcılar, tek ve iki yönlü bantlarda kullanım için tasarlanmalıdır.
- İki yönlü bantlar, her bir tahliye tamburuna monte edilmiş bir ön sıyırıcıya sahip olmalıdır.

### C. Sekonder sıyırıcılar

- Sekonder sıyırıcılar, ön sıyırıcının uçlarından geçen malzemenin çoğunu temizler. Sekonder uçlar banda, hala baş tamburuna dokunurken veya tamburu hemen terk ederken temas etmelidir. Alternatif olarak, sıyırıcılar, uçların üzerinde bir ters baskı rulosuyla baş tamburunun arkasına yerleştirilebilir. Sabitleme silindirisinin çapı minimum 100 milimetre (4 in.) olmalıdır.
- Sekonder sıyırıcı uçları, banda bir negatif sıyırma açısıyla temas edecek şekilde tasarlanmalıdır.
- Uçlar, tungsten karbür veya aşınmaya dayanıklı benzer malzemedan yapılmalıdır.
- Tek yönlü bantlarda, sıyırıcı, bir radyal-ayar germe cihazıyla ve iki yönlü bantlarda, bir dikey yaylı gergi mekanizmasıyla ayarlanmalıdır.

- e. İki yönlü bantlar, her bir uç (tahliye) tamburuna mümkün olduğunca yakın monte edilmiş iki yönlü bir sekonder sıyrıcıya sahip olmalıdır.

D. Tersiyer sıyrıcılar

- a. Konveyör yük bölgelerinin tasarımında alan, tersiyer sıyrıcıların muhtemel olarak eklenmesi durumu için tasarlanmalıdır.
- b. Tersiyer sıyrıcılar, geri taşınan malzemeyi ana malzeme akışına geri

döndürmek için ayrı bir damlatma şutu veya süpürücü konveyör kullanılmalıdır.

E. Diğer

- a. (Su, elektrik, tazyikli hava gibi) gerekli olanaklar, bant sıyrıcısı montajına uygun noktalarda mevcut olmalıdır.
- b. Konveyör tasarımında CEMA tavsiyelerine göre açıklıklar ve erişim sağlanmalıdır.

**Denklem 14.1**

Bant Sıyrıcısı nedeniyle Banda Eklenen Gerginliği Hesaplama

$$\Delta T_{BC} = l_{BC} \cdot \mu_{BC} \cdot F_{BC}$$

**Eldeki veri:** 900 milimetre (36 inç) genişliğinde bir bant, baş tamburunda bir sıyrıcıya sahiptir. Sıyrıcı, banda, 0,088 newton / milimetrelilik (0.5 lb<sub>f</sub>/inç) bir kuvvet uygulamaktadır ve sürtünme katsayısı 0,6'dır. **Bulunacak:** Sıyrıcı nedeniyle banda eklenen gerginlik.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
$\Delta T_{BC}$	Sıyrıcı nedeniyle Banda Eklenen Gerginlik	newton	pound-kuvvet
$\mu_{BC}$	Sürtünme Katsayısı	0,6	0.6
$F_{BC}$	Sıyrıcının Uzunluğu başına Bant ve Sıyrıcı Arasındaki Normal Kuvvet	0,088 N/mm	0.5 lb <sub>f</sub> /inç
$l_{BC}$	Sıyrıcı Ucunun Uzunluğu	900 mm	36 inç
<b>Metrik: <math>\Delta T_{BC} = 900 \cdot 0,6 \cdot 0,088 = 47,5</math></b>			
<b>İngiliz: <math>\Delta T_{BC} = 36 \cdot 0.6 \cdot 0.5 = 10.8</math></b>			
$\Delta T_{BC}$	Sıyrıcı nedeniyle Banda Eklenen Gerginlik	47,5 N	10.8 lb <sub>f</sub>

**Denklem 14.2**

Bant Tahrikine Eklenen Güç Tüketimini Hesaplama

$$P = \Delta T_{BC} \cdot V \cdot k$$

**Eldeki veri:** Bir bant sıyrıcısı, saniyede 3 metre (600 ft/dk) hızla hareket eden bir banda 47,5 newton (10.8 lb<sub>f</sub>) gerginlik eklemektedir. **Bulunacak:** Sıyrıcı nedeniyle tahrike eklenen güç tüketimi.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
$P$	Bant Tahrikine Eklenen Güç Tüketimi	kilovat	beygir gücü
$\Delta T_{BC}$	Sıyrıcı nedeniyle Banda Eklenen Gerginlik ( <b>Denklem 14.1'de Hesaplandı</b> )	47,5 N	10.8 lb <sub>f</sub>
$V$	Bant Hızı	3 m/s	600 ft/min
$k$	Dönüşüm Faktörü	1/1000	1/33000
<b>Metrik: <math>P = \frac{47,5 \cdot 3}{1000} = 0,14</math></b>			
<b>İngiliz: <math>P = \frac{10.8 \cdot 600}{33000} = 0.2</math></b>			
$P$	Bant Tahrikine Eklenen Güç Tüketimi	0,14 kW	0.2 hp

## GELİŞMİŞ KONULAR

### Bant Sıyırıcıları ve Güç Gereksinimleri

Bant sıyırıcılarının kullanılması banda sürtünmeyi artırır ve konveyörün güç tüketimini artırır (**Denklemler 14.1 ve 14.2**).

*Dökme Malzemelerin Taşınması*'nda yayınlanan R. Todd Swinderman'a ait bir çalışma, bir bant sıyırıcısı kullanmanın, konveyörün genel tahrik gücünün ne kadarını tükettiğini incelemiştir (*Referans 14.6*). Güç gereksinimi, fiilen sıyırıcı tarafından temas edilen bant genişliği için hesaplanır. Çoğu durumlarda, temizleme uçları konveyör bandı genişliğinin tamamına temas etmez.

Çalışma, 900 milimetre (36 inç) genişliğinde, 0,5; 2,0; 3,5 ve 5,0 metre/saniye (100, 400, 700, ve 1000 ft/dk) hızlarında hareket eden bir bandı temel almaktadır. Sıyırıcıların uç genişliği 762 milimetredir (30 inç).

Çeşitli bant tiplerinin gerginliği tarafından konveyörün tahrikine eklenen güç tüketimi, 0,14 ila 3,8 kilovat (0.2 ila 5.1 hp) arasında değişmektedir (**Tablo 14.3**).

Bir uygulama, piyasada mevcut bir konveyör mühendisliği bilgisayar yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır. Programda kullanılan teknik özellikler şunlardır: saniyede 3,0 metreyle (600 ft/dk) çalışan, 14 derecelik bir eğimde saatte 1350 ton (1500 st/h) kömürü 90 metrelik (300 ft) bir mesafede taşıyan, 1200 milimetre (48 inç) genişliğinin

de bir bant. Bandın ağırlığı 22,3 kilogram / metre (15 lbf/ft) olarak belirtilmiş ve makaralar her 600 milimetrede (24 inç) bir yerleştirilmiştir. Bu konveyör toplam 107 kilovat (143 hp) tahrik gücü gerektirecektir.

Eğer bantta 1,2 kilogram / metrekare (0.25 lb<sub>m</sub>/ft<sup>2</sup>) geri taşınan malzeme mevcutsa, bunun toplamı ilave 10,9 ton /saat (12 st/s) yüke ulaşacaktır. Kendi başına bu ek yükün taşınması için çok küçük ilave güç gerekecektir: Toplam 108 kilovat (144 hp) için 1 kilovat (1.3 hp) ek güç. Konveyör problemleri, geri taşınan malzemenin ağırlığı tarafından tüketilen güçten değil, ortama bırakılırken bu geri taşınan malzemenin konveyör donanımı üzerindeki darbeden kaynaklanır.

Tek bir kilitlemiş darbe makarası seti, yaklaşık 1,2 kilovat (1.6 hp) ek güç gerektirecektir. Sıkışmış bir çelik makara seti, 0,27 kilovata (0.36 hp) kadar ek güç talep edebilir. Bu çalışma aynı zamanda, tek bir dönüş rulosu üzerindeki 25 milimetrelik (1 inç) geri taşınan malzeme tabakasının, konveyörün tahrik gereksinimlerine 0,32 kilovata (0.43 hp) kadar ek güç ekleyebileceğini belirtmektedir.

Kaçak malzemeden kaynaklanan problemler için bu ek güç gereksinimleri, tipik bir çift temizleme sisteminin güç gereksinimleriyle karşılaştırılmalıdır. Yukarıdaki örneğin devamı olarak; saniyede 3 metre (600 ft/dk) hareket eden ve bir çift temizleme sistemi içeren, 1200 milimetrelik (48-

Tablo 14.3

Çeşitli Bant Sıyırıcısı Tipleri tarafından Konveyör Tahrik Gereksinimine Eklenen Güç Tüketimi				
Uç Tipi	Bant Hızı, m/sn (ft/dk)			
	0,5 (100)	2 (400)	3,5 (700)	5 (1000)
	kW (bg)	kW (bg)	kW (bg)	kW (bg)
Üretan Uçlu Ön Sıyırıcı	0,14 (0.2)	0,52 (0.7)	0,97 (1.3)	1,34 (1.8)
Metal Uçlu Sekonder Sıyırıcı	0,22 (0.3)	0,89 (1.2)	1,57 (2.1)	2,24 (3.0)
Üretan Uçlu Sekonder Sıyırıcı	0,37 (0.5)	1,49 (2.0)	2,68 (3.6)	3,80 (5.1)

Not: Gerçekleştirilen tüm testler, Martin Engineering tarafından önerilen temizleme basıncında sağlanan gerginlik kullanılarak yapılmıştır.

inç) bir bant için güç gereksinimi, n sıyrıcı için 1,3 kilovat (1.7 bg) ve sekonder sıyrıcı için 2,1 kilovat (2.8 bg) olacaktır.

Etkili bir çoklu sıyrıcı sistemi kullanımı için gerekli 3,4 kilovat (4.5 bg) birleşik ek güç tüketimi, herhangi bir sıyrıcı olmadan konveyör için gerekli 107 kilovat (143 bg) üzerinde yalnızca yüzde üçlük bir artışı temsil eder. Bant temizleme sistemi tarafından uygulanan bu “konveyör gücü cezası”, sıkışmış tek bir makara seti için 0,27 kilovat (0.36 bg) oranında tüketilen güçten veya tek bir dönüş rulosu üzerinde 25 milimetrelik (1 inç) malzeme birikmesinin gerektirdiği 0,32 kilovattan (0.43 bg) yalnızca az bir miktar daha fazladır.

Swinderman’ın belirttiği gibi, etkili bant sıyrıcı takmamanın ve uygun şekilde bakımını yapmamanın sonuçları, malzeme birikmelerinin veya sıkışmış rulmanların bulunduğu makaraların neden olduğu ek sürtünme aracılığıyla, konveyör tahrik gücünün daha ciddi şekilde tüketilmesine sebep olur.

#### Bant Temizleme ve Toz Kontrolü

Geri taşınan malzeme, taşımadaki tozun başlıca kaynağıdır. Bu toz, bandın kirli tarafı makaralar ve bant tamburlarıyla et-

kileşime geçtiğinde oluşur. Bant sıyrıcıları, dökme malzemelerin taşınmasındaki genel toz oluşumunu büyük oranda azaltır, çünkü bandın dönüş yolunda geri taşınan malzemenin toplam miktarını azaltırlar. Bant sıyrıcısı tasarımları geliştikçe, geri taşınan malzeme kaynaklı genel toz seviyesi, bant sıyrıcılarının toz kontrolü için kritik bir pasif yöntem halinde geldiği noktaya kadar azaltılmıştır. Bu gelişmiş konu, potansiyel olarak banttan ortama salınabilecek toz azalmayı kestirmek için bir yöntem sunacaktır.

#### Rutubet İçeriği ve Parçacık Büyüklüğü

Dökme malzemenin tozluluğu, hava hızı, parçacık büyüklüğü ve yapışkanlıkla ilgilidir (**Şekil 14.78**).

Belirli bir dökme malzemenin tozluluğunu birçok faktör etkiler. Bu konuda en önemli faktörler, rutubet içeriği ve parçacık büyüklüğüdür. Genellikle, ek rutubet içeriği, malzemenin parçacık büyüklüğünü ve yapışkanlığını artırır. Parçacık büyüklüğü ve yapışkanlığı arttıkça, Tozluluk Endeksi azalır. Yüzde 2,5 kadar rutubet seviyeleriyle tozlulukta bir azalma görülür; yüzde 16 veya daha fazla rutubet içeriğine sahip çoğu malzeme, etkin biçimde sıfır olan bir

#### Şekil 14.78

Asılı Toz Oluşumundaki İlişki

$$\text{Çıkan Toz} \propto \frac{\text{Hava Hızı}}{\text{Parçacık Büyüklüğü} \cdot \text{Yapışkanlık}}$$

Tablo 14.4

#### Temizleme Sisteminden Geçen Geri Taşınan Malzemenin Özellikleri

Bant Temizleme Sistemi	Bant Sıyrıcıları Ayrılmış	Yalnızca Üretan Uçlu Ön Sıyrıcı Bağlı	(Üretan Uçlu) Ön Sıyrıcı ve Metal Uçlu Sekonder Sıyrıcı Bağlı
Parçacıkların Büyüklüğü	Büyük, Küçük ve İnce Parçacıklar (10 mm - 1 mikron)	Küçük ve İnce Parçacıklar (5 mm - 1 mikron)	İnce Parçacıklar (250 mikron - 1 mikron)
Rutubet İçeriği	En Düşük Rutubet İçeriği (~%15)	Artmış Rutubet İçeriği (~%30)	Çok Islak (~%50)

Notlar: Taşınan Malzeme: Kirma kireçtaşı, eksi 200 mm (8 inç). Bant Hızı: 2 m/sn (394 ft/dk). Her Bir Numuneyi Toplama Süresi: 30 saniye



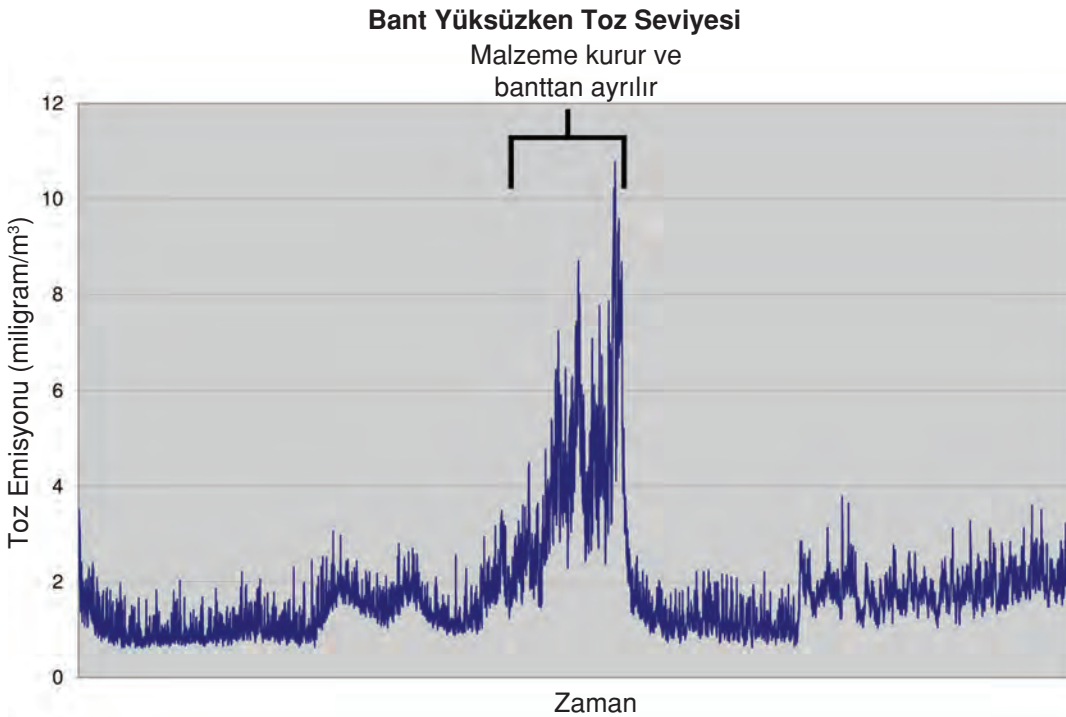
Tozluluk Endeksine sahip olacaktır. Parçacık büyüklüğü de önemli bir değişkendir; genel olarak, 100 mikron (0.0039 inç) üzerinde parçacıklara sahip dökme malzemeler, çok düşük bir Tozluluk Endeksine sahip olacaktır (*Referans 14.7*). Genelde, eğer geri taşınan malzeme, ortalama olarak, yüzde 16'dan fazla rutubete sahipse ve parçacık büyüklüğü 100 mikrondan (0.0039 inç) büyük ise, bant temizleme sisteminin çok az toz azaltması beklenebilir.

Geri taşınan malzeme genellikle rutubet içeriğinde yüksektir, çünkü bandın inişli çıkışlı hareketi, ince tanelerin ve rutubetin bant yüzeyine doğru taşınmasına neden olur. Geri taşınan malzemenin tipik rutubet içeriği yüzde 15 ila 50 arasındadır. Geri taşınan malzemenin parçacık büyüklüğü dağılımı, nerede ölçüldüğüne ve kullanılan bant sıyırıcısı tipine bağlıdır. Eğer birden fazla bant sıyırıcısı varsa, arka arkaya duran her bir sıyırıcıdan geçen geri taşınan malzeme parçacıklarının büyüklüğü küçülecektir (**Tablo 14.4**). Tipik bir çift sistem için, elastomerik uçlu bir ön sıyırıcıdan geçen ortalama parçacık büyüklüğü, 1 mikron ( $3.93 \times 10^{-5}$  inç) ila 5 milimetre (0.2 inç) aralığında yaklaşık 1000 mikrondur (0.039 inç). Sert metal uçlu bir sekonder sıyırıcıdan geçen

parçacıkların ortalama büyüklüğü, 1 mikron ( $3.93 \times 10^{-5}$  inç) ila 250 mikron (0.0098 inç) aralığında yaklaşık 50 mikron (0.00196 inç) olacaktır.

### **Boş Çalışan Bantlar**

Geri taşınan malzemeden toz çıkması için, düşük rutubet ve küçük parçacık büyüklüğü gibi bir dizi şartın mevcut olması gerektiği aşikardır. Çoğu zaman, geri taşınan malzeme, daha küçük parçacıkları toplayıp, banda yapıştırarak tozun çıkmasını önleyecek yeterli rutubet içeriğine sahiptir. Bant sıyırıcıları ve makaralar ve saptırma tamburları gibi akış aşağı bileşenler tarafından oluşturulan tozun çoğu, bant, malzeme taşımadan uzun süreler boyunca çalıştırıldığında ortaya çıkar. Eğer bant, yük olmadan yeterince uzun süreyle çalışırsa, bandın üstündeki geri taşınan malzeme kurur ve parçacık büyüklüğü, döner bileşenlerle temas ettikçe azalır. Bu koşullarda, geri taşınan malzemenin çoğu, toz şeklinde ortama bırakılacaktır. Elbette, alümin benzeri çok kuru malzemelerin taşındığı durumlar gibi istisnalar vardır; yine de, kömür ve çoğu maden için, bant temizleme, geri taşınan malzemenin çoğunu banttan temizlemeyecek, çıkan tozu büyük oranda azaltır.



**Şekil 14.79**

Bir termik santral triper bandından çıkan toz emisyonları, bant, geri taşınan malzemenin kurumasına ve banttan ayrılmasına yetecek kadar süreyle yüksüz çalıştırıldıktan sonra, bir süre artış gösterdi.

Tipik bir örnek, bir kömür yakıtlı termik santralindeki bunker odalı konveyör sisteminde görülür. Tesis, aktif olarak kömür yüklediği zaman bu konveyörleri çalışır halde bırakacaktır. Kömür yüklenmiyorken, asılı toz azalacak ve hava temizlenecektir. Oysa, banttaki malzemenin kurumasına yetecek kadar uzun süre yüksüz çalıştıktan sonra, havadaki toz seviyesi yeniden yükselecektir. Bant boş olduğunda, geri taşınan malzeme kurudu ve dönüş ruloları, bant sıyırıcıları ve diğer bileşenler tarafından banttın çıkarılarak havaya bırakıldı. Aslında, konveyörlerin yüklenmesi yeniden başladığında toz seviyesi azalacaktır, çünkü yük rutubet ve toz bastırıcı kimyasallar içeriyordu (**Şekil 14.79**).

Bu örnek, bant sıyırıcılarının montajından önce ve sonraki sonuçları göstermiyor olsa da, en yüksek toz oluşumunun, konveyörün bantta kömür olmadan çalıştığı zamanlara denk geldiğini göstermektedir. Bu sonuçlardan çıkarılabileceklerden biri de, bant boş çalıştığında, geri taşınan malzemenin eninde sonunda kuruduğudur. Daha sonra kuru geri taşınan malzeme, asılı toz haline gelmeye hazırdır; geri taşınan malzemenin rutubet içeriği muhtemelen kritik seviyede düşük bir değere ulaştığında, bu tozun çoğu kısa bir sürede ortama bırakılır. Eğer yalnızca konveyör kömür taşımadığında tesis kapatılsaydı, toz kontrolünde önemli bir kazanç elde edileceği aşıkardır. Bandın boş çalışmasına izin verildiğinde, geri taşınan malzeme kurur ve bant sıyırıcı-

sı, dönüş makaraları gibi, ince kuru malzeme banttın alır.

### **Bant Temizlemeyle Önlenebilir Toz Miktarını Kestirme**

Muhtemelen, şutun içinde oluşan tozla, konveyörün pasif veya aktif toz kontrol sistemi(ler)yle mücadele edilir; dönüş yolunda bant tarafından oluşturulan tozun miktarı, banttaki geri taşınan malzeme miktarıyla doğrudan orantılıdır. Dökme malzemelerin taşınması sırasında koşullar sürekli değişerek, taşıma prosesi tarafından oluşturulan veya bant temizleme tarafından önlenen toz için tam bir değer hesaplamayı güçleştirir. Çıkabilecek tozun miktarını hesaplamak için birtakım varsayım ve tahminler gerekir; gerçek uygulamaya özgü veri olmaksızın, bu yalnızca teorik bir çalışmadır. Aynı varsayım ve tahminler kullanılarak, yeterli bir bant temizleme sistemi monte etmenin, bakımını uygun şekilde yapmanın ve bandın uzun süreler boş çalışmasına izin vermemenin, potansiyel olarak konveyörden kaçan tozda önemli bir azalmayla sonuçlanacağı gösterilebilir.

### **Örnek Bir Problem**

Madencilikte veya enerji üretiminde, hiçbir bant temizleme sistemi monte edilmemiş bir konveyör, bandın yük taşıyan yüzeyinde ortalama 500 gram / metrekare (1.6 oz/ft<sup>2</sup>) geri taşınan malzemeye maruz kalacaktır. Uygun şekilde monte edilmiş ve bakımı yapılan bir çift temizleme sistemi

**Tablo 14.5**

Varsayımlar	Bant Temizleme Seviyesi			
	Sıyırıcı Olmadan	Seviye I	Seviye II	Seviye III
G.T.Malzeme gr/m <sup>2</sup> (oz/ft <sup>2</sup> )	500 (1.6)	250 (0.8)	100 (0.3)	10 (0.03)
G.T.Faktörü	88%	75%	50%	25%
Parçacık Büyüklüğü µm (inç)	100 (0.004) eksi	100 (0.004) eksi	100 (0.004) eksi	100 (0.004) eksi
Temizlenen Bant Genişliği	67%	67%	67%	67%
Bant Hızı m/sn (ft/dk)	1,0 (200)	1,0 (200)	1,0 (200)	1,0 (200)

eklenmesi, geri taşınan malzemeyi 100 gram / metrekaresinin (0.3 oz/ft<sup>2</sup>) altına indirecektir. Daha fazla sıyrıcı veya bir bant yıkama istasyonu kullanan daha gelişmiş sistemler, geri taşınan malzemeyi 10 gram / metrekareye (0.03 oz/ft<sup>2</sup>) kadar indirebilir. 10 gram / metrekaresine (0.03 oz/ft<sup>2</sup>) yüksek bir değer gibi görünse de, bant yüzeyinde 0,14 milimetre (0.006 inç) genişliğinde ve 0,14 milimetre (0.006 inç) derinliğinde tek bir çizimin, bant genişliğindeki metre (3 ft) başına (1.0 özgül ağırlıkla) 10 gram (0.4 oz) malzeme içerebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Temizleme seviyesine bağlı olarak, bant temizliğinden sonra bantta kalan geri taşınan malzemenin yüzde 25 ila yüzde 75'inin banttaki çatlaklarda, deliklerde veya genel yüzey pürüzlerinde "saklandığı" varsayılabilir (*Referans 14.4*).

Bant temizliğinde toz oluşumunu kestirmek için gerekli diğer başlıca faktörler, bant hızı ve çalışma saatleridir. Gereken hesaplamaların ve tabloların sayısını azaltmak için, 1 metre / saniyelik (200 ft/dk) standart bir bant hızı kullanılmıştır; diğer bant hızları doğrusal olarak hesaplanabilir—örneğin, saniyede 3 metrelik bir bant hızı (600 ft/dk), 1 metre / saniyede (200 ft/dk) elde edilen değerlerin üç katı anlamına gelir.

## Örnek Hesaplamalar

### Varsayımlar

Varsayımlar (**Tablo 14.5**), geri taşınan malzeme için tipik değerlere ve kömür ve sert kaya madenciliğinde çok çeşitli koşullarda bant temizleme sistemlerinin performansını ölçmedeki deneyime dayanmaktadır. Tedbirli olmak adına, Tozluluk Endeksinin yüzde 100 ve bu örnekteki tüm geri taşınan malzemenin 100 mikron (0.0039 inç) veya altında olduğu varsayılmıştır; bu nedenle, tüm geri taşınan malzeme asılı toz potansiyeli taşır. Seviyeler I, II ve III, sırasıyla 1, 2 ve 3 sıyrıcıya veya bir bant yıkama sistemine kabaca karşılık gelen standart kategorileri temsil eder.

## Tanımlar

Varsayımlara açıklama sağlamak için aşağıdaki tanımlar kullanılır:

### A. Geri taşınan malzeme

Geri taşınan malzeme, bant yükünü boşalttıktan sonra banda yapışan malzemenin kuru ağırlığıdır. Banttaki geri taşınan malzemenin miktarı, bir geri taşınan malzeme ölçme aleti ve ardından laboratuvar prosedürleriyle ölçülebilir. Eğer dökme malzemenin adezyon özellikleri biliniyorsa, banttaki geri taşınan malzemenin miktarı daha iyi kestirilebilir (*Referans 14.8*). Hiçbir sıyrıcı bağlı değilken, bu örnek için varsayım, geri taşınan malzemenin temizlenen bant yüzeyinin metrekaresi başına (1.639 oz/ft<sup>2</sup>) 500 gram olacaktır.

### B. Geri taşınan malzeme faktörü

Geri taşınan malzeme faktörü, dönüş makaraları ve saptırma tamburları gibi bileşenler tarafından bant sıyrıcılarından çıkarılarak banttan akış aşağı bırakılacak geri taşınan malzemenin tahmini yüzdesidir. Bant ne kadar temiz olursa, banttan düşecek geri taşınan malzemenin yüzdesi de o kadar az olacaktır, çünkü kalan geri taşınan malzeme ya banttaki çatlak ve hasarlarda sıkışmıştır ya da parçacıklar bant yüzeyinde kalmak için yeterli yapışma gücüne sahiptir.

### C. Parçacık büyüklüğü

Bu örnek için, geri taşınan malzemenin yüzde 100'ünün asılı toz haline gelmek için yeterince küçük olduğu varsayılmıştır. Gerçek uygulamada, potansiyel asılı toz haline gelmek için yeterince küçük olan geri taşınan malzeme parçacıklarının yüzdesini belirlemek için bir elek analizi gerçekleştirilebilir ve hesaplamaların sonuçları 100 mikrondan (0.0039 inç) küçük parçacıkların yüzdesiyle çarpılabilir.

### D. Temizlenen bant genişliği

Bandın yalnızca bir kısmı dökme malzemeyle temas halindedir ve geri taşınan

malzemeden temizlenmesi gereken genişlik budur. CEMA'nın yükleme teknesi aralığı için "göz kararı" bant genişliğinin üçte ikisi kuralının, bu değişken için makul bir tahmin olduğu varsayılmıştır. Bu varsayımın yerine gerçek genişlik ölçülerek kullanılabilir.

#### E. Bant hızı

Bant hızı, bandın metre / saniye (ft/dk) cinsinden hızıdır. Bu örnek için 1.0 metre / saniye (200 ft/dk) kullanılmıştır. Diğer bant hızları için sonuçlar, gerçek bant hızı metre/saniye (ft/dk) cinsinden çarpılarak hesaplanabilir. Aynı

#### Denklem 14.3

Çıkan Potansiyel Tozu Hesaplama

$$DG = BW \cdot Cb_f \cdot DI \cdot BS \cdot WC \cdot Cb \cdot k$$

**Eldeki veri:** 1500 milimetre (60 inç) genişliğinde bir bant, saniyede 1,0 metrelik (200 ft/dk) bir hızda malzeme taşımaktadır. Geri taşınan malzeme faktörü yüzde 88, toz endeksi yüzde 100 ve temizlenen genişlik yüzde 67'dir. Sıyırıcılar olmadan geri taşınan malzeme seviyesi 500 gram / metrekaredir (1.639 oz/ft<sup>2</sup>). **Bulunacak:** Çıkan potansiyel toz.

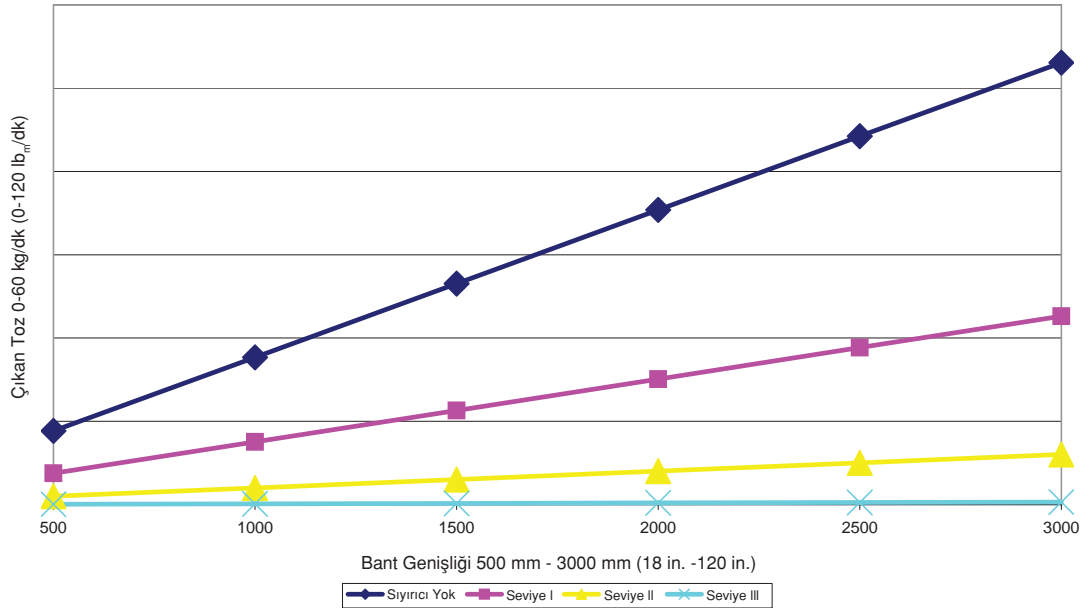
Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
<b>DG</b>	Çıkan Toz	kilogram / dakika	pound-kütle / dakika
<b>BW</b>	Bant Genişliği	1500 mm	60 inç
<b>Cb<sub>f</sub></b>	G. T. Malzeme Faktörü	0.88 (88%)	0.88 (88%)
<b>DI</b>	Tozluluk Endeksi	1,0 (100%)	1.0 (100%)
<b>BS</b>	Bant Hızı	1,0 m/sn	200 ft/dk
<b>WC</b>	Temizlenen Genişlik	0,67 (67%)	0.67 (67%)
<b>Cb</b>	Geri Taşınan Malzeme	500 gr/m <sup>2</sup>	1.639 oz/ft <sup>2</sup>
<b>k</b>	Dönüşüm Faktörü	0,00006	0.00521
<b>Metrik: DG = 1500 · 0,88 · 1 · 1 · 0,67 · 500 · 0,00006 = 26,5</b>			
<b>İngiliz: DG = 60 · 0,88 · 1 · 200 · 0,67 · 1,639 · 0,00521 = 60,4</b>			
<b>DG</b>	Çıkan Toz	26,5 kg/dk	60,4 lb <sub>m</sub> /dk

#### Şekil 14.80

Farklı bant genişlikleri ve temizleme seviyeleri için çıkan potansiyel toz.

#### Çıkan Potansiyel Toz

1'lik bir toz endeksi, 1 m/sn'lik (200 ft/dk) bir bant hızı, %67'si temizlenmiş bir genişlik varsayılmış ve geri taşınan malzeme faktörleri ve miktarları Tablo 14.5'ten alınmıştır.





## GÜVENLİK HUSUSLARI

Uygun bant temizleme sistemlerinin monte edilmemesi veya bunların bakımlarının yapılmaması çoğu kez, personel hareketli konveyörlerin çevresini temizlerken meydana gelen kazalarının çoğunun temel nedenidir.

Bant sıyrıcı sistemlerini gözlemlerken veya muayene ederken aşırı dikkatli olunmalıdır. Bant temizleme ve ilgili sistemlerin montaj ve bakımını yalnızca eğitilmiş ve nitelikli personelin yapması tavsiye edilir. Üreticinin kılavuzu genellikle önemli bilgileri ve CEMA gibi endüstri grupları, güvenlik bilgilerini ve standartlaştırılmış uyarı işaretlerini sağlar.

Bant sıyrıcılarının montajı veya bakımından veya herhangi bir kaçak malzeme birikmesinin temizliğinden önce, genellikle JSA denilen bir ön iş güvenliği analizi yapılmalıdır. JSA'nın kapsayacağı bazı konular şunlardır:

- A. Kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürleri izlenmelidir.
- B. Konveyör çalışırken, ulusal, eyalet, yerel veya kurum içi güvenlik yönetmeliklerine harfiyen uyulmadan, hiçbir bakım veya ayar prosedürünü uygulamaya kalkışılmamalıdır.

- C. Bir nehir üzerindeki mavna yükleme sistemi gibi yükseltilmiş pozisyonlarda veya tehlikeli alanların üzerine monte edilmiş bant sıyrıcıları, düşmekten koruma sistemleri gibi özel önlemler gerektirebilir.
- D. Bant sıyrıcılarının kapalı alanlarda bakımı, kontrollü alan prosedürlerinin izlenmesini gerektirir.
- E. Şutlar çoğu zaman, otomatik olarak başlayan, akışa yardımcı cihazlar ve numune alıcılar gibi ekipmanlar içerir. Çalışanların yaralanmasını önlemek için tüm cihazlar ana konveyör tahrikinden ayrı olarak kilitlenmeli / etiketlenmeli / bloke edilmeli / test edilmelidir.
- F. Bant sıyrıcıları çoğu zaman, kaçak malzeme ve kayma ve takılıp düşme tehlikeleri yaratabilecek gres, su veya çöp birikmelerine maruz kalan alanlara yerleştirilir. Bu birikmeler, bakım prosedürlerine başlamadan önce temizlenmelidir.
- G. Okunurluklarını kaybetmiş uyarı etiketleri değiştirilmelidir.
- H. Bant temizleme sistemlerinde bakım yaparken, üretici tarafından önerilen ve gerekli yerel güvenlik prosedürleri izlenmelidir.

hesaplama zaman dilimi (dakika, saat, gün, hafta, vb.) ve bant genişliği için de yapılabilir, çünkü oluşan geri taşınan malzeme miktarıyla ilişki doğrusaldır.

### Denklem

Hesaplama, geri taşınan malzemeden oluşan potansiyel toz miktarını belirleyebilir (**Denklem 14.3**). Diğer değişkenler aynı kalmak kaydıyla, farklı bant genişlikleri ve temizleme performansı seviyeleri için ek hesaplamalar yapılabilir (**Şekil**

**14.80**). Yukarıdaki örnekte görülebileceği gibi, potansiyel tozdaki azalma, Seviye II temizleme sağlayacak bir sistem monte edildiğinde yüzde 89'dur. Tipik olarak, Seviye II temizleme performansı sağlayacak bir sistem, her ikisi de uygulama için uygun şekilde seçilmiş ve boyutlandırılmış en az bir ön sıyrıcı ve bir sekonder sıyrıcıdan oluşur. Toz yüklemesi, transfer noktasından dakikada geçen hava miktarı hesaplanıp, dakikada oluşan toz eklenerek belirlenebilir (*Referans 14.9*).

### Sonuc

Tozun başlıca kaynaklarından biri, uzun süreler boyunca boş çalıştırılan konveyörlerdir. Bant boş çalıştıkça, geri taşınan malzeme kurur ve dönüş makaraları ve saptırma tamburları gibi bileşenlerle temas ettiğinde ortama daha kolay bırakılır. Tasarlanmış temizleme sistemleri, geri taşınan malzeme azaltarak, konveyör sistemi ve ortama bırakılan potansiyel toz miktarını da önemli ölçüde azaltır.

### GERİ TAŞINAN MALZEME KONTROLÜNÜN FAYDALARI

#### Sonuc olarak...

Bant sıyrıcıları çeşitli tip ve malzemelerde mevcuttur ve uygulama ve malzeme koşullarına uyacak şekilde seçilmelidir. Etkili temizlik için, seçim, taşınacak malzemenin tasarımı ve özelliklerinde deneyimli uzmanlar tarafından yapılmalıdır.

Seçimi, montajı ve bakımı uygun şekilde yapıldığında, tasarlanmış bant temizleme sistemleri, geri taşınan malzemeyi azaltmada etkili olabilir. Döküntü ve tozun azaltılması, genellikle işçiler kaçak malzemeleri temizlerken meydana gelen kazaları ve bakımı azaltır. Geri taşınan malzemenin azaltılması aynı zamanda bant ve konveyör bileşenlerini hasardan koruyarak, hizmet ömürlerini uzatır ve bant kayması nedeniyle daha fazla döküntüyü önler.

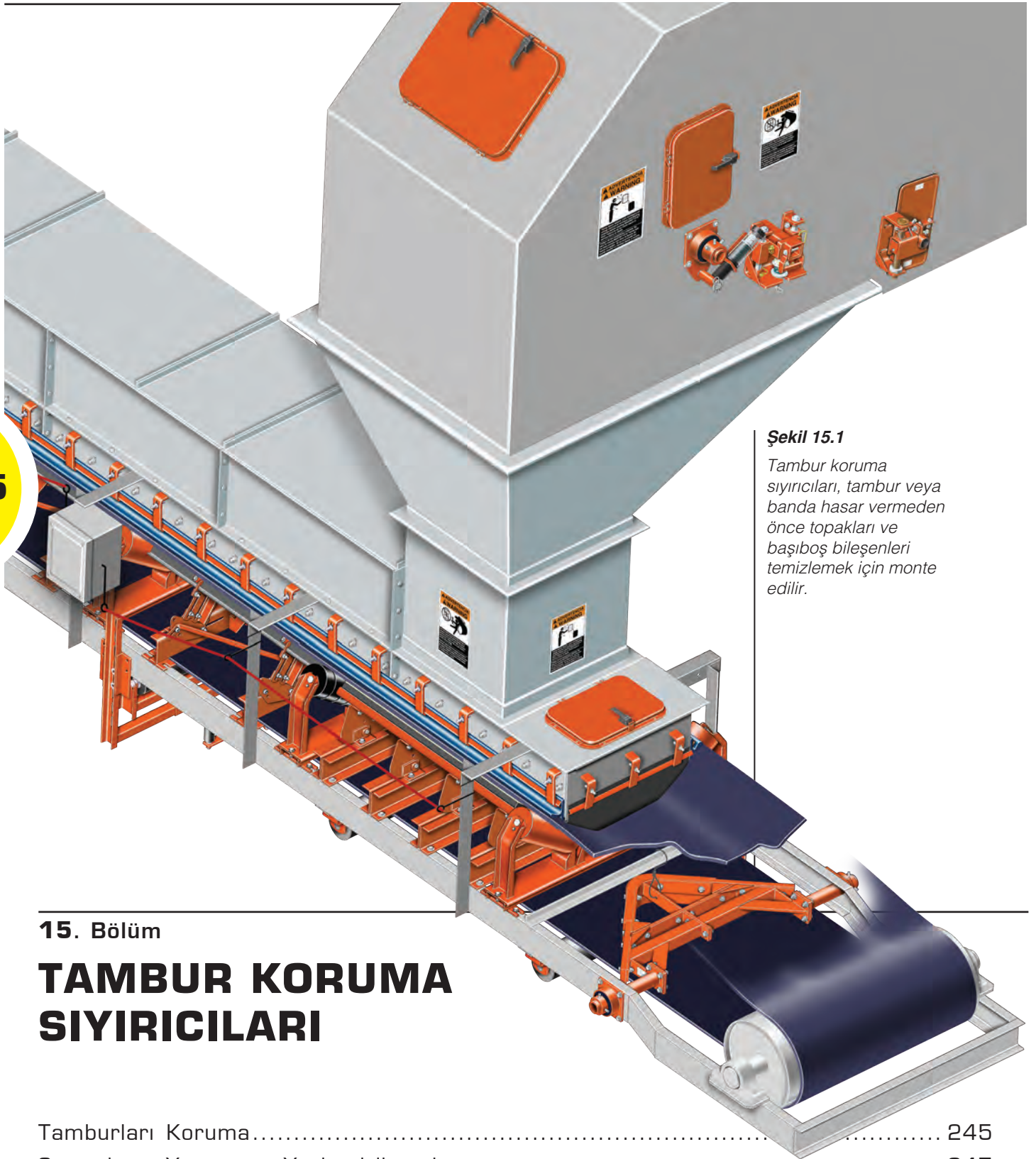
#### İlerideki bölümlerde

Bandın Dönüş Yolu kısmındaki ilk bölüm olan Bant Temizleme hakkındaki bu bölümde, kaçak malzemenin dönüş yolunda banttan düşmesini önlemek için geri taşınan malzemeyi temizlemenin yolları ele alındı. Tambur Koruma Sıyrıcıları ve Bant Hizalanması başlıklı sonraki iki bölüm, bu kısmı devam ettirmekte ve döküntüyü azaltmak için ek yöntemler anlatmaktadır.

### REFERANSLAR

- 14.1 Swinderman, R. Todd ve Lindstrom, Douglas, Martin Engineering. (1993). "Belt Cleaners and Belt Top Cover Wear," *National Conference Publication No 93/8*, sf. 609-611. Mühendisler Kurumu, Avustralya, 1993 Ulusal Dökme Malzeme Taşıma Konferansında sunulan rapor.
- 14.2 Rhoades, C.A.; Hebble, T.L.; ve Grannes, S.G. (1989). *Basic Parameters of Conveyor Belt Cleaning*, Soruşturma Raporları 9221. Washington, D.C: Madenler Bürosu, ABD İçişleri Bakanlığı.
- 14.3 Planner, J.H. (1990). "Water as a means of spillage control in coal handling facilities." *Proceedings of the Coal Handling and Utilization Conference*: Sydney, Avustralya, sf. 264-270. Barton, Australian Capital Territory, Avustralya: Mühendisler Kurumu, Avustralya.
- 14.4 Swinderman, R. Todd, Martin Engineering. (2004). "Standard for the Specification of Belt Cleaning Systems Based on Performance." *Bulk Material Handling by Conveyor Belt 5*, sf. 3-8. Düzenleyen Reicks, A. ve Myers, M., Littleton, Colorado: Madencilik, Metalürji ve Arama Derneği (SME).
- 14.5 Martin Supra Engineering. (2008) *Carryback Test/Sum/SBM-001-SBW-05-2008*. P. T. Martin Supra Engineering: Newmont, Endonezya için yayınlanmamış rapor.
- 14.6 Swinderman, R. Todd, Martin Engineering. (Mayıs 1991). "The Conveyor Drive Power Consumption of Belt Cleaners," *Bulk Solids Handling*, sf. 487-490. Clausthal-Zellerfeld, Almanya: Trans Tech Publications.
- 14.7 Wood, J. P. (2000). *Containment in the Pharmaceutical Industry*. Informa Health Care.

- 14.8 Roberts, A.W.; Ooms, M.; ve Bennett, D. *Conveyor Belt Cleaning – A Bulk Solid/Belt Surface Interaction Problem*. Newcastle Üniversitesi, Avustralya: Makine Mühendisliği Bölümü.
- 14.9 Swinderman, R. Todd; Goldbeck, Larry J.; ve Marti, Andrew D. (2002). *Foundations™: The Practical Resource for Total Dust & Material Control*. Neponset, Illinois: Martin Engineering.



**Şekil 15.1**

*Tambur koruma sıyırıcıları, tambur veya banda hasar vermeden önce topakları ve başıboş bileşenleri temizlemek için monte edilir.*

## 15. Bölüm

# TAMBUR KORUMA SIYIRICILARI

Tamburları Koruma .....	245
Sıyırıcıların Yapımı ve Yerleştirilmesi .....	247
Tipik Özellikler .....	249
Güvenlik Hususları .....	250
Gelişmiş Konular .....	250
Ucuz Sigorta olarak Tambur Koruma .....	251



**Bu bölümde...**

Bu bölüm, bant ve tambur hasarına karşı düşük maliyetli bir “sigorta” şekli olarak tambur koruma sıyırıcılarının kullanımını inceliyor. Bu bölüm, tambur koruma sıyırıcılarını seçerken ve yerleştirirken akılda tutulması gereken hususlarla birlikte, bu tür sıyırıcılara duyulan ihtiyaca ve bunlar olmadan oluşabilecek hasara bakıyor.

Tambur koruma sıyırıcıları, herhangi bir büyük topağın veya makara ruloları, bant sıyırıcısı uçları gibi başıboş konveyör bileşenlerinin veya diğer döküntü demirin, tambur veya banda hasar verebilecekleri, bant ve kuyruk veya diğer tambur(lar) arasında sıkışmasını önleyen cihazlardır (**Şekil 15.1**). Koruma sıyırıcıları, bantlı konveyör sıyırıcıları gibi tasarlanmamış olsalar da, kaçak malzemeleri, yolu temizleyen bir kar temizleme aleti gibi malzemeyi dönüş bandının dışına yönlendiren, basit, düşük basınçlı bir kazımayla temizleyebilirler.

Konveyör bandı, tahliye noktasından (genellikle baş tamburu) yükleme bölgesine geri dönerken, birkaç tamburun üzerinden geçecektir. Bu dönüş tarafındaki döner bileşenler arasında, ağırlık tamburu, saptırma tambur(lar)ı ve bant yükleme bölgesine ulaşmadan hemen önce, kuyruk tamburu bulunur. Bant, dönüş yolunda zaman zaman dökülmüş malzeme veya döküntü demir topağı veya başıboş bir konveyör bileşeni toplayacak ve bunu, bandın taşıyıcı olmayan tarafındaki kuyruk tamburuna taşıyacaktır. Eğer bu nesnelere banttan temizlenmezse, araya sıkışarak tambur ve banda zarar verebilirler. Bu nedenle (genellikle kuyruk sıyırıcıları adı verilen) tambur koruma sıyırıcıları, en yaygın montaj yerleri olan konveyörün kuyruğu yakınına monte edilir (**Şekil 15.2**).

**TAMBURLARI KORUMA****Tambur ve Konveyöre Karşı Tehditler**

Bant ve tamburun arasına herhangi bir şeyin sıkışması, bir konveyör sistemine ciddi zarar verebilir (**Şekil 15.3**). Kaçak malze-

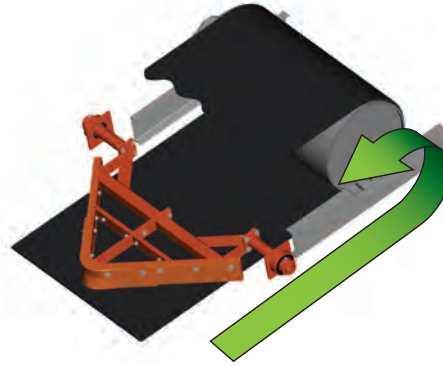
me bant ve tambur arasında sıkıştığında, bir veya daha fazla arıza meydana gelebilir:

**A. Kaçak malzemenin bozunması**

Eğer malzeme bozunursa, parçalanarak ince tanelere ayrılacak ve uç ve tambur arasında taşınacaktır. Bu yerde sıkışan malzeme, bandın tambura karşı kaymasına ve bandın taşıyıcı olmayan alt tarafının aşınmasına neden olabilir. Bandın daha az dayanıklı, daha kolay hasar gören iç yüzeyini küçük parçacıklar ve ince taneler dahi aşındırabilir ve öğüterek çıkarabilir. Üstelik, kuyruk tamburlarında biriken malzeme bant kaymasına neden olacak ve ardından, bant kenarının ve/veya konveyör yapısının hasar görmesine neden olabilecektir.

**B. Bant arızası**

Tambur ve bant arasına sıkışan herhangi bir malzeme, özellikle eğer keskin kenarları olan bir topaksa, bandın üst kaplamasını zorlayarak kendine yol açma potansiyeline sahiptir. Bu malzeme eşit olmayan bir bant yüzeyi oluşturur ve bant boyunca, boylamasına ve yanallı yarıklar, delikler veya kenar oyukları için

**Şekil 15.2**

Tambur koruma sıyırıcıları için en yaygın yer, konveyörün kuyruğudur.

**Şekil 15.3**

Tambur ve bandın arasına malzeme sıkışması, tambur ve/veya banda zarar verebilir.

bir başlangıç noktası olabilir.

### C. Tambur arızası

Eğer hata malzeme ve bantta değilse, muhtemelen kuyruk tamburunun yüzeyi hasar görecektir. Hasarlı bir tambur bant kaçıklığına veya hasara ve tambur döküntüsüne yol açacaktır.

Malzemenin bant ve kuyruk tamburu arasına sıkışmasından doğan en zarar verici problem, yinelenen bir olaya dönüşebilmesidir. Bir malzeme parçası tambura ulaştığında, bant ve tambur arasına sıkışabilir, tamburun dönüşüyle birlikte taşınabilir ve daha sonra bandın dönüş yoluna geri atılabilir. Buraya ulaştıktan sonra, yeniden yutulmak üzere tambura doğru yeniden hareket edecektir (**Şekil 15.4**). Esas itibarıyla, eğer bir şeyi başlangıçta kıramazsa, topak, arıza oluşuncaya veya banttan temizleninceye kadar denemeye devam edecektir. Eğer malzeme yeterince sertse, bir konveyörün kuyruk tamburu kısmının tamamını

tahrip edebilir ve banda zarar verebilir.

### Tambur Hasarını Önleme

Dengenin, kaçak malzeme kontrolünde çok önemli olduğu bir konveyör sisteminde, bant veya tamburun göreceği herhangi bir hasar, sistemin performansını olumsuz etkileyebilir. Konveyör hasarının olası kaynakları ortadan kaldırıldığında, sistemin tamamı iyileştirilir ve toz ve döküntü riskleri büyük oranda azaltılır.

Bu şekilde bant ve tambur arasına malzeme sıkışmasına karşı en temel koruma, yüklemenin kontrol edilmesidir. Malzeme için doğru yol ve düşüş yüksekliği, yüklenen malzemenin hızı ve hareket eden bandın hızı arasındaki ilişkiyle beraber, yükün çökmesine, çalkantının azaltılmasına ve malzeme döküntüsünün en aza indirilmesine yardımcı olan faktörlerdir. Bandın dönüş yoluna malzeme düşürebilecek döküntünün azaltılması için uygun bant hizalamasının da korunması gerekir.

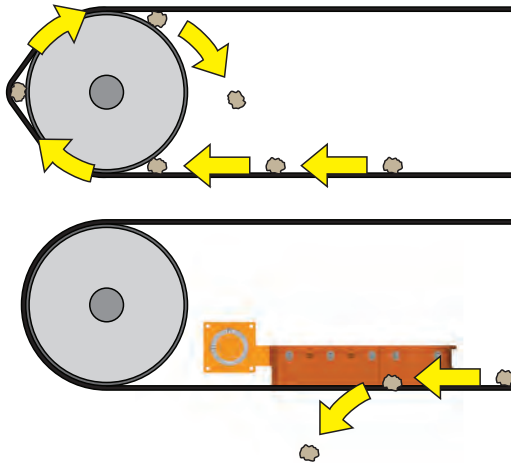
Yükün bandın üzerine düşmesini önlemek için mevcut ek bir yöntem de, dönüş bandını plakayla kapatmak veya kaplamaktır. Uzun konveyörlerde bu, pahalı bir öneriye dönüşebilir; bu nedenle, plakayla kaplama, yükleme bölgesinin yakını dışındaki yerlere nadiren uygulanır. Plakayla kaplamanın bir konveyör yolunun tamamına uygulandığı durumlarda dahi, kaplı plakanın üzerinde malzeme birikebilir ve nihayetinde konveyörün dönüş yoluna dökülerek, bir tambur koruma cihazı ihtiyacını doğurabilir.

İdeal montajlarda, diğer önlemlere bakılmaksızın, hala kaybedilen bileşenlerin veya taşınan malzemenin bandın iç tarafına dökülme olasılığı vardır. Sonuç olarak, bunların konveyörün döner bileşenlerine zarar vermesini önlemek için bir sisteme ihtiyaç vardır. Bu tambur koruma sıyrıcıları en çok kuyruk tamburuna monte edilir, fakat belirli bir malzemenin veya ayrı konveyörün özelliklerine bağlı olarak, ağırlık veya diğer tamburları korumak da yararlı olabilir (**Şekil 15.5**).

**Şekil 15.4**

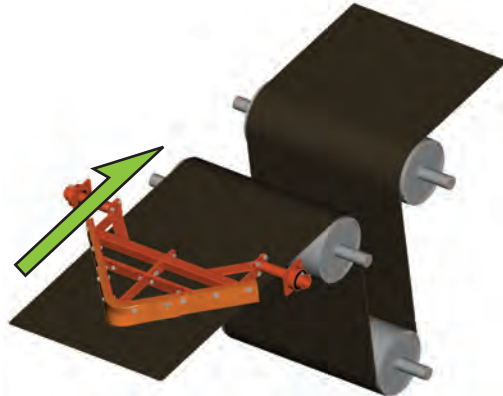
Üst: Tambur ve bant arasına sıkışmış bir topak, tamburun çevresinde taşınabilir ve yeniden yakalanmak üzere bandın üstüne geri atılabilir.

Alt: Tambur koruma sıyrıcısı, yakalanmalarını önlemek için topakları banttan temizleyecektir.



**Şekil 15.5**

Genellikle kuyruk tamburuna monte edilen sıyrıcılar, ağırlık veya diğer tamburları korumak için de monte edilebilir.



## Bu Sıyırıcıya Göre Bir İştir

Bir tambur koruma sıyırıcısı, kaçak malzemeleri, yolu temizleyen bir kar temizleme aleti gibi malzemeyi bandın dışına yönlendiren, basit, düşük basınçlı bir kazımayla temizler. Bir sıyırıcının başlıca görevi, banttan ince taneleri temizlemek yerine, herhangi bir büyük topağın veya makara ruloları, bant sıyırıcısı uçları gibi başıboş konveyör bileşenlerinin veya diğer döküntü demirin, banda hasar verebileceği kuyruk tamburuna girmesini önler (**Şekil 15.6**).

Bandın hafifçe yukarısına monte edilen bir sıyırıcı, banttaki bir malzeme topağını yakalama potansiyeline sahiptir ve bu nedenle, yüzey aşınması ve hasarla birlikte bant yırtma olasılığı riskini taşır. Tambur koruma sıyırıcıları genellikle, sıyırıcının ağırlığını veya sıyırıcıyı banda karşı 13 ila 20 kilopaskal (2 ila 3 lb<sub>f</sub> /in<sup>2</sup>) arasında hafif bir basınçla tutmak için bir germe mekanizması kullanarak, bandın yüzeyinde kaymak üzere tasarlanır. Bu sıyırıcılar, ağır hizmet konstrüksiyonundan yapılmıştır ve hızlı hareket eden malzemelerin sıyırıcının üstüne çıkmasını önleyecek kadar uzundur.

## Topaklardan daha fazlası?

Eğer bant, iç yüzeyinde önemli miktarlarda ince tane veya çamur taşıyorsa, ek bir dönüş bantı temizleme sistemi adımı atılmalıdır. Ek konveyör tahrik gücü tüketmek gerekse de, bu sistem, malzemenin etkili şekilde temizlenmesini sağlayarak, bant kayması ve tambur üzerindeki malzeme birikmesi riskini azaltacaktır.

İnce taneleri banttan temizlemek için kullanılan bir tambur koruma sıyırıcısı, döküntüyü banttan kazımak ve malzemeyi kolayca toplanabileceği bir yere boşaltmak için, yük noktasının hemen altı gibi bir lokasyona yerleştirilmelidir. Konveyörün altında malzeme birikmesi gibi diğer birtakım problemler yaratabileceğinden, kaçak malzemeleri kuyruk tamburu alanına boşaltırken dikkatli olunmalıdır. Herhangi bir bant sıyırıcısında olduğu gibi, konveyörün altına yığılan temizlenen malzeme, bandın üst kaplamasının erken aşınmasına yol açabilir.

## SIYIRICILARIN YAPIMI VE YERLEŞTİRİLMESİ

### Sıyırıcı Yapımı

Tambur koruma cihazları genellikle, herhangi bir kaçak malzemeyi banttan dışa yönlendiren kauçuk, ürethan veya plastik uca sahip, çelik çerçeve kullanan, lineer veya V şeklinde bir sıyırıcı olarak tasarlanır. Büyük topakların sıyırıcıyı “zıplatmasını” ve sıyırıcının askısında, konveyör yapısında veya bant ve tambur arasında asılı kalmalarını önlemek için, sıyırıcılar, minimum 100 milimetrelilik (4 inç) bir yükseklikle, taşınan en büyük topak kadar uzun olmalıdır. Yüksek hızlı bantlarda, sıyırıcının yüksekliğini, koruduğu tamburun toplam yüksekliğinin yarısı oranında artırmak avantajlı olabilir. Malzemenin sıyırıcının kendisine kaçmasını önlemek için sıyırıcının “iç boşluğunu” kapatmak faydalıdır.

Sıyırıcı, ön kenarının üzerinde ve önünde bir noktaya bağlanacak bir emniyet kablosu içermelidir. Arıza durumunda, bu kablo, sıyırıcının tambura doğru hareket etmesini ve önlemeye çalıştığı hasara kendisinin sebep olmasını önleyecektir.

Yalnızca tek yönde hareket eden bantlı konveyörlerde, dönüş bantı sıyırıcısı genellikle bir “V” sıyırıcıdır (**Şekil 15.7**). Bandın iç yüzeyinde taşınan herhangi bir gevşek malzemenin, sıyırıcının kanatları tarafından konveyörün dışına saptırılması için “V”nin ucu baş tamburuna doğru bakar.

Eğer bant iki yönlü çalışıyorsa veya önemli derecede geri yuvarlanan malzemeyle maruz kalıyorsa, takılan cihaz, her iki yönde temizleme koruması sağlayan köşe-



**Şekil 15.6**

V-sıyırıcı, “V”nin ucu baş tamburuna bakacak ve düşük basınçlı bir kazıma hareketiyle bantta taşınan malzemeyi banttan dışarı saptırarak şekilde monte edilir.

gen bir sıyrıcı olmalıdır (**Şekil 15.8**). Köşegen sıyrıcılar normalde hareket yönüne 45 derecelik bir açıyla bandın enine monte edilir (**Şekil 15.9**). Eğer bant iki yönde çalışıyorsa - ki bu durumda iki tambur da kuyruk tamburu vazifesi görebilir - köşegen sıyrıcı konveyörün her iki ucuna da monte edilmelidir.

### Tambur Korumasını Yerleştirme

Sıyrıcılar, banttın temizlenen malzeme düştüğünde veya biriktiği yerde bir tehlike yaratmayacak şekilde dikkatle yerleştirilmelidir.

Bir sekonder bant sıyrıcısı üzerinde, sıyrıcının bandı yukarı itmesini önlemek için aşağı doğru basınç uygulayan bir ruloya sahip olmak önemli olduğu gibi, tambur koruma sıyrıcısı montajının altında

bir veya iki baskı rulosuna da sahip olmak önemlidir.

Bu durumda amaç, malzemenin ucun altından geçebilmesi için bandı aşağı iterek sıyrıcının bant hattını değiştirmesini önlemektir. Mevcut boş alana bağlı olarak, bu, sıyrıcının hemen altına yerleştirilmiş tek bir makara rulosu veya biri sıyrıcının önüne ve diğeri arkasına monte edilmiş bir çift dönüş makarası olabilir.

Bantla temas halinde olacak diğer herhangi bir konveyör bileşeni gibi, bir tambur koruma cihazının monte edilmesi, hareketli banda sürtünmeyi artıracaktır. Sonuç olarak, bu sürtünme konveyörün tahrik gücü gereksinimlerini artıracaktır.

*DÖKME MALZEMELER için BANTLI KONVEYÖRLER*'in altıncı baskısında, Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA), sıyrıcı-bant basıncı için normal kuvvet olarak, bant genişliğinin inç başına 2 pound-kuvvetlik bir ayar tavsiye ediyor. (Metrik sistemde karşılığı bant genişliğinin milimetresi başına 0,35 newton.) Bu basınç formüller kullanılarak güç tüketimine dönüştürülebilir (**Denklem 15.1**).

### Tambur Koruması Seçerken Dikkat Edilecek Hususlar

Bir tambur koruma cihazının özelliklerini belirlerken, göz önünde bulundurulması gereken birtakım faktörler vardır. Bir sıyrıcı:

#### A. Sabit fakat esnek basınç sağlamalıdır

Sabit fakat esnek basınç, cihazın bant yüzeyini temizlemesine izin verecektir. Cihazın tasarım amacı, malzemeyi etkili ve etkin bir şekilde temizlerken, ucunun aşınmasını ve bant hareketi, hızı ve yolundaki dalgalanmaları tolere etmek için otomatik olarak uyum sağlamaktır.

#### B. Emniyetli bir şekilde monte edilmiş olmalıdır

Montajından kurtularak, korumak için monte edildiği konveyör bileşenlerini tehlikeye atma riskini en aza indirmek için, sıyrıcı sıkıca monte edilmelidir. Montaj, sıyrıcı montajının bozulması

**Şekil 15.7**

V-sıyrıcı, yalnızca bir yönde hareket eden bantlarda kullanılır.



**Şekil 15.8**

İki yönlü konveyörlerde, köşegen bir sıyrıcı, her iki çalışma yönünde temizlik koruması sağlayacaktır.



**Şekil 15.9**

Köşegen sıyrıcılar hareket yönüne 45 derecelik bir açıyla bandın enine monte edilir.



$$P = BW \cdot f_c \cdot V \cdot f \cdot k$$

**Eldeki veri:** Saniyede 3 metre /600 ft/dk) hızla hareket eden 900 milimetrelilik (36-inç) bir bantta üreten sıyırıcı bulunmaktadır. **Bulunacak:** Sıyırıcı nedeniyle tahrike eklenen güç.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
<b>P</b>	Bant Tahrikine Eklenen Güç Tüketimi	kilovat	beygir gücü
<b>BW</b>	Bant Genişliği	900 mm	36 inç
<b>f<sub>c</sub></b>	Bant Genişliği	0,35 N/mm	2 lb <sub>f</sub> /inç
<b>V</b>	Bant Genişliği başına Yük (CEMA'ya göre)	3 m/sn	600 ft/dk
<b>f</b>	<b>Sürtünme Katsayısı (CEMA STANDARDI 575-2000'e göre)</b>	0,5 (UHMW) 1,0 (Üretan) 1,0 (Kauçuk)	0.5 (UHMW) 1.0 (Üretan) 1.0 (Kauçuk)
<b>k</b>	Dönüşüm Faktörü	1/1000	1/33000

$$\text{Metrik: } P = \frac{900 \cdot 0,35 \cdot 3 \cdot 1}{1000} = 0,945$$

$$\text{İngiliz: } P = \frac{36 \cdot 2 \cdot 600 \cdot 1}{33,000} = 1.3$$

<b>P</b>	Bant Tahrikine Eklenen Güç	0,945 kW	1.3 bg
----------	----------------------------	----------	--------

### Denklem 15.1

Bir Tambur Koruma Sıyırıcısının Güç Tüketimi

15

durumunda konveyör sistemini korumak için bir emniyet kablosu içermelidir (**Şekil 15.10**).

#### C. Montaj kolaylığı için tasarlanmalıdır

Sıyırıcının montajı, montaj prosedürü sırasında sistemin duruş süresini en aza indirmek için kolay olmalıdır. Örneğin, cihaz, kendisinde veya yapıda kapsamlı değişiklikler gerektirmeden konveyör yapısına sığmalıdır.

#### D. Dayanıklı, kolay değiştirilebilir bir uçla tasarlanmalıdır

Uzun bir hizmet ömrü ve hızlı bakım sağlamak için, uç uygulama şartlarına dayanıklı bir malzemeden üretilmeli ve aşındığında kolaylıkla sökülüp değiştirilebileceği şekilde takılmalıdır.

#### E. Kolaylıkla erişilebilir olmalıdır

Sıyırıcı, çalışma sırasında gözlemlenebileceği ve bakımının kolaylıkla yapılabileceği bir alana monte edilmelidir.

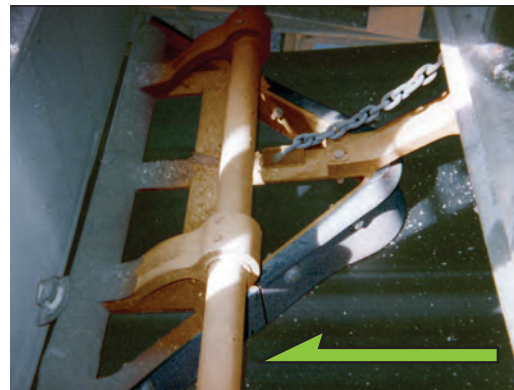
için, bir veya daha fazla düşük basınçlı tambur koruma sıyırıcısı, aşağıdaki özelliklere göre bandın dönüş tarafına monte edilmelidir:

#### A. Esnek basınç

Eğer cihaz bant yüzeyine temas etmek üzere tasarlanmışsa, tasarım, iç sıyırıcı veya sıyırıcının bant yüzeyinde sabit fakat esnek bir basınçla "kaymasına" izin vermelidir.

#### B. Emniyet kablosu

Cihaz, beklenmedik bir montaj arızası durumunda bandı ve tamburu korumak için bir emniyet kablosuyla donatılmalıdır.



**Şekil 15.10**

Sıyırıcı montaj ayağının arızası durumunda koruma sağlayan bir emniyet zinciri

### TİPİK ÖZELLİKLER

Bant ve bir döner bileşen arasında sıkışmadan önce kaçak malzemeyi temizlemek

## C. Değiştirilebilir uç

Tasarım; kolaylıkla değiştirilebilir, kauçuk, plastik veya ürethan bir uç içermelidir.

## D. Bandın tamamını kapsama

Sıyırıcı ucu, malzeme topaklarının dışarıda sıyırıcının “çevresinden kaymasını” önlemek için bandın tamamını kapsamalıdır.

## E. Yer

Sıyırıcı, banttın temizlenen malzemenin, kiriş, diğer bileşenler veya yürüme yollarına çarpmadan konveyörden güvenli atılabileceği şekilde yerleştirilmelidir; temizlik için güvenli ve uygun müsait bir yerde olmalıdır.

## F. Tek yönlü konveyörler

Tek yönlü konveyörlerde, son dönüş makarası ve kuyruk tamburu arasında bir “V” sıyırıcı monte edilmelidir. Diğer tamburları korumak veya bandın alt kaplamasını temizlemek için ek cihazlar gerekebilir.

## G. İki yönlü konveyörler

İki yönlü konveyörlerde, konveyörün her iki ucuna diyagonal sıyırıcılar takılmalı ve banda enlemesine olarak 45 derecelik açıyla monte edilmelidir.

**GELİŞMİŞ KONULAR**

Bantta taşınan bir malzeme topağı veya diğer nesnelere neden olduğu darbe, eğer yüksek bant hızları ve büyük topak boyutları gibi koşullar mevcutsa oldukça büyük olabilir. Bu büyük darbe kuvvetleri, ekipman seçerken, özellikle de bant hızlarını artırmaya yönelik sürekli talep karşısında, mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Bir sıyırıcı tasarımcısı tarafından kontrol edilebilir tek değişken, o bileşendeki yay sabitidir (k). Bu değişken, sıyırıcı ucunun hareket eden bir topağı hasarsız olarak emme, etkisini azaltma veya saptırma yeteneğidir. Bir yumurta (beton bir zemin yerine) minder üzerine düşürüldüğünde darbe kuvveti nasıl azaltılıyorsa, aynı şekilde uçlarda “daha yumuşak” malzemelerin kullanımı ve sıyırıcı montajına yaylar veya diğer esnek elemanların dahil edilmesi de, sıyırıcının topağın darbe kuvvetlerine dayanma şansını artırır. Bir örnek olarak, saniyede 3 metre (600 ft/dk) hızla hareket eden bir bantta taşınan 2,25 kilogramlık (5 lb<sub>m</sub>) bir malzeme topağı, bir sıyırıcıya, 815 newtonluk (183 lb<sub>f</sub>) bir kuvvetle çarpacaktır. Bununla birlikte, eğer aynı hızda hareket eden o topak, iki katı darbe emme özelliklerine sahip bir uçla donatılmış bir sıyırıcıya vurursa, yalnızca 199 newtonluk (45 lb<sub>f</sub>) bir kuvvetle çarpacaktır. Bu azaltıl-

**GÜVENLİK HUSUSLARI**

Kuyruk koruma sıyırıcıları, bandın dönüş yoluna veya taşıyıcı olmayan tarafına ve kuyruk tamburunun yakınına yerleştirildiğinden, çoğu zaman kapalı ve neredeyse erişilemez yerlerde bulunurlar. Bu onların bakımını güçleştirir ve hatta muayene yapan personel için bir güvenlik riski oluşturur.

Güvenlik kaygıları, konveyör çalışır durumdayken en üst seviyededir. Bir muayene yaparken döner ekipmana dolanmamak için azami dikkat gösterilmesi önemlidir.

Konveyör çalışırken hiçbir bakım prosedürü gerçekleştirilmeye çalışılmamalıdır. Bandın hareket etmeyeceğinden emin olmak için konveyörler ve/veya bileşenlerinde çalışmaya başlamadan önce uygun kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürleri uygulanmalıdır.

Tüm sıyırıcı lokasyonlarına sıkıştırma noktalarını gösteren uyarı işaretleri yerleştirilmelidir. Nesnelere, sıyırıcı tarafından banttın fırlatılabileceğinden dikkatli olunmalıdır.

miş darbe kuvveti, sıyırıcının mukavemeti için gereksinimlerin daha az olmasıyla sonuçlanır, bu da ekipman maliyetini düşürür.

Bu darbe kuvvetlerinin anlaşılması, tasarımdaki yeni gelişmelerle birleştirildiğinde, bir işletmenin uygulamayı, tambur koruma sıyırıcısının tasarımıyla daha iyi eşleştirmesini sağlar. Bu, performans gereksinimlerini karşılayan daha maliyet etkin bir koruma sisteminin seçilmesine olanak tanır. Bir sıyırıcı üreticisi, uygulamalar için darbe kuvvetlerini hesaplayabilmeli ve uygun tambur koruma sıyırıcısını belirleyebilmelidir. Sıyırıcıya, yükleyici kepçelerinin dişleri ve düşen konveyör ruloları gibi daha ağır nesnelere de çarpabilir, fakat darbelerin büyük çoğunluğu, sıyırıcının mukavemet kabiliyetleri içinde olacaktır.

## UCUZ SİGORTA OLARAK TAMBUR KORUMA

### Sonuç olarak...

Çoğu tambur koruma cihazları oldukça basit cihazlar olmalarına rağmen, bazı yenilikler, ev yapımı sıyırıcılar yerine tasarlanmış sistemler kullanmanın avantajlarını göstermektedir. Tasarım ve yapıdaki yenilikler sayesinde, bir yandan başlangıç yatırımını azaltırken diğer yandan tasarlanmış bir sistemin faydalarını sağlayan tambur koruma sıyırıcıları mevcuttur (**Şekil 15.11**). Bu tasarlanmış sistemler, ev yapımı ünitenin sağladığı aldatıcı tasarruf yerine iyileştirilmiş performans, uzatılmış hizmet ömrü ve azaltılmış bakım giderleri aracılığıyla tasarruf sağlayan uzun vadeli bir çözüm sunabilir. Yeni konveyörler geliştirmek için günümüzde bilgisayar destekli tasarım sistemlerinin kullanımıyla, tasarlanmış sıyırıcılar, konveyörün mühendislik sürecinin erken bir safhasına yerleştirilebilir. Tasarlanmış sistemler, bir tambur koruma sıyırıcısının montajı, çalıştırılması, muayenesi ve bakımı için yeterli alan bulunmasını sağlar.

Bir tambur ve en yakın dönüş makarasının arasına monte edilen tambur koruma cihazları, konveyör bakımı, hasarı ve olası



**Şekil 15.11**

Tasarlanmış tambur koruma sıyırıcıları, iyileştirilmiş performans, uzatılmış hizmet ömrü ve azaltılmış bakım giderleri aracılığıyla tasarruf sağlar.

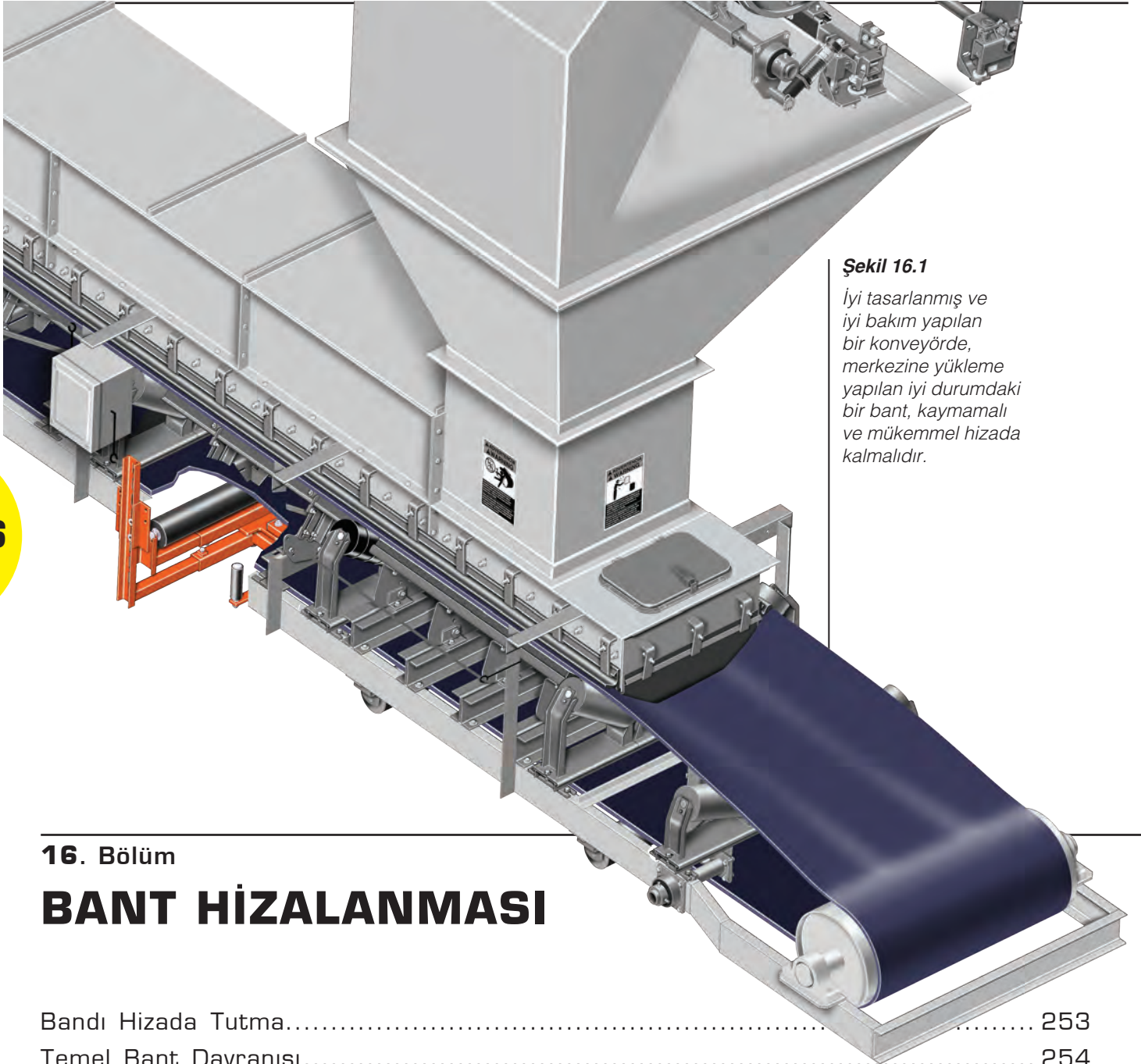
erken bant ve/veya tambur değiştirme maliyetleri için cepten çıkan para ile karşılaştırıldığında, düşük maliyetli bir “sigorta” şekli gibidir.

### İlerideki bölümlerde...

Toz ve döküntüyü kontrol yöntemleri ele alınırken, Bandın Dönüş Yoluyla ilgili iki konu üzerinde duruldu: Bant Temizleme ve bu bölümde, Tambur Koruma Sıyırıcıları. Bu kısımdaki üçüncü ve son bölüm Bant Hizalanmasını ele alacaktır.

## REFERANSLAR

- 15.1 Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (2005). *BELT CONVEYORS for BULK MATERIALS, Sixth Edition*. Naples, Florida
- 15.2 <http://www.conveyorbeltguide.com> web sitesi, bant tertibatının birçok yönünü kapsayan değerli ve ticari olmayan bir kaynaktır.
- 15.3 Konveyör ürünlerinin herhangi bir üreticisi ve distribütörlerinin çoğu, kendi özel ürünlerinin yapısı ve kullanımını hakkında çok çeşitli materyaller sağlayabilir.

**Şekil 16.1**

*İyi tasarlanmış ve iyi bakım yapılan bir konveyörde, merkezine yükleme yapılan iyi durumdaki bir bant, kaymamalı ve mükemmel hızda kalmalıdır.*

## 16. Bölüm

# BANT HİZALANMASI

Bandı Hizada Tutma.....	253
Temel Bant Davranışı.....	254
Merkezden Kaçışın Nedenleri.....	256
Problemin Araştırılması: Ölçme .....	260
Bandı Ayarlama.....	261
Bandı Ayarlama Donanımı .....	265
Bant Merkezleyicilerinin Montajı.....	273
Güvenlik Hususları .....	274
Sistem Bakımı.....	274
Tipik Özellikler .....	275
Gelişmiş Konular .....	275
Gerçek Dünyadaki Bantlar .....	277



**Bu bölümde...**

Bu bölümde, bandın hizalanmasına ve kaçak malzemelerle ilişkisine: merkezden kaçmanın nedenlerinin yanı sıra bandı ayarlama tekniklerine odaklanıyoruz. Aynı zamanda, bandı ayarlamak için bant ayar donanımı kullanımını ve cihazların montajını ele alıyoruz. Son olarak, bant merkezleyicileri için güç tüketimini hesaplamak amacıyla kullanılan denklemler veriliyor.

İdeal bir dünyada, bir bant iyi durumda ve merkezine yükleme yapılmış ve konveyör yapısı, iyi tasarlanmış ve korunmuş olurdu; o şartlar altında, bant kaymaz, mükemmel hizada kalırdı (**Şekil 16.1**).

Oysa birçok dökme malzeme taşıma işletmesinde günlük hayatın bir gerçeği olarak, bantlar arzu edilen yoldan kayarlar. Kayan bir konveyör bandı, malzeme döküntüsüne, bileşen arızasına ve bant ve yapılarda maliyetli hasara neden olabilir (**Şekil 16.2**). Yapının bir tarafına hareket eden bir bant, kendi hizmet ömrünü büyük oranda azaltabilir, çünkü bir veya iki kenarını aşındırır, gerilir veya kendi üzerine katlanır (**Şekil 16.3**). Kayan bir bant, bant ve diğer bileşenler ve çelik yapılar, çoğu zaman tamir edilemez derecede hasar görünceye kadar, çelik şutlara ve yapısal elemanlara sürtünebilir (**Şekil 16.4**). Daha da kötüsü, bant kayma problemleri ölümlere yol açmıştır.

Birçok bakımdan, uygun bant hizalanması, bu kitapta tartışılan kaçak malzeme problemlerinin birçoğunun çözülmesinde öncü ve temel bir şarttır. Bu bölümde, bir bandın kaymasına neden olan problemlerin birçoğunu ele alacağız ve çözümler önereceğiz.

**BANDI HİZADA TUTMA**

Bant kayması konusunu tartışırken birçok terim kullanılır. Merkezleme ve ayar terimleri, karşıtları olan kayma ve merkezden kaçma gibi çoğu zaman birbirlerinin yerine kullanılır. Burada, ayar, hem boş hem de tamamen yüklüken konveyör bandını (veya hareketini) konveyör yapısının merkez hattında ortalama işlemi olarak tanımlanmıştır.

Kayma ve merkezden kaçma, bant merkez hattının konveyör yapısının merkez hattından uzaklaşma eğilimi olarak tanımlanabilir ve kaçıklık, bandın kaydığı miktardır.

Döküntünün ortadan kaldırılabilmesi için önce bant merkezlemesinin kontrol edilmesi gerekir; eğer bant, yükleme bölgesinden geçerken bir tarafa veya ileri ve geri kayıyorsa, malzeme, yükleme teknesinin altında her bir (veya her iki) tarafta daha kolayca serbest bırakılır (**Şekil 16.5**). Bandın merkezden kaçması, “bant ayarlanarak”

**Şekil 16.2**

Sızdırmazlık sisteminin altından kayan bir konveyör bandı, malzeme döküntüsüne, bileşen arızasına ve bant ve yapılarında maliyetli hasara neden olabilir.

**Şekil 16.3**

Yapının bir tarafına hareket eden bir bant, kendi hizmet ömrünü büyük oranda azaltabilir, çünkü bir veya iki kenarını aşındırır, gerilir veya kendi üzerine katlanır.

**Şekil 16.4**

Kayan bir bant, bant ve diğer bileşenler ve çelik yapılar, çoğu zaman tamir edilemez derecede hasar görünceye kadar, çelik şutlara ve yapısal elemanlara sürtünebilir.

ve kaymayı sınırlandırmak veya düzeltmek için tasarlanmış bileşenler takılarak kontrol altında tutulur.

Bir bant merkezden kaçtığıında, büyük miktarlarda malzeme döküntüsüne neden olabilir. Bu döküntü yığınları takılıp düşme tehlikelerine neden olabilir. Eğer bir baş üstü konveyörü merkezden kaçarsa, işçile-

rin üzerine her türlü büyüklükte malzeme yağdırabilir. İşçi yaralanması olasılığı ve ilişkili maliyetlerin tümü, merkezden kaçan bant problemlerini çözmenin bir işletmenin kendi yararına olduğunu gösterecektir (**Şekil 16.6**).

### TEMEL BANT DAVRANIŞI

Tüm farklı sebeplerine rağmen, merkezden kaçma yine de gereksizdir. Bu, kontrol edilebilir veya daha da iyisi, düzeltilebilir bir problemdir. Bant davranışının temel kalıplarının anlaşılması ve konveyörün yapısının ve bileşenlerinin bandın yolundaki doğru dalgalanmalara dikkatle hizalanması için bir dizi prosedürün gerçekleştirilmesi, çoğu durumda, bant kaymasını önleyebilir.

Bant davranışı basit ilkelere dayanır. Bunlar, konveyör yapısının, döner bileşenlerin ve yük koşullarının, bandın merkezden kaçmasına neden olan herhangi bir eğilimi ortadan kaldırmak için ayarlanması süreci olan bant ayarı için kılavuz vazifesi görür.

Konveyör bandını merkezlemenin temel kuralı şudur: Bant, daha fazla sürtünmesi olan veya sürtünmeye ilk ulaşan tarafa doğru hareket edecektir (**Şekil 16.7**). Bandın bir tarafı o sürtünmeyle karşılaştığında, bandın o tarafı daha yavaş hareket eder. Bandın diğer tarafı daha hızlı hareket eder; bir kuvvet dengesizliği oluşur, bu da bandı daha yavaş hareket eden tarafa döndürür.

Örneğin, eğer bir makara seti kirişlere karşı bir açıda monte edilirse, bant ilk ulaştığı tarafa doğru hareket edecektir. Eğer makara setinin bir ucu diğerinden daha yüksekse, bant daha yüksek olan tarafa tırmanacaktır (çünkü bant, makaraların üs-

**Şekil 16.5**

*Döküntünün giderilebilmesi için önce bant merkezleme kontrol edilmelidir.*



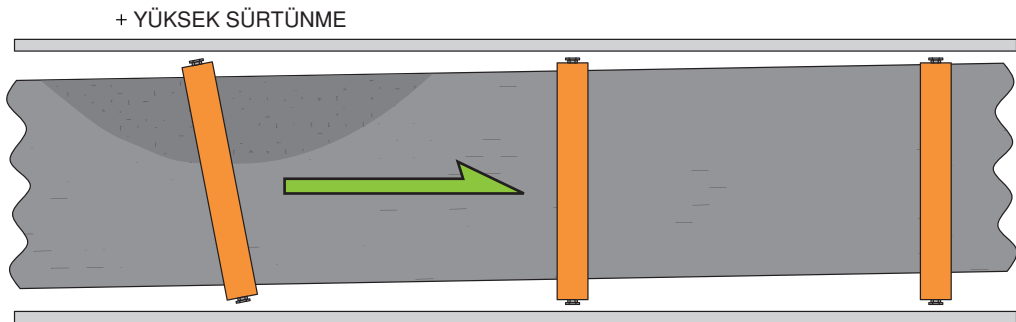
**Şekil 16.6**

*Bir bant merkezden kaçtığıında, büyük miktarlarda malzeme döküntüsüne neden olabilir.*



**Şekil 16.7**

*Konveyör bandını merkezlemenin temel kuralı, bandın, bandın yüksek sürtünmeli tarafına doğru hareket etmesidir.*



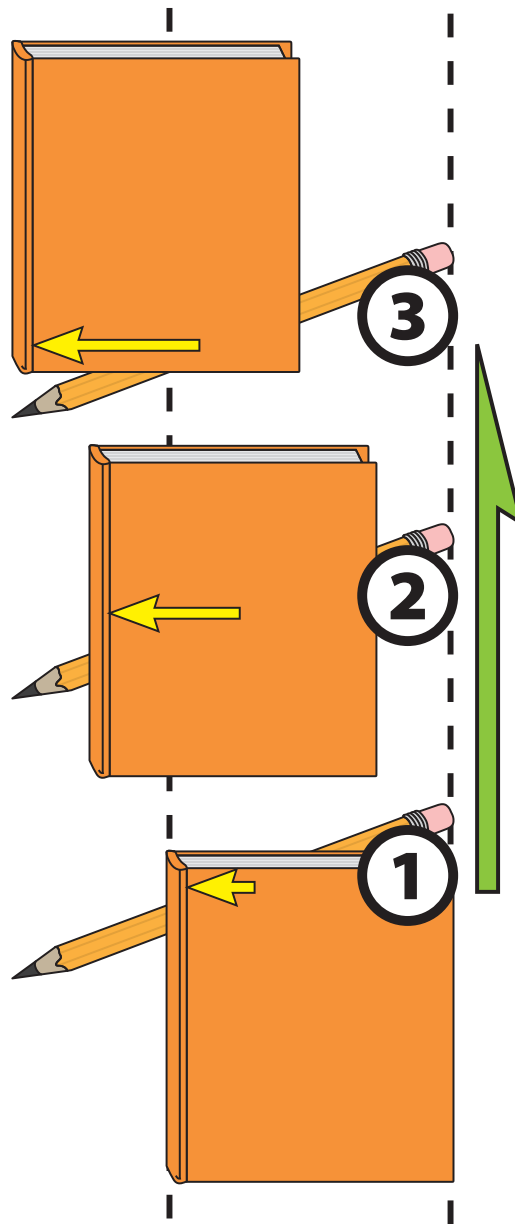
tüne yatırıldığından, ilk olarak daha yüksek tarafa dokunur).

Bu, masa gibi düz bir yüzeye yuvarlak bir kalem konularak çok basitçe gösterilebilir. Eğer kalemin üzerine bir kitap konular ve nazikçe deneyiciden uzağa itilirse, kitap, kalemin iten kişiye daha yakın olan ucuna—yani, kitabın ilk olarak temas ettiği uca—bağlı olarak sola veya sağa doğru kayacaktır (**Şekil 16.8**). Bu temel kural hem düz hem de açılı makara setleri için geçerlidir.

Ayrıca, açılı makaralar güçlü bir merkezleme kuvveti uygular. Oluklu yapıları sayesinde, her bant kenarının bir kısmı havada tutulur. Bu yükseltilmiş kısma bir yerçekimi kuvveti uygulanır. Eğer bant rulo setinde merkezlenmemişse, daha yüksek kenardaki kuvvet, diğer taraftaki kuvvetten büyük olacak ve bantı, açılı makaranın merkezine doğru yönlendirecektir. Bu yerçekimsel merkezleme kuvveti o kadar barizdir ki, dökme konveyörleri genellikle başlıca merkezleme etkileri olarak ona dayanır.

Bant merkezlemesinin başka bir sabit kuralı da, belirli herhangi bir noktada bantın merkezlenmesinin, (bantın henüz ulaşmadığı) akış aşağı bileşenlerden daha çok, makaralar ve (bantın halihazırda geçmiş olduğu) diğer akış yukarı bileşenler tarafından etkilenmesidir. Bu, merkezden kaçmanın gözle görülür olduğu herhangi bir noktada sebebin, bantın zaten geçtiği bir noktada olduğu anlamına gelir. Sonuç olarak, bantın gözle görülür merkezden kaçma gösterdiği noktanın biraz öncesinde düzeltici önlemler alınmalıdır (**Şekil 16.9**).

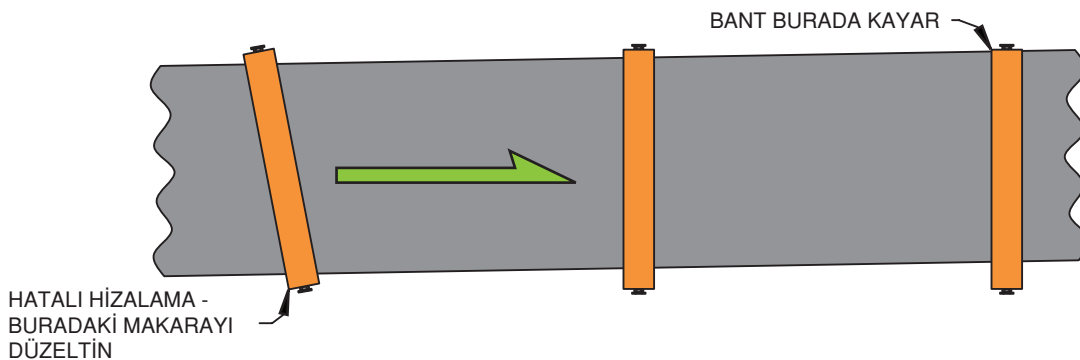
Operatörler ve bakım personeli, bu temel kuralları akılda tutarak, konveyörde bantı hizaya getirecek ayarlar yapabilir.



**Şekil 16.8**

Bant ayarının temel kuralı, yuvarlak bir kalemin üzerine bir kitap konularak gösterilir. Kitap itildiğinde, kalemin iten kişiye daha yakın olan ucuna—yani, kitabın ilk olarak temas ettiği uca—bağlı olarak sola veya sağa doğru kayacaktır.

16



**Şekil 16.9**

Merkezden kayma, sebep noktasından sonra gerçekleştiğinden, düzeltici önlemler, merkezden kaymanın gözle görülür olduğu noktanın biraz öncesinde uygulanmalıdır.

## MERKEZDEN KAÇIŞIN NEDENLERİ

### Önlenebilir Bant Kayması Problemi

Bir konveyörü düzgün şekilde ayarlamak için ilk adım, yapı ve bileşenlerin durumunu anlamak ve merkezden kaçmanın sebeplerini belirlemek amacıyla mevcut sistemi incelemektir.

Clar Cukor'un tarihsiz Georgia Duck (artık Fenner Dunlop) monografi *Merkezleme*'de belirttiği gibi (*Referans 16.1*):

Merkezleme problemine bir sistemler bakış açısıyla yaklaşmak gerekir. Bant arızalı olabilir; bununla birlikte, yalnızca sistemdeki bir yapısal kusura veya kötü ayara tepki veriyor olması daha muhtemeldir ....[Bir konveyör bandı] esneklik ve eğer uygun şekilde tasarlanır, üretilir, yarılr ve kesilirse, tasarlandığı ve yapıldığı şekilde, konveyör sisteminin “yönlendirdiği yere gidecektir”. Konveyör bandı bir gösterge vazifesi görür ve bu şekilde görülmelidir.

Bant kaymasına birtakım problemler neden olabilir. Bant kaymasına neden olan faktörler arasında: konveyör bileşenlerinin kaçıklığı, yükün merkezden kaçık yüklenmesi, döner bileşenler üzerinde kaçık malzeme birikmesi, kötü bant ekleri, dikkatsiz ağır ekipman operatörleri tarafından verilen yapısal hasar, zemin çökmesi ve daha birçok faktör sayılabilir. Bu problemlerin herhangi bir kombinasyonda da gerçekleşebilmesi, düzeltme sürecini büyük oranda karmaşıktırır.

Bu problemler, karmaşıklıklarına rağmen çözülebilir problemlerdir. Yanlış hizalanmış bileşenler düzeltilir, şutlar yükü bandın merkezine yükleyecek şekilde yeniden tasarlanabilir, malzeme birikmeleri önlenir veya temizlenebilir, bant ekleri iyileştirilebilir ve operatörler eğitilebilir. Zor olan, uzun olasılıklar listesinde, belirli bir bandın sorunlarına neden olanın hangisi olduğunu tespit etmektir. Merkezden kaçmanın sebebi bir kez belirlendiğinde, düzeltilir.

### Merkezden Kaçışın Nedenleri

Birçok durumda, merkezden kaçmanın

nedenleri, merkezden kaçışın aldığı şekilde belirlenebilir. Bir bandın tüm kısımları, konveyör uzunluğunun belirli bir kısmında merkezden kaçtığına, sebep muhtemelen o alandaki konveyör yapısı, makaralar veya tamburların hizalanmasında veya dengelemesindedir. Eğer bandın bir veya daha fazla kısmı, konveyör boyunca tüm noktalarda merkezden kaçıyor, sebep büyük olasılıkla bant yapısında, bant ek(ler)inde veya bandın yüklenmesindedir. Eğer bant dolu olduğunda merkezden kaçıyor ve daha sonra boş olduğunda merkezleniyorsa veya bunun tersiyse, sebep genellikle, değişen yükleme durumlarına neden olan merkezden kaçık yükleme veya şutta birikmedir.

Merkezden kaçmanın en yaygın nedenleri üç gruba ayrılabilir: bant veya bant eklerinde hatalar; konveyör yapısı, bileşenler veya ortamdaki hatalar; ve malzeme yüklemesiyle ilgili hatalar.

### Bant veya Bant Ekleriyle İlgili Hatalar

#### A. Bant tertibatı

- Bant içe veya dışa doğru kavislenmiş.
- Bandın karkasında (katlarında veya kordonlarında) kusurlar veya hasar var.
- Bant kenarı veya kaplaması hasarlı.
- Elemanlara veya kimyasallara maruz kalma nedeniyle bant bozunumu var.

#### B. İmalat ve uygulama

- Bant, yapı veya uygulamaya uygun değil.
- Bantta, imalat sürecinden kalan bir “iç kavis” veya “dış kavis” var.
- Bant uygun şekilde depolanmamış.

#### C. Bant ekleri

- Kötü monte edilmiş bir vulkanize veya mekanik ekleme var; bant ekinin banda dik durmamasına yol açıyor.
- Bant yanlış uçlarda birleştirilmiş birkaç parçadan oluşturulmuş; dış kavis veya deforme olmuş kısma yol açıyor.

- c. Farklı tip, kalınlık ve genişlikte bantlar birbirine eklenmiş.
- d. Bantta, hasarlı veya kopan bant ekleri var.

### **Konveyör Yapısı, Bileşenler veya Ortamla İlgili Hatalar**

#### **A. Yapı**

- a. Yapı, inşası sırasında doğru olarak hizalanmamış.
- b. Yapı, zemin çökmesi nedeniyle bir tarafa çökmüş.
- c. Yapı, tıkanmış şutla, yangınlar veya mobil ekipmanla çarpışmalardan hasar görmüş.

#### **B. Bileşenler**

- a. Döner bileşenler (makaralar ve tamburlar) üç eksenin tümünde hizalı değil.
- b. Yerçekimiyle gerdirmе cihazı yanlış hizalanmış.
- c. Makara ruloları sıkışmış veya çıkarılmış.
- d. Malzeme birikmesi veya aşınması, makara veya tamburların profilini değiştirmiş.

#### **C. Ortam**

- a. Konveyör şiddetli rüzgarlara maruz kalıyor.
- b. Yağmur, don veya buz ve kar birikmesi, bandın bir tarafındaki sürtünmeyi değiştirmiş.
- c. Güneş konveyörün bir tarafına vuruyor.

### **Malzeme Yüklemeyle İlgili Hatalar**

- A. Yük, besleme yapılan bantta merkezlenmemiş
- B. Yük ayrılmış; daha büyük topaklar bandın bir tarafında toplanmış.
- C. Sabit bir yük için merkezlenmiş bantta aralıklı yükleme var.

Bazen, bu problemlerin bir birleşimi bant kaymasına neden olacak ve temeldeki sebep belli olmayacaktır. Bununla birlikte, eğer yeterli sayıda bant dönüşü gözlemle-

nirse, bandın hareket kalıbı genellikle netlik kazanacak ve merkezden kaçmanın sebebi açığa çıkacaktır. Bir kalıp ortaya çıkmazsa, bandın merkezden kaçmasının genel sebepleri, iyi oluklaşmayan yüksüz bir bant veya eşit olmayan şekilde yüklenmiş bir banttır.

### **Bant Ekleri veya Bantla İlgili Hatalardan Kaynaklanan Kayma**

Hatalı bant ekleme, merkezden kaçmanın önemli bir nedenidir. Eğer bant sıkıca eklenmezse, bant konveyör yapısının üzerinde sağa sola kayacaktır. Bu genellikle kuyruk tamburunda görülebilir. Bant, bant eki kuyruk tamburuna her ulaştığında aynı miktarda kayacak, orijinal pozisyonuna yalnızca bant ekinin geçişinden sonra geri dönecektir. Eğer bant eki çok kötüyse, tüm hizalama çabalarını boşa çıkarabilir. Çözüm bandı yeniden sıkıca eklemektir. (Bkz. 5. Bölüm: *Konveyörler 101—Bandı Birleştirme*)

Bandın merkezden kaçmasının ikinci önemli nedeni, kavislenmiş bir banttır. Kavislenmiş bir bant, açılı makaraların üzerindeyken sürtünmedeki farklılıklar nedeniyle yolda iyi durmayacaktır. Bant kavislenmesine hemen her zaman, dokuma bantların üst ve alt kaplamaları arasındaki eşit olmayan çekmenin sonucudur. Isı, kimyasallar, oluk açılı ve aşırı germe de bant kavislenmesine yol açabilir. Bu problem genellikle, üst ve alt kaplama kalınlıkları arasında uygun en boy oranı (genellikle 3:1 veya daha az) korunarak önlenir. Bazı durumlarda, bant, yaşlanma veya kimyasallara maruz kalma nedeniyle üst kauçuk kaplamanın özellikleri değiştiğinde kavislenecektir. Kavislenmiş bandı kalıcı biçimde merkezlemek zordur, çünkü merkezleme bant ve döner bileşenler arasındaki sürtünmeye dayanır. Eğer bant, temas alanı azalacak kadar kötü hasar görmüşse, bileşenlerin bandı hizada tutma kabiliyeti de azalır.

Her ne kadar banttaki imalat hataları veya bileşenlerdeki arızalar için birçok bant hizalama problemleri suçlansa da, bu problemlerin çoğunun kaynağı bandın hatalı uygulanmasına uzanabilir. Uygulamaya uygun olmayan bir bant, genellikle yapıda iyi yol tutmayacaktır.

### Yapısal ve Bileşen Problemleri Nedeniyle Kayma

Bandı düz hareket eder halde tutabilmek için, yapı uygun şekilde kurulmalı ve hasarlıysa düzeltilmelidir. Çoğu yapısal hasar, konveyör yapısına mobil ekipman çarptığında oluşur. Yapısal hasar aynı zamanda, paslanma veya temellerin çökmesi nedeniyle de oluşabilir.

Güvenilir bant hareketi için bileşenlerin uygun şekilde monte edilmesi ve bakımlarının yapılması da eşit derecede önem taşır. Bant kaymasının başlıca nedenlerinden biri, hizasız veya “bir taraftan diğerine” çok fazla hareketi veya “yamacı” olan yerçekimiyle gerdirme cihazlarıdır. Ağırlık tamburu, diğer tüm ana tamburlar gibi, gerdirme cihazının hareketi boyunca bantla aynı hizada kalmalıdır, aksi takdirde bant merkezden kaçacaktır.

Döner bileşenler bant üzerinde önemli bir merkezden kaçırma etkisine sahip olabilir. Malzeme birikmesi nedeniyle donmuş veya çalışmaz hale gelmiş döner bileşenler veya çevrelerini değiştiren malzeme birikmeleriyle sarılı olanlar, dengesiz bant merkezlemesinde başlıca faktörler olabilir. Sonuç olarak, transfer noktaları, malzeme döküntüsünü önleyecek şekilde tasarlanmalı, yapılmalı ve korunmalıdır. Geri taşınan malzemeyi önlemek için etkili bir çok-sıyrıcılı bant temizleme sistemi monte edilmelidir. Eğer gerekirse, saptırma, ağırlık ve diğer tamburları temizlemek için sıyrıcılar monte edilebilir. (Bkz. 14. Bölüm: *Bant Temizleme*)

#### Şekil 16.10

Merkezde yüklenmemiş bir bant merkezden kaçacak, bant ve yapıya zarar verme riski taşıyacaktır.



### Ortam Şartları Nedeniyle Kayma

Konveyörün bir tarafındaki şiddetli rüzgarlar, bantı merkez hattından çıkaracak kadar kuvvet sağlayabilir. Çözüm, bantı yerinde tutmak için konveyörün üzerine “rüzgar halkaları” olarak bilinen tutma halkaları takmak, rüzgara bakan tarafta bir rüzgar kırıcı kullanmak veya konveyörün tamamını kapatmaktır.

Eğer konveyörün bir tarafına yağmur, buz veya kar girerse, makaraların arasında sürtünme farkı olacaktır. Bu fark, hafif yüklü bantları iterek doğru yoldan çıkarmak için yeterli olabilir. Güneş sabahları bandın bir tarafını ısıttığında oluşan fark bile bir bandın kaymasına sebep olabilir. Burada yine çözüm, bir çeşit konveyör örtüsü olacaktır.

Bazı durumlarda, konveyörün tasarımı, yandan gelen rüzgarlara dayanacak kadar güçlü değildir ve şiddetli rüzgarlarda, konveyörün tamamı ileri geri sallanır. Yan rüzgar nedeniyle ağırlık tamburunun hafifçe kayması da bandın yolunu büyük oranda etkileyebilir.

### Yükleme Hataları Nedeniyle Kayma

Yükleme problemlerinden kaynaklanan merkezden kaçmayı tespit etmek genellikle kolaydır; çünkü bant yüklü olduğunda bir yere ve yüksüz olduğunda başka bir yere hareket edecektir (Şekil 16.10). Bu gözlem, bant yolunu “onarmak” için yıllardır yapılan ayarların bandın doğal yolunu değiştirdiği daha eski konveyörlerde karışıklık yaratabilir.

Yükün ağırlık merkezi, oluk makaralarının en düşük noktasını arayacaktır (Şekil 16.11). Bant, merkezden yüklü olmadığında, yükün ağırlığı bantı merkezden uzağa, konveyörün daha hafif yüklü tarafına doğru iter. Bu, uygun yükleme şutu düzenlemeleriyle veya yükün banda yerleştirilmesini düzeltmek için ayarlanabilecek saptırıcılar, ızgaralar veya şut tabanlarıyla düzeltiler. (Bkz. 8. Bölüm: *Geleneksel Transfer Şutları*)

## İki Yönlü Bantlarda Kayma

İki yönlü konveyörler, aynı bir yıldırıncı zorluk kaynağı olabilir. Bant yönü tersine çevrildiğinde, tahrik tamburu ve yükleme alan(lar)ına bağlı olarak bant tertibatındaki gerilim alanları yer değiştirir. Bir baş tahriki olan ve bir anahtar değiştirilmesiyle kuyruk tahriki haline gelen bir konveyörünüz olduğunu düşünün. Bandın üst tarafı tahrik tamburuna doğru hareket ederken, bandın gergin tarafı üsttedir. Oysa bant tersine çevrildiğinde ve üst taraf tahrik tamburundan uzağa hareket etmeye başladığında, artık gergin taraf alttadır. Aslında konveyörün taşıyıcı tarafı, çekilen konumdan itilen konumuna geçer. İtilen bir bant doğal olarak çekilen bir banttan daha dengesizdir; dolayısıyla, ayarlanması daha zordur.

Bu bilhassa güç problemler doğurur, çünkü bileşenlerin tümü artık merkezleme problemlerine farklı şekilde katkıda bulunmaktadır. Bant bir yönde iyi çalışabilir ve tersine çevrildiğinde her tarafa kayabilir, çünkü bandın istikametini farklı rulo ve tambur setleri kontrol etmektedir. Bu tip problemin üstesinden gelmek için, hangi bileşenlerin hizasız olduğunu belirlemek amacıyla sistem incelenmelidir. Tüm bileşenleri hizaya getirmek için gerektiği şekilde düzeltmeler yapılmalıdır.

İki yönlü bantlarda karşılaşılan ve ağırlaşan diğer problemler, merkezden kaçık yükleme, birden fazla yükleme noktası ve aynı malzeme üzerine farklı malzemeler yüklemeyle ilgilidir. Merkezden kaçık yükleme iki yönlü bantlarda, özellikle de yük, konveyörün bir ucuna diğerinden daha yakın uygulanırsa, merkezleme problemlerini büyük oranda kötüleştirir. Bu, uygun şut tasarımı ve yükün banda yerleştirilmesini düzeltmek için ayarlanabilecek ayarlanabilir saptırıcılar, ızgaralar veya şut tabanlarının kullanılmasıyla düzeltilebilir.

Aynı iki yönlü bantta farklı malzemeler problemlere neden olabilir. Bandın, belirli bir dökme yoğunluğuna sahip malzemeyle hareket etmeye "ayarlandığını" varsayın. Şimdi, hareket yönünü tersine çevirin ve farklı dökme yoğunluğu olan bir malzeme

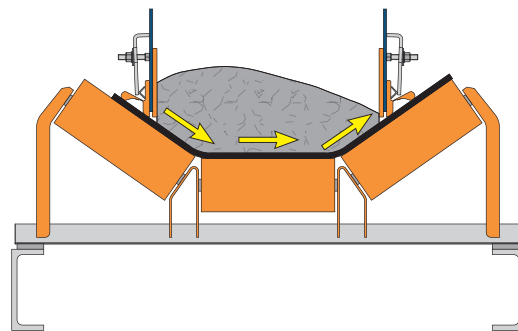
koyun; daha önce uygulanmış tüm ayarlar yanlış çıkabilir. Bu tür bir problemin üstesinden gelmek için, ağırlık tamburu denge ağırlığının yetersiz veya bileşenlerin hizasız olup olmadığını ve gerektiği şekilde düzeltmelerin yapılıp yapılmaması gerektiğini belirlemek için yapıda bir ölçüm yapılmalıdır.

## Gezici Konveyörlerde Karşılaşılan Sorunlar

(Döner kepçeli kazıyıcılar, gezici istifleyiciler veya triper bantlar gibi) hareket eden konveyör sistemleri, üzerinde hareket ettikleri ray yapısından büyük oranda etkilenir. Örneğin, eğer bir ray belirli bir noktada diğer raydaki paralel bir noktadan daha yüksek veya alçaksa, gezici konveyör (bazen yüksek yapılarda birkaç milimetre (inç)) eğilerek veya sallanarak, bandın merkezden kaçması problemlerine yol açabilir.

Bandın merkezden kaçmasının ve sonuçta ortaya çıkan hasarın sebebi bulunmaya çalışılırken, bu problem birçok kez göz ardı edilir. Sistemin "gezici" kısmı, bir ölçüm yapıldığında rayların düz olduğu bir alanda park edilmiş olabilir. Bu durumda ölçüm sonuçları her şeyin hizada olduğunu gösterecektir; oysa, gezici sistem farklı bir yere taşındığında, bant merkezden kaçır, çünkü destek yapısı dengeli değildir.

Ray sistemlerinin paralel hizalanması da kontrol edilmelidir. Hatalı hizalama, taşıyıcı tekerlerin raydan içeri veya dışarı "çıkma-larına" ve bir ray noktasının karşısındaki ray noktasından daha yüksek olduğunda ortaya çıkan aynı etkiyi yaratmasına neden olabilir.



**Şekil 16.11**

Bant merkezden yüklü olmadığında, yükün ağırlığı bandı merkezden uzağa, konveyörün daha hafif yüklü tarafına doğru iter.

## PROBLEMİN ARAŞTIRILMASI: ÖLÇME

Bir konveyörün ayarlanmasındaki ilk ve en önemli adım, yapıyı kontrol etmek ve hizalamaktır. Bu sürece başlamanın en iyi yolu, mevcut koşulların ve orijinal tasarım kriterlerinin detaylı bir ölçümünün yapılmasıdır. Bu, plansız bir “bugün makaralara biraz daha ince ayar çekelim” yaklaşımı benimsemek yerine, sistemi orijinal özelliklerine geri döndüren, ölçülmüş düzeltmelerin yapılmasını sağlar.

Hizayı kontrol etmenin geleneksel yöntemi, konveyörün bir ucundan diğerine bir piyano teli germek ve hizayı değerlendirmek için ölçüleri alırken bu teli bir taban hattı olarak kullanmak olmuştur. Bununla birlikte, bu yöntem, birtakım muhtemel problemleri beraberinde getirmektedir. Örneğin, tel, hatındaki kaymalara karşı açıktır. Güneş ısısı nedeniyle ortam sıcaklığında oluşan değişiklikler ve hatta, telin kendi gerçek ağırlığı dahi teli gererek hattı değiştirebilir. Başka bir problem de, telde 90 derecelik bir açığı ölçmenin kesin bir

yolunun bulunmamasıdır. Eğer tel, kendisine yaslı bir cetvel veya gönye varken dokunulduğunda hareket ederse, sonraki ölçümlerin doğruluğu bozulur.

Bugün, konveyör yapısına paralel bir lazer aktarma setinden çıkan ışık huzmeleri şeklindeki ileri teknoloji, konveyör yapısı bileşenlerinin hizalanması için engelsiz ve yinelenebilir bir referans sağlamaktadır (**Şekil 16.12**).

Bu lazerle ölçüm teknolojisi, eski “piyano teli” tekniğiyle karşılaşılan problemleri önlemektedir. Lazer, sınırsız mesafeye izin veren birden fazla düznenle, 150 metre etkili bir mesafede tamamen düz bir ışın oluşturur. Taban hattına açılı olarak yerleştirilmiş nesnelere kontrol etmek amacıyla, ışını bükmek için prizmalar kullanılabilir. Bir lazer aktarma cihazıyla, ölçüm ekibi artık dikey bir hattı ölçmeye çalışmaz; onlar bir tane oluşturur. Lazer ışımına dokunulmadığından, okumalar almırken kazara hareket ettirilemez.

Çoğu işletme, lazerli bir ölçüm gerçekleştirmek için ekipman ve uzmanlığa sahip değildir. Bu nedenle, bu ölçümü gerçekleştirmek için donanım ve deneyime sahip uzman bir alt işveren veya servis kullanmak işletmenin çıkarınıdır. Uzman bir alt işveren bandı lazerle ölçecek, bir dizi kalıcı karşılaştırma ölçütünü veya hizalama noktasını kaydedecek, detaylı bir rapor oluşturacak ve başlıca merkezleme problemlerinin nasıl giderileceğine dair tavsiyeler sunacaktır.

Rapor, hangi bileşenlerin, ne kadar kaçık olduğunu içermelidir ki, tesis bakım ekibi veya uzman alt işveren, bandın merkezlemesini iyileştirmek için bu bileşenleri ayarlayabilsin (**Şekil 16.13**). Düzenli olarak (örneğin her yıl) aynı konveyörde ölçümleri tekrarlayarak, tesis yönetimi, konveyör yapısının durumunun düzenli olarak kontrol edilmesini sağlayabilir. Ölçümde yapının bozulmakta veya diğer durumların (konveyörün altındaki zeminin çökmesi veya denge ağırlığı kütesinde değişim gibi) oluşmakta olup olmadığı görülecektir. Bu bilgi, problemler ortaya çıktıkça tesisin mühendislik ve bakım personelini uyararak,

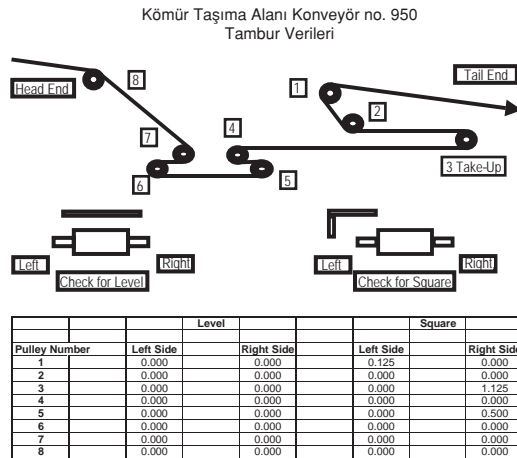
**Şekil 16.12**

Bir lazer aktarma cihazından çıkan ışık huzmesi, konveyör yapısı bileşenlerinin hizalanması için engelsiz ve yinelenebilir bir referans sağlar.



**Şekil 16.13**

Lazerli ölçüm raporu, hangi bileşenlerin, ne kadar hizadan kaçık olduğunu söyleyecek, bu sayede tesis bakım ekibi veya uzman alt işveren, bandın merkezlemesini iyileştirmek için bu bileşenleri ayarlayabilecektir.



For "Level" a positive number indicates that side is higher.  
For "Square" a positive number indicates that side is farther forward.



beklenmedik kapanmaları ve müteakip üretim kaybını önlemek için kullanılabilir.

## BANDI AYARLAMA

Bandı konveyör yapısı ve bileşenlerin merkezinde tutmak; bandın arzu edilen bant yolunun dışında hareket etme eğilimini düzeltmek için makaraları ve yükleme şartlarını ayarlama sürecidir. İlk adım, sistem ölçümünde tespit edildiği şekilde, yapıyı bandın teorik merkez hattıyla hizaya getirmektir. Yapı hizalandıktan sonra, merkez hattıyla aynı seviyede ve hizalı olmaları için tüm tambur ve makaralar hizalanmalıdır. Daha sonra, bandı doğru hareket ettirmeye odaklanılabilir.

Bir bandı ayarlarken, prosedürden yalnızca bir kişi sorumlu olmalıdır. Eğer konveyörü birden fazla kişi aynı anda ayarlarsa bu, bant yolunun düzeltilmesini daha da zorlaştıracak çelişkili “düzeltmelere” yol açabilir. Konveyörün problemlili alanlarının not edildiği ve atılan düzeltici adımları detaylandıran kayıtların tutulması önemlidir. Bu, problemler belirli bir alanda toplandığında, düzeltme, yeniden düzeltme, aşırı düzeltme ve karşı düzeltmeden kaynaklanan problemleri önleyecek veya en azından tespit edecektir.

### Ayar Prosedürü

Aşağıda, bileşen hizalama ve yükleme problemlerinde bandı ayarlamak için izlenecek bir süreç adım adım verilmiştir.

### Bant Gerilim Alanlarını Belirleyin

Düşük gerilimli alanlardaki bileşenlerde yapılacak ayarlar, bant yolunun düzeltilmesinde en yüksek etkiye sahiptir. Düşük gerilimli alanlar tespit edilip, bu alanlardan işe başlandığında, ayar süreci, en az değişiklikle en büyük etkiye sahip olur. Yüksek gerilimli alanlarda, nispeten küçük ayarların bant yolunda önemli etkiye sahip olamayacağı kadar fazla gerilim vardır. Bant gerilimi genellikle tahrik tamburunda en yüksek seviyededir (**Şekil 16.14**). En düşük gerilime sahip alan, saptırma ve ağırlık tamburlarının yerine göre değişecektir.

Düşük gerilimli alanlar tamamen konveyöre bağlıdır ve her bir uygulama için tespit edilmelidir. Ek bilgi için Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliğinin (CEMA) *DÖKME MALZEMELERİ için BANTLI KONVEYÖRLER*, *Altıncı Baskısına* veya deneyimli bir konveyör mühendisine danışılabilir.

Gerdirme ağırlığının, geçerli bant ve kapasite derecelendirmelerinin gerektiği doğru gerilimi uyguladığından emin olmak önemlidir. Eğer bant ağırlık tamburu tarafından yetersiz veya hatalı şekilde gerilirse, bant yolunda şiddetli sapmalar olması muhtemeldir.

### Merkezden Kaçış Yerlerini Belirleyin

Merkezden kaçma muayenesinin, gerilim bu alanda genellikle daha düşük olacağından, en yüksek gerilim alanından (genellikle bandın tahrik tamburunu terk ettiği yer) hemen sonraki ilk döner bileşenle başlaması ve bandın gözle görülür şekilde yoldan çıktığı bir noktaya kadar bandın yolu boyunca devam etmesi en iyisidir.

Belirli herhangi bir noktada, bant yolunun, akış aşağı bileşenlerden (bandın henüz ulaşmadığı noktalar) daha çok, makaralar ve diğer akış yukarı bileşenler (bandın halihazırda geçtiği noktalar) tarafından etkilendiğini unutmamak önemlidir. Bu, merkezden kaçmanın gözle görülür olduğu yerde, merkezden kaçma sebebinin, bandın zaten geçtiği bir noktada olduğu anlamına gelir.

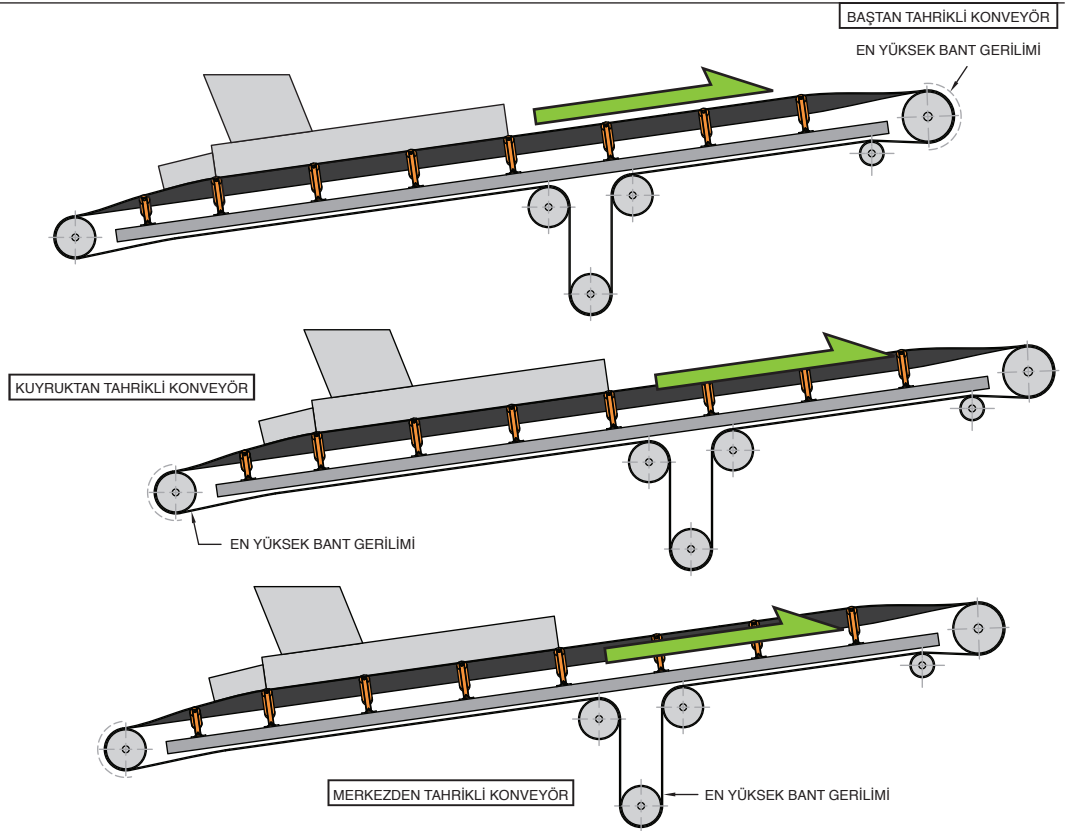
Bu nedenle, düzeltici önlemler, bandın gözle görülür merkezden kaçma gösterdiği alandan önce geçtiği noktalarda uygulanmalıdır. Bir makaranın hareketi, en büyük ayar etkisini genellikle, akış aşağı 5 ila 8 metre (15 ila 25 ft) arasındaki bir alanda gösterir.

### Bandı Ayarlayın

Merkezden kaçmayı düzeltmek amacıyla bileşenlerde veya bant geriliminde herhangi bir ayar yapmadan önce konveyör kilitlenmeli / etiketlenmeli / bloke edilmeli / test edilmelidir.

**Şekil 16.14**

Bant gerilimi genellikle bant tahrik tamburuna girerken en yüksek seviyededir; düşük gerimli alanlar, saptırma ve ağırlık tamburlarının yerine bağlı olarak değişecektir. Merkezden kaçmaya karşı bir bantı ayarlamak için muayeneye, en yüksek gerimli alanın hemen arkasından (bandın tahrik tamburunu terk ettiği yer) başlayın.



Bandın hareket yolunu düzeltmek için, düşük gerimli alanlardan başlamak ve konveyörün çevresini dolanarak, bantı merkeze geri taşımak için makaralarda ayar yapmak gerekir. Daha sonra, bantın tahrik edilen tamburdan, sırayla bir sonraki döner bileşene doğru yolunu izleyerek, her defasında bir yerde makaraların ayarlanmasıyla bant yolu düzeltilebilir.

Bandın gözle görülür biçimde yoldan çıktığı bir noktadan önceki ilk veya ikinci makara setiyle başlayarak, makara, kaçıklığa zıt bir yönde eğilmelidir. Daha sonra, bantın hareket hizasını kontrol etmek için konveyör yeniden başlatılmalıdır. Düzeltmenin etkisini değerlendirmek için konveyörün çalıştırılması gerekir, fakat daha fazla ayar yapılmadan önce bantın iki veya üç tur dönmesini beklemek önemlidir.

**Şekil 16.15**

Bir bantı ayarlamak için en temel teknik, makara eksenini bant yoluna göre değiştirmektir; bu işleme yaygın olarak "rulo istasyonu çekilenmesi" denir.



Daha fazla makara döndürmek aşırı düzeltmeye veya rakip düzeltmelere neden olabileceğinden, her defasında yalnızca bir makara kaydırmak en iyisidir. Eğer gözlem sırasında bant yolunun aşırı düzeltildiği görülürse, daha fazla makara kaydırmak yerine orijinal makara geri taşınarak yol eski haline döndürülmelidir.

Bant boş olarak konveyörün tamamı boyunca merkezlenmeli, özellikle yükleme ve tahliye bölgelerine girerken merkezlenmiş olduğundan emin olunmalıdır.

### Bandı Ayarlama Teknikleri

temel ayarlama tekniği, makaraları ayarlamaktır. Bir bandın dönüş ve taşıyıcı makaraları kullanılarak ayarlanması, makara eksenini bant yoluna göre kaydırılarak gerçekleştirilebilir. Buna yaygın olarak “makaralara vurmak” denir; çünkü rulo şasesi, bir çekiçle vurularak kaydırılır (**Şekil 16.15**).

Bir bandı, bir veya daha fazla makaranın yerini kaydırarak ayarlamak, bir bisikleti gidonlarıyla yönlendirmekle aynıdır (**Şekil 16.16**). Gidonların (veya makaranın) bir ucunu kendinize doğru çektiğinizde, bisiklet (veya bant) o yöne döner. Bu, bant ayarının temel kurahıyla uyumludur: Bant, ilk dokunduğu makaranın tarafına dönecektir.

Bu gidonla yönlendirme prensibi doğrudur; fakat yalnızca bant, üç oluk rulosunun hepsine iyi temas ettiğinde geçerlidir. Bu nedenle, bir bandı ayarlamadan önce, bandın, yüksüz olduğunda dahi taşıyıcı taraf boyunca tüm noktalarda iyi oluklaştığından emin olmak için kontrol etmek gerekir. Eğer bant oluğa “oturmuyorsa”, yapıyla uyumunda bir problem olabilir (**Şekil 16.17**). Çok kalın ve söz konusu konveyöre uygun olmayan bir bant asla doğru merkezlenemeyebilir.

Makaralarda yapılacak ayarlar küçük olmalıdır. Avustralya’daki Newcastle Üniversitesinde yapılan bir araştırma, bir makara belirli bir noktanın ötesinde eğildiğinde, artık bant yolunu düzeltmeyeceği göstermiştir, çünkü bant, makara üzerinde, bir buz parçası üzerinde patinaj yapan bir araba gibi kayar (*Referans 16.2*).

Makaraların bu şekilde kaydırılmasının bant hareketinin yalnızca bir yönü için etkili olduğu açıkça görülmektedir. Bant bir yönde hareket ettiğinde, düzeltici etkiye sahip kaydırılmış bir makara, konveyör diğer yönde hareket ederken bandı muhtemelen saptıracaktır.

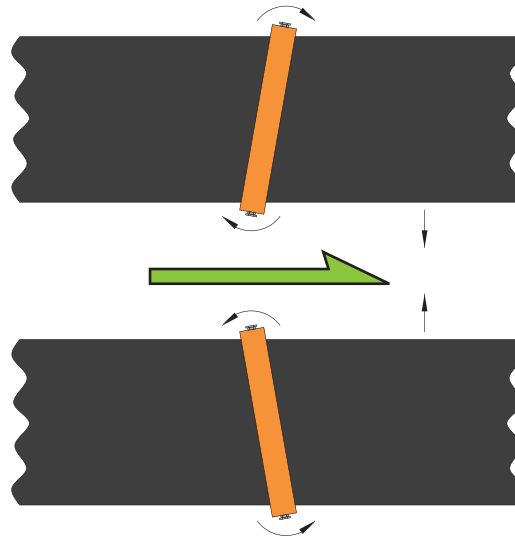
Tek yönlü konveyörler için, makaraların yerlerinin kaydırılması, bandın ayarlanmasında faydalıdır. Bununla birlikte,

bazı dezavantajlar da bulunmaktadır. Bir bandın, makaraların yarısının bir yöne ve diğer yarısının zıt yöne vurulmuş şekilde düz çalıştırılabileceği barizdir; fakat bu, bant ve makaraların arasındaki yuvarlanma sürtünmesinin artırılması pahasına olacaktır. Bandı ayarlama çabasıyla tümü farklı yönere çevrilmiş makaralar ekstra sürtünme oluşturur ve alt bant kaplamasında aşınmanın ve güç tüketiminin boşu boşuna artmasıyla sonuçlanır.

Ayarlar yalnızca makaralarda yapılmalıdır — asla tamburlarda yapılmamalıdır. Tamburlar, eksenleri istenilen bant yoluna 90 derece açıda, hizalı tutulmalıdır.

### Bandı Merkezlemek için Diğer Teknikler

Bandı merkezlemek için başka bir yaklaşım, taşıyıcı makaraları iki dereceye kadar hafifçe bant hareketi yönünde yatırmaktır. Bandın kanat ruloları üzerindeki sürtünmesi, bandın merkez hattına yönlendirilen bir merkezleme kuvveti oluşturur. Bu, makara



**Şekil 16.16**

*Bir bandın, bir veya daha fazla makaranın yerlerinin kaydırılarak ayarlanması, bir bisikleti yönlendirmekle aynıdır. Gidonların (veya makaranın) bir ucunu kendinize doğru çektiğinizde, bisiklet (veya bant) o yöne döner.*



**Şekil 16.17**

*Bir bandın iyi merkezlenmesi için, konveyörün taşıyıcı tarafı boyunca iyi oluklaşması gerekir. Eğer bant oluğa “oturmazsa”, asla doğru şekilde merkezlenemeyebilir.*

çerçevesinin arka tarafının altına düz metal pullar sokularak basitçe yapılabilir. Birçok makara üreticisi bu eğimi ürünlerine dahil eder. Makaralara “vurmada” olduğu gibi, bu tekniğin etkisinin bir sınırı vardır, ve konveyörün güç tüketimini ve bandın alt kaplaması ve makaralardaki aşınmayı artırır (Şekil 16.18).

Kuyruk tamburuna yaklaşırken bir bandı merkezlemenin sakıncalı bir yöntemi, zıt yönler eğmek (Şekil 16.19) veya iki dönüş silindirinin zıt uçlarını kuyruk tamburuna en yakın yerde yükseltmektir (Şekil 16.20). Teori, bu zıt yönlerde kasten başlatılmış merkezden kaçışın, bandı merkezlemeye yarayacak rakip kuvvetler oluşturmasıdır. Bu, soyut olarak akla yatkın gibi gelse de, pratikte uygulaması sorunludur. Optimum çalışmanın hedefi dengeyken, bu yöntem

sistemde bir dengesizliğe neden olur.

Kasten yanlış hizalanmış makaralar şeklinde iki değişken daha eklemeyen, doğru hareket etmesi için sistemin ayarlanmasında yeterince problem olduğu savunulabilir.

### Bandı Yeni Konveyörlerin Başlatılması Sırasında Ayarlama

Eğer yeni bir konveyör sistemi, makul mühendislik ve montaj uygulamasına uygun şekilde tasarlanmış ve inşa edilmişse, bant başlangıçta muhtemelen arzu edilen yola yakın bir yolda hareket edecektir. İdeal yapıdan, bandın kusursuz şekilde hareket etmemesine neden olan küçük sapmalar olabilir; bununla birlikte, bu durumlarda, sapmalar nispeten küçük olmalı, bant bir ayarlama prosedürü gerçekleştirilmeden önce yeterince uzun süre hasarsız olarak işletilebilmelidir.

Bandın herhangi bir kayma eğiliminin çabucak fark edilip, bandın hasar oluşmadan durdurulabilmesi için, bandın yeni bir konveyörden ilk geçişi yavaş ve aralıklı olmalıdır. İlk değişiklikler, bandın hasar tehlikesine yakın olduğu noktalarda yapılmalıdır. Bant tehlike noktalarından temizlendiğinde, daha önce belirtildiği şekilde, bant ayarı için geleneksel sıra takip edilebilir.

Başlangıçta yeterince dikkat gösterilmemesi, ciddi kaçıklık ve kenar hasarı, bandın katlanması, döküntü ve diğer konveyör bileşenlerinin hasarı dahil problemlere neden olabilir. Konveyörün başlatılması için, sorunun beklendiği veya bandın en yüksek riskte olduğu (tahliye ve yükleme şutlarına girdiği) yerlere gözlemciler yerleştirilmelidir. Bu “gözcüler” bir telsiz, telefon veya en azından kolay ulaşılabilecekleri bir yerde bir çekme halatlı acil durdurma anahtarına sahip olmalıdır.

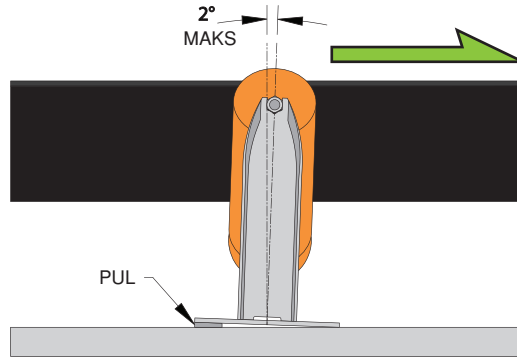
Ciddi durumlarda, yeni bir başlangıç yapılmadan önce konveyörü kapatmak, belirtilen ayarları yapmak ve bandı yeniden yerleştirmek gerekebilir.

### Yedek Bantların Ayarlanması

Yeni bir bandın çoğu zaman (ister yeni

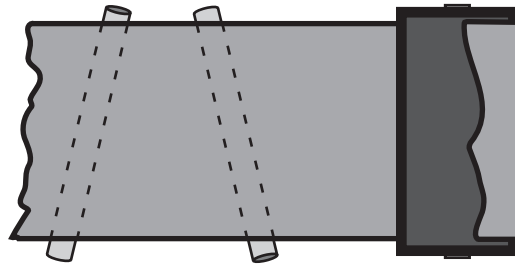
**Şekil 16.18**

Makarının arka tarafının altına düz metal pullar sokarak taşıyıcı makaraların yana yatırılması, merkezleme kuvvetini artıracaktır.



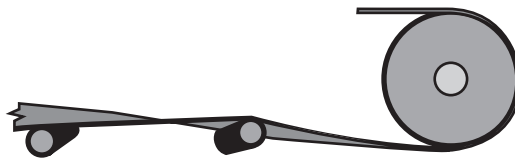
**Şekil 16.19**

Kuyruk tamburuna yaklaşırken bandı merkezlemenin sakıncalı bir yöntemi, en yakın dönüş silindirlerini zıt yönler eğmektir.



**Şekil 16.20**

İki dönüş rulusunun zıt uçlarının kuyruk tamburuna en yakın yerde yükseltilmesi, bandın merkezlenmesine yardımcı olmak için sakıncalı bir yöntemdir.



bir konveyörde yeni bant tertibatı ister kurulu bir sistemde yedek bant olsun) yeni bir çift ayakkabı gibi aşamalı olarak “alıştırılması” gerekir. Yeni bir bandın mevcut bir konveyörün üzerine geçirilmesi, birbirine eklenmesi, konveyörün başlat düğmesine basılması ve daha sonra bandın yapının ortasında hareket etmesi nispeten nadiren gerçekleşen bir olaydır. Tüm yeni sistemler, makaraların alıştırmak ve bandı germek için, bandın son merkezlenmesinden önce birkaç saat çalıştırılmalıdır.

Bazı yeni bantlar, bandın depolanması, taşınması veya bağlanmasından kaynaklanan kalıcı bir kavis veya gerilimin eşit olmayan dağılımı nedeniyle, uzunluklarının bir veya daha fazla kısmında, bir tarafa hareket etme eğiliminde olacaktır. Birçok durumda, bandın belirli bir alıştırma süresi boyunca gerilim altında çalıştırılması bu durumu düzeltecektir. Bandın yüzde 60 kapasiteye kadar yüklenmesi, bandın konveyöre oturmasına yardımcı olacaktır.

Konveyör yapısı, özellikle mevcut bir konveyörün üzerine geçirilen yeni bant olduğunda, yeni banda nötr olmayabilir. Eğer önceki bandın merkezden kaçıklığını düzeltmek için zaman içinde sayısız ayar düzeltmeleri yapılmışsa, yeni bandın doğru şekilde merkezlenmesini sağlamak için bu ayarların “geri alınması” gerekebilir.

### Besleyici Bantları Ayarlama

Besleyici bantlar normalde kısa, yüksek gerilimli, taşıyıcı tarafında düz rulolar veya toplama tarzı makaralar kullanan, yavaş hareket eden bantlardır. Bu bantlarda merkezleme için bant kenarına dik açılı bant eki, kritik önem taşır ve baş ve kuyruk tamburları kusursuz bir biçimde hizalanmalıdır. Ayar, taşıyıcı taraftaki yapı ve yüksek yükler nedeniyle besleyici bandın yalnızca dönüş veya gevşek tarafında yapılabilir. Eğer gerekirse, tek bir ayar cihazı, işleminin izin vermek için, dönüşün merkezine, bantta biraz gevşeklik olan yere yerleştirilebilir.

### İki Yönlü Bantları Ayarlama

İki yönlü bantlarda, makaralara vurma veya makaraları yana yatırma gibi teknikle-

rin hiçbiri etkili değildir. İki yönlü bir bandı tek bir yönde merkezlemek için yapılan herhangi bir düzeltme, bandın yönü tersine döndüğünde zıt merkezden kaçış etkisine sahip olacaktır. Bu, iki yönlü bantları, bant ayarının en güç zorluklarından biri kılar. Sonuç olarak, tüm makara ve tamburlar kusursuz hizada olmalı ve sistemin mümkün olduğunca temiz veya nötr olmasını sağlamak için bant kenarına dik açılı bant eki olmalıdır. Yalnızca iki yönlü bantlar için tasarlanmış ayar cihazları monte edilmelidir.

## BANDI AYARLAMA DONANIMI

Çoğu konveyör, beklenmedik veya ortam kaynaklı bant kaymasını tolere edecek biraz merkezleme düzeltmesine ihtiyaç duyar. Ayar prosedürünün, bir merkezden kaçma problemine uzun vadeli çözüm sağlamada başarılı olmadığı durumlar da vardır. Sonuç olarak, işletme, ayar prosedürünü sıkça (bazen günlük olarak) tekrar etmek veya bu gereksinimi azaltmak için bir çeşit mekanik bant ayarlama sistemi kurmak durumunda kalır. Tasarlanmış ayar çözümleri, bir bandın pozisyonunu sezen ve bir mekanizma veya geometrik değişim aracılığıyla bandın yolunu aktif olarak düzelten cihazlardır.

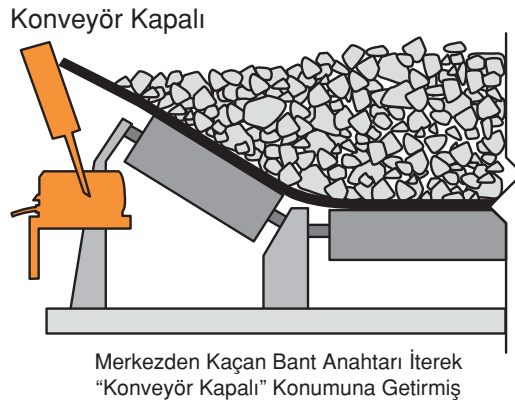
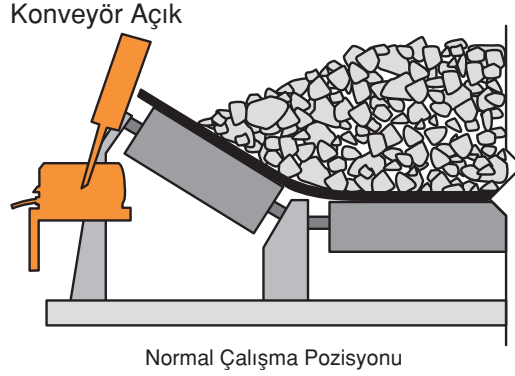
### Bant Kaydı Sensörleri

Düzeltilici bir cihaz olmamakla birlikte, bant kaydı sensörü, bant merkezlemesi üzerinde biraz kontrol sunan bir donanım sistemidir. Bu anahtarlar, merkezden kaçan bant tarafından etkinleştirildiğinde bir sinyal gönderen elektromekanik sensörlerdir. Bu anahtarlar, konveyör boyunca aralıklarla, bandın her iki tarafına, güvenli bant hareketinin dış sınırına yakın yerlere takılır. Bant herhangi bir yönde çok fazla hareket ettiğinde, konveyörün güç devresini kesen ve operatöre düzeltmeleri yapma fırsatını vermek için bandı durduran bir anahtar devreye sokmak veya bir sinyal göndermek amacıyla manivela kolunu iter (**Şekil 16.21**). Birçok durumda, tesis personelinin, çalışmanın yeniden başlayabilmesi için anahtarları elle ilk konumuna getirmek amacıyla konveyörü gezdirmesi gerekecektir.

Bazı cihazlar birden fazla sinyal gönderme kabiliyetine sahiptir: ilkinde daha önceden ayarlanmış bir bant kayması miktarını gösteren bir alarm ve daha ciddi merkezleme problemi nedeniyle tahrik gücünü kesen ikinci sinyal.

**Şekil 16.21**

Bant herhangi bir yönde çok fazla hareket ettiğinde, bant kaydı sensörü, konveyörün güç devresini kesen bir anahtarı etkinleştirerek veya bir sinyal göndererek bantı durduracaktır.



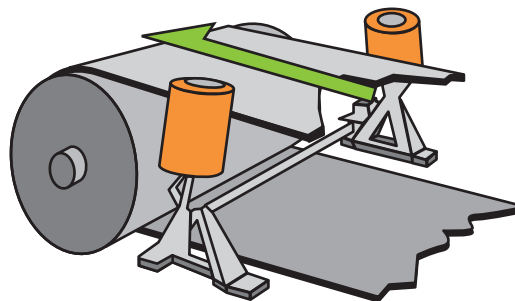
**Şekil 16.22**

İlk tepki, bandı engellerden uzak tutmak için bir tür bariyer monte etmek olabilir.



**Şekil 16.23**

Dikey kenar kılavuzları, bandı konveyör yapısından uzak tutmak için bant kenarına yakın basit bir çerçeve üzerine bir makara veya rulo yerleştirir.



Elbette, bant kaydı sensörünün atması, konveyör sistemiyle ilgili bir şeyin yanlış gittiğini gösteren bir sinyaldir. Motor çok ısındığında arabanın gösterge panelinde kırmızı yanan bir lamba gibidir.

Bu lamba, göz ardı edilerek anahtar ilk konumuna getirilip, konveyör işlemleri sürdürülebilir, ancak hem arabanın uyarı lambası hem de konveyör kaçıklık anahtarı, daha ciddi, daha pahalı ve muhtemelen feci problemler olabileceğine dair bir uyarı vazifesi görmelidir. Konveyör durdurmaları çekilmez bir hal alabilir ve çok maliyetli olabilir; her bir kesinti duruş süresi ve kayıp üretime neden olur. Bant kaydı sensörleri, yanlış hizalanmış bant problemine bir çözüm değil, ciddi bir problemin göstergeleridir.

### Pasif Merkezleme Çözümleri

#### Dikey Kenar Kılavuzları

Kayan bir bant görüldüğünde ilk tepki, bandı düz tutmak veya en azından engellerden uzak tutmak için bir çeşit bariyer monte etmek olabilir (Şekil 16.22). Küçük merkezleme problemlerine bu basit yaklaşımın bir türü de dikey kenar kılavuzudur (Şekil 16.23). Bu cihazlar, bant kenarına yakın basit bir çerçeve üzerine bir makara veya rulo yerleştirir. Dikey kenar kılavuzları, bant kenarını konveyör yapısından uzak tutmak için bandın yoluna yaklaşık olarak dik bir pozisyonda monte edilir. Bu kenar kılavuzları bandı ayarlamaz. Bant kaymasını önlemek yerine, bir hasar kontrolü işlevi görerek, bandın, sert yapısal çelik yerine yuvarlanan bir yüzeye çarpmasını sağlar. Dikey kenar kılavuzları en çok, bant kenarına uygulanacak kaba kuvvetle bandın yerinde kalmaya zorlanabileceği, kısa, düşük gerilimli bant tesisatlarında etkilidir. Dikey kenar kılavuzları, bant kılavuzun üstünden geçip yapının içine girdiğinde veya kılavuz bandın kendi üzerine devrilmesine neden olduğunda ciddi bant veya yapı hasarına neden olabilir. Dikey kenar kılavuzları, sürekli kaçıklık problemlerini telafi etmek için kullanılmamalıdır. Bunlar, özellikle çok ince bantlarda etkili değildir.

### “V” Makaraları

Bant kaymasını düzeltmeye yardımcı olabilecek başka bir donanım eklemesi de, bant dönüşüne “V” makaralarının monte edilmesidir; bunlar, daha uzun, yüksek gerilimli konveyörlerde yaygınlaşmaya başlamıştır. Bunlar iki tipte mevcuttur: geleneksel “V” rulolar (Şekil 16.24) ve ters çevrilmiş “V” rulolar (Şekil 16.25). Her iki sistem de, merkeze yönlendirilmesine yardımcı olmak için banda bir oluk şekli verir. Bant yolunu düzeltmek için bir merkezleme kuvveti kullanılır, bu nedenle bandın üzerine (hasara yol açabilecek) ek gerilim uygularlar. Bu sistemler daha pahalıdır ve geleneksel bir dönüş makarasından biraz daha fazla bakım gerektirir.

### “Bombeli” Tamburlar

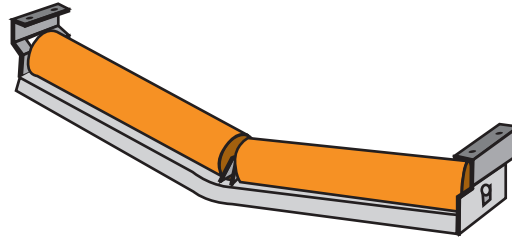
Merkezde, kenarda olduğundan daha büyük çaplara sahip tamburlar bazen bir merkezleme etkisi sağlamak için kullanılır (Şekil 16.26). Bu “bombeli” tamburlar da temel merkezleme ilkesiyle çalışır. Banda ilk olarak tamburun yükseltilmiş kısmı (bombe) dokunduğundan, bandı merkeze doğru yönlendirir. Daha sonra bandın her iki taraftaki dış kısımları onu merkeze doğru süren bir kuvvet üretir. Bant merkezlendiğinde, bu kuvvetler birbirini iptal eder. Eğer bant yanlış ayarlanır ve bant, tamburun bir tarafına kayarsa, sürtünme kuvveti o tarafta daha büyük olacak ve bandı merkeze doğru geri itmeye çalışacaktır.

Bombeli tamburlar en çok kısa, düşük gerilimli bantlara sahip konveyörlerde etkilidir. Yüksek gerilimli veya çelik kablolu bantlarda, tamburun bombesinden az miktarda yönlendirme etkisi elde edilir. Bunun nedeni, oluşturulan merkezleme kuvvetinin büyüklük olarak merkezden kaçma kuvvetlerinden daha küçük ve bant ve tambur arasındaki temas kuvvetinin çoğunun, bandın geçişi nedeniyle tamburun dış kenarlarında olmasıdır. Bombeli tamburlar en çok, tambura yaklaşan uzun, desteksiz (bant genişliğinin dört katı veya daha büyük) bir açıklık bulunduğu etkilidir. Bu aralık çoğu zaman konveyörün taşıyıcı tarafında mümkün değildir; bombeli baş tamburları-

nın kullanımı nispeten etkisizdir ve bantta oluşturduğu gerilime değmeyebilir. Bir konveyörün kuyruk tamburunda kullanıldıklarında biraz daha etkilidirler. (Bkz 6. Bölüm: *Yükleme Bölgesinden Önce*) Bombeli tamburlarla ilgili başka bir problem de etkisiz bant temizliğine neden olabilmeleridir, çünkü temizlik uç(lar)ı bant yüzeyinin tamamıyla uygun şekilde eşleşmeyebilir.

### Dinamik Ayar Çözümleri

Aktif hale getirildiklerinde bant yolunu düzeltmek için bir bileşeni hareket ettiren birtakım dinamik bant merkezleme sistemleri mevcuttur. Bu bant ayar sistemleri “kendi kendilerini hizalamak” üzere tasarlanmıştır. Bunun anlamı, merkezden kaçan bandın kuvvetinin, bir makaranın kendisini yeniden yerleştirmesine neden olarak, bandı merkeze geri yönlendiren bir tahrik hareketi oluşturmasıdır.



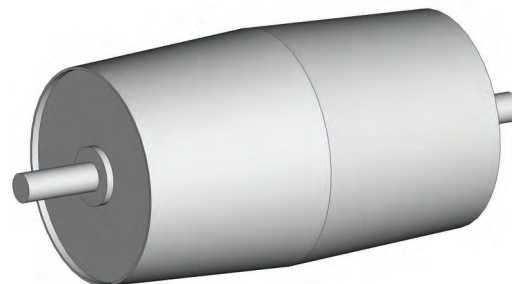
**Şekil 16.24**

Geleneksel “V” makaraları, bandı merkezde tutmak için bir oluk oluşturur.



**Şekil 16.25**

Bandın dönüş yolunu hizada tutmak amacıyla monte edilseler de, ters çevrilmiş “V” makaraları banda hasar riski taşır.



**Şekil 16.26**

“Bombeli” veya merkezde, kenarda olduğundan daha büyük çaplara sahip tamburlar bazen bir merkezleme etkisi sağlamak için kullanılır.

Birçok merkezleme çözümü kendi yok oluşlarının nedenlerini içinde taşır. Bant yolunda bir düzeltme etkisi sağlamak üzere hareket etmek için tasarladıklarından, özellikle kaçak malzeme birikmelerine karşı savunmasızdırlar. Döküntü yığınları, hareket açıklıklarını engelleyebilir veya pivot yatağının tutukluk yapmasına neden olabilir (**Şekil 16.27**). Bu, bant ayar makarasını, bir “kaçıklık” makarası vazifesi gördüğü bir pozisyona kilitleyebilir. Artık bandı uygun yoldan dışarı iter, düzeltmek için monte edildiği problemi yaratır (veya kötüleştirir). Şimdi yanlış ayarlanmış sistemi düzeltmek için, bakım ekibi ayar makarasını (yaklaşık

olarak) doğru pozisyona bağlayabilir (**Şekil 16.28**).

Bir merkezleme çözümünün düzgün şekilde çalışmadığı bu tür bir durumda, yalnızca “bağlayıp gitmek” yerine ayar makarasını çıkarmak daha iyidir.

Tüm bu sistemler “olaydan sonra” olma dezavantajı altında çalışır: Merkezden kaçmayı, gerçekleştikten sonra düzeltirler. Gerekli düzeltmenin yapılabilmesi için belirli bir miktarda kayma meydana gelmelidir. Fakat bu sistemler, merkezden kaçış tespit edilip düzeltilmeden önce bandın maliyetli hasara maruz kalacağı kadar şiddetli bir hal alan bir probleme karşı bir çeşit sigorta işlevi görür.

**Şekil 16.27**

Döküntü yığınları bir ayar makarasının hareket açıklığını engelleyebilir veya sensör rulusunun tutukluk yapmasına neden olabilir.



**Şekil 16.28**

Yanlış ayarlanmış bir sistemi düzeltmek için, bazen bir ayar makarası “bağlanır”—doğru olduğu düşünülen bir pozisyonda sabitlenir. Fakat şartlardaki değişiklikler muhtemelen bu pozisyonu hatalı kılacaktır.



**Şekil 16.29**

Hızlı sensör rulolu merkezleyici, ruluyla aynı hizada bandın her iki tarafına monte edilmiş dikey kılavuz silindirlere sahip bir dikey pivot yatağı üzerinde taşıyıcı silindire sahiptir.



### Hızlı Sensör Rulolu Merkezleyiciler

En basit bant merkezleyicisi tasarımı olan hat üstü algılayıcı silindiri ayar cihazı, merkezi bir pivot yatağına monte edilmiş yapıda bir taşıyıcı silindire sahiptir (**Şekil 16.29**). Bant yolunda sensör vazifesi gören dikey kılavuz silindirler, merkez hatları, makaranın pivot noktasından geçecek şekilde, bandın her iki tarafına, ruluyla hizalı olarak monte edilmiştir. Bandın bu algılayıcı silindirlerden herhangi birine doğru hareketi, o silindirin bant kaçıklığının yönünde hareket etmesine neden olur. Bu, tüm makarayı döndürür. Merkezlemenin temel kuralı olan, bandın daima ilk temas ettiği tarafa doğru hareket ettiği ilkesine uygun olarak, döndürülen makara, yoldan çıkmış bandı uygun yola geri yönlendirir.

Ancak bu hızlı sensör rulolu merkezleyicilerin neredeyse hiç kaldıraç kuvveti yoktur. Bir düzeltme yapabilmek için hareket eden bandın kenarından oldukça büyük bir kuvvete ihtiyaç duyarlar. Bu tasarımda, bant bir taraftan diğerine kayar; bant tarafından oluşturulan düzeltme hareketi, kelimenin tam anlamıyla, bir tarafa veya diğerine çarpar. Düzeltme eylemi gerçekleştiğinde, makara, o kadar büyük bir kuvvetle “geri tepebilir” ki, bant yapının diğer tarafına kadar yönlendirilir; burada bant, merkezleme makarasının diğer tarafındaki ruloya temas eder; bu da bant yolunu diğer



yönde geri düzeltir. Merkezleme makarası tek bir merkezi pivot noktasına sahip olduğundan, bir tarafa bant hareketi, zıt kılavuz silindirini, kenar hasarına yol açacak şekilde, bantla sert, kısırtıcı bir temasa geçirir. Kenar hasarı ve pivot yatağının aşırı kullanım riski alınarak, bant sürekli olarak hareket halinde, iki taraf arasında ileri geri gider halde tutulabilir.

### Öncü Sensör Rulolu Merkezleyiciler

En yaygın bant ayarlama tasarımı, merkezi bir pivot yatağına monte edilmiş taşıyıcı rulo istasyonu ve taşıyıcı rulolarıdır (Şekil 16.30). Kılavuz silindirler kısa kollar üzerine monte edilir ve her iki tarafta banttan 25 ila 75 milimetre (1 ila 3 inç) uzağa yerleştirilir. Silindirler, döner rulonun öncesine yerleştirilir; öncü sensör rulolu merkezleyiciler adını da buradan alırlar (Şekil 16.31). Bazı tasarımlar, ayarlayıcının hassasiyetini iyileştirmek için pivot milini hafifçe bant hareketi yönünde yatırır. Öncü sensör rulolu merkezleyiciler, hem bantın üst (veya taşıyıcı) tarafında hem de alt (dönüş) tarafında kullanım için tasarlanmış halde mevcuttur.

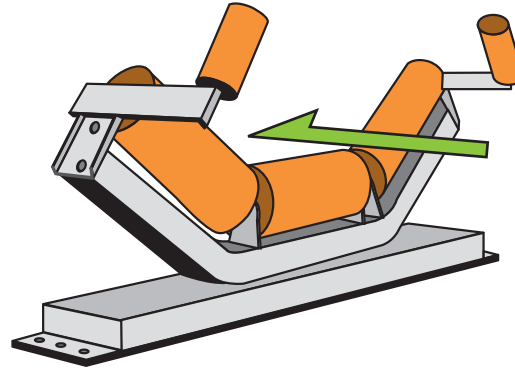
Bandın herhangi bir kılavuz silindire doğru hareketi, tahrik makarasının dönmesine ve bant yolunu yeniden merkeze doğru düzeltmesine neden olur. Yine, bant daima ilk temas ettiği tarafa doğru hareket ettiğinden, döndürülen silindir, yoldan çıkan bantı yeniden uygun yola yönlendirir.

Tahrik makarasından önce kısa kollar üzerine monte edilen algılayıcı rulolar, hat üstü algılayıcı makaralardan biraz daha fazla kaldıraç gücüne sahiptir, fakat yine de düzeltme sağlamak için bant kenarından oldukça çok kuvvete ihtiyaç duyarlar. Sonuç olarak, bu ayarlayıcı tasarımı, hat üstü algılayıcı makaranın tüm gecikme, kısırtma ve kaçak malzeme problemlerine maruz kalır.

Öncü sensör rulolu merkezleyici, en popüler ve en yaygın merkezleme makarasıdır. Satılan hemen hemen tüm konveyörlerde orijinal ekipman olarak sağlanır. Genellikle, hem taşıyıcı hem de dönüş taraflarında,

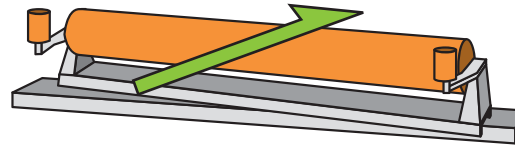
yaklaşık 30 metre (100 ft) aralıklarda monte edilir.

Sahada ise, bu ayarlayıcılar yaygın olarak iki yetersiz durumda görülür. İlk durum, malzeme birikimleri veya merkez pivotunun paslanması nedeniyle “donmadır” (Şekil 16.32). Bu problem, daha iyi bakım



**Şekil 16.30**

En yaygın bant ayar tasarımı olan öncü sensör rulolu merkezleyici, bir pivot yatağına monte edilmiş merkezi makaraya sahiptir; kılavuz silindirleri, yerleştirme rulusunun öncesinde, her iki taraftaki kısa kolların üzerine yerleştirilir.



**Şekil 16.31**

Bir öncü sensör rulolu merkezleyicide, kılavuz silindirleri, döner rulonun öncesinde, kısa kolların üzerine monte edilir.



**Şekil 16.32**

Öncü sensör rulolu merkezleyici, merkezleyicileri yerlerinde “dondurabilecek” malzeme birikmesine maruz kalırlar.



**Şekil 16.33**

Düzensiz hareketi önlemek için, bant merkezleyicileri çoğu zaman, bir halat veya telle yerlerine “bağlanır” veya kilitlenir.

veya daha yüksek kalitede bir pivot noktasıyla çözülebilir. İkinci durum, ayar cihazının “vurulmuş” bir makarmanın eşdeğeri haline geldiği, “bağlanma” bir halat veya telle yerine kilitlenme durumudur (**Şekil 16.33**). Bunların “bağlanmasının” sebebi tasarımda yatar. Algılayıcı silindirler, merkez pivotun çevresinde bir yay içinde salınır; dolayısıyla, silindirlerin, uç konumlarına ulaştıklarında bandı kısırmamaları için aralarında yeterince boşluk bırakılmalıdır. Pivot, malzeme birikmesi, bakım eksikliği veya paslanma nedeniyle yerinde sabit hale geldiğinde, bant bu geniş boşluğa eşit bir mesafede merkezden kaçmadıkça, makara tepki vermeyecektir. Sonuç olarak, makara aşırı yönlendirir ve ortaya dengesiz bir kontrol sistemi çıkar. Makaralar çoğu zaman aşırı tepki vererek önceden kestirilemez sonuçlar doğurur ve bunun sonucu olarak sıkça “bağlanırlar”.

### Burulma Yaylı Ayarlayıcılar

Burulma yaylı ayarlayıcı, öncü sensör rulolu merkezleyicinin gelişmiş bir versiyonudur (**Şekil 16.34**). Bu sistem bir algılayıcı silindiri çıkarır ve pivota bir yay ekler (**Şekil 16.35**).

Bu yay, kalan tek algılayıcı silindirini her zaman bant kenarıyla temas halinde tutar. Bant herhangi bir yöne doğru merkezden kaçtığı anda, makara dönerek ve bandı yönlendirerek bunu telafi edecektir.

Bu yaylı ön sensörlü ayarlayıcılar, tahrik makarası öncesinde uzun kollar üzerine monte edilmiş algılayıcı silindirler olmasını ister. Bu, bant kaymasını tahrik torkuna dönüştürürken daha fazla kaldıraç gücü ve daha büyük mekanik avantaj sağlar. Algılayıcı silindir bantla sürekli temas halinde olduğundan bu ayarlayıcının tepkisinde hiçbir gecikme yoktur. Yalnızca bir algılayıcı silindir bulunduğu için, hiçbir kısırmada yoktur. Makaranın sürekli “ince ayar” hareketi nedeniyle, kaçak malzemenin, merkezleme cihazının dönme hareketine engel olabileceği bir noktaya kadar birikmesi daha zordur.

Bu ayarlayıcının bir dezavantajı, bir açılı makara setiyle birlikte çalışmamasıdır. Ayrıca, tek rulo bantla sürekli temas halinde olduğundan, bu rulo, öncü sensör rulolu merkezleyicilerdekilerden daha sık değişime maruz kalır.

### Çok Pivotlu Bant Merkezleyicileri

Bir tahrik makarasını konumlandırmak ve bu şekilde yolu düzeltmek için kayan bandın kuvvetini kullanan başka bir bant merkezleme sistemi daha vardır. Bu cihaz, bant yolu düzeltmesini iyileştirmek amacıyla bir mekanik avantaj sağlamak için, çok pivotlu, tork çoğaltıcı bir sistem kullanır (**Şekil 16.36**).

Bu tür ayar cihazı, merkezden kaçma hareketini tek bir paralel mafsal aracılığıyla tahrik makarasına aktarır (**Şekil 16.37**). Bu, düzeltmeyi başlatmak için daha az kuvvet gerektirir ve yönlendikçe, bandı çevirmek için daha az kuvvete ihtiyaç duyar.

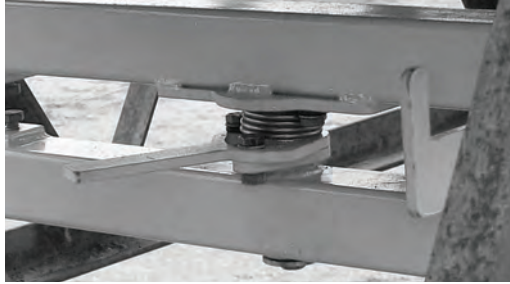
**Şekil 16.34**

Burulma yaylı ayarlayıcı, bantla sürekli temas halinde bulunan tek bir algılayıcı silindir kullanır.



**Şekil 16.35**

Burulma yaylı ayarlayıcı, pivot noktasında bir yay içerir.



**Şekil 16.36**

Çok pivotlu bant merkezleyicileri, bant yolu düzeltmesini iyileştirmek amacıyla bir mekanik avantaj sağlamak için tork çoğaltıcı bir sistem kullanır.



Bandın ayarlanması, bant yolunun sürekli, aktif, hassas ince ayarı haline gelir. Bu tasarım, konveyörün oluklu (veya taşıyıcı tarafı) veya dönüş tarafı için olan modeller halinde mevcuttur (**Şekil 16.38**).

Bu çok pivotlu ayar cihazı, bandın çok yakınına (6 milimetre (1/4 inç) yerleştirilmiş kılavuz silindirleri kullanır (**Şekil 16.39**). Bandın kenarına yerleştirilmiş silindirlerle, cihaz bandın daha küçük hareketlerini algılayabilir ve çok küçük kaçıklıklardan sonra düzeltmeler yapabilir. Güçlü bir merkezden kaçma kuvveti beklemektense, çok pivotlu bant merkezleyici sürekli düzeltme yapar, daha küçük kuvvetlere tepki verir ve tahrik rulosunun sürekli ve hassas şekilde düzeltilmesini sağlar.

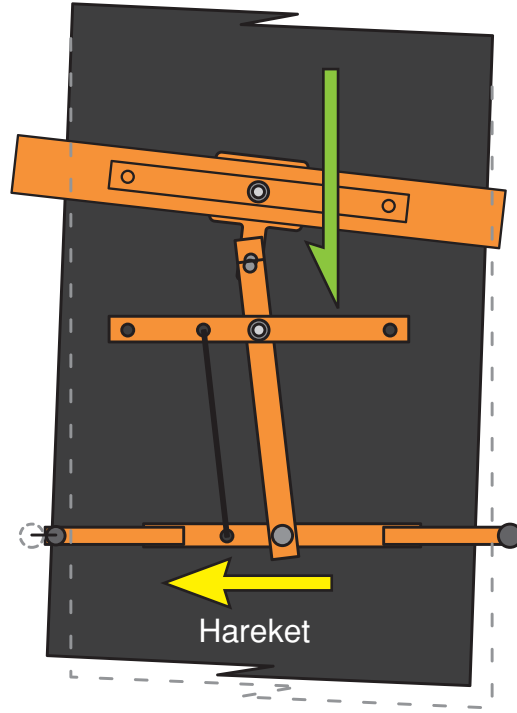
Çok pivotlu ayarlayıcının algılayıcı ruloları, kılavuz silindirlerinden merkezleyicinin tahrik makarasına mesafeyi artırmak için daha uzun kollar kullanır. Bu ünitenin tork kolunun bir kuvvet çarpanı vazifesi görmesini ve tahrik hareketinin mekanik avantajını artırmasını sağlar. Sonuç olarak, bu bant ayarlama sistemi, bant hattını, geleneksel merkezleme makaralarında ihtiyaç duyulan kuvvetin yarısıyla düzeltebilir.

Diğer ayar cihazlarından farklı olarak, çok pivotlu cihaz, bandın, kılavuz rulolara ulaşmadan önce tahrik rulosundan geçmesi için monte edilir (**Şekil 16.40**). Bu, kılavuz silindirlerinin, merkezden kaçan bant yolu yerine “düzeltilmiş” bant yolunu ayarladıkları anlamına gelir. Sonuçta ortaya, bandın uygun yoldan çok fazla uzaklaşmasını önlemek için sürekli çalışan bir rulo çıkar. Çok pivotlu tasarım, ruloların, bant kenarını döndürmek ve kıstırmak yerine, tahrik makarasını uygun açığa yönlendirirken yapının merkez hattına dik hareket etmesine izin verir.

### Çok Pivotlu Bant Merkezleyicilerinin Varyasyonları

Birkaç üretici, çok pivotlu bant ayarlama cihazında hafif bir değişiklik yapmıştır (**Şekil 16.41**). Bunlar, aynı kuvvet büyütme (amplifikasyon) geometrisini kullanır; fakat makara yana doğru kayar ve aynı zamanda

döner. Kayar makara sistemiyle, algılayıcı silindir, dönmeye direnç yanında, bir makarayı bandın altından geçirmeye çalışan sürtünme kuvvetinin de üstesinden gelmelidir. Bu, ayarlama sisteminin genel tahrik kuvvetini büyük ölçüde azaltır.



**Şekil 16.37**

Merkezden kaçış hareketini tek bir paralel mafsal aracılığıyla tahrik makarasına aktardığından, çok pivotlu sistem düzeltmeyi başlatmak için ve yönlendirdiğçe, bantı çevirmek için daha az kuvvete ihtiyaç duyar.

16



**Şekil 16.38**

Çok pivotlu ayarlayıcı, konveyörün oluklu (veya taşıyıcı tarafı) veya dönüş tarafı için modeller halinde mevcuttur.



**Şekil 16.39**

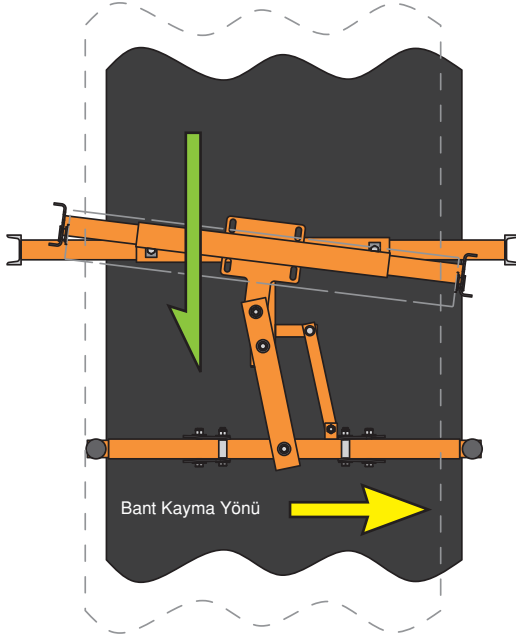
Bandın kenarına yerleştirilmiş silindirlerle, çok pivotlu ayar cihazları bandın daha küçük hareketlerini algılayabilir ve çok küçük kaçıklıklardan sonra düzeltmeler yapabilir.

### Serbest Dönen Ayarlayıcılar

Üreticiler, tahrik silindirinin aynı zamanda algılayıcı silindir vazifesi gördüğü ayar makaraları geliştirmiştir. Bu tasarımda,

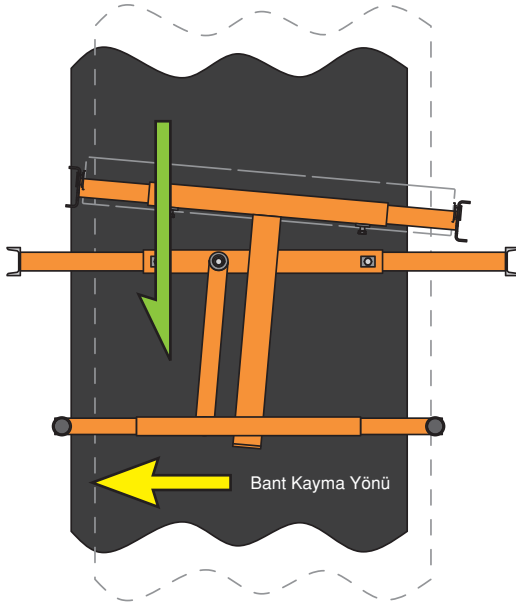
**Şekil 16.40**

Çok pivotlu ayar cihazlarıyla bant, kılavuz rulolarına ulaşmadan önce tahrik rulosundan geçer. Bu şekilde, kılavuz silindirleri, merkezden kaçan bant yolu yerine "düzeltilmiş" bant yolunu ayarlar.



**Şekil 16.41**

Bazı çok pivotlu bant ayarlama cihazları, dönmenin yanında yana doğru da kayan rulolar içerir.



**Şekil 16.42**

Bazı üreticiler, serbest dönen ayarlayıcının performansını artırmak için kauçuk kaplı konik rulolar kullanır.



silindir uçlarının hem rulonun eksenine hem de kendi etraflarında dönebilmesi için silindirin merkezinde bir rulman vardır. Bu tip ayar makarasının hassasiyetini artırmak için, pivot mili genellikle bant hareketi yönünde yatırılır. Bazı üreticiler, bu merkezleme çözümünün performansını artırmak için kauçuk kaplı bir konik silindir kullanmıştır (Şekil 16.42 ve 16.43).

Bant silindirin bir tarafına kaydığında, o tarafta daha büyük bir sürtünme kuvveti yaratır. Ayarlayıcının silindiri tepki olarak dönecek, daha büyük kuvvetin onu ittiği yönde hareket edecektir. Bant yönlendirmesinin temel prensibine uygun olarak, dönen silindir bantı yeniden merkeze doğru yönlendirecektir. Bant hareket ederken, makaranın her bir tarafındaki kuvvet eşitlenir ve makara, bant yoluna dik olan bir pozisyona geri döner.

Her ne kadar bu çözüm etkiliyse ve çok az hareketli parçaya sahipse de, aslı toza duyarlı karmaşık bir rulman yapısı içerir. Ünitenin dönmesine neden olan kuvvetler çok küçük olduğundan, ünite dönmek için çok serbest olmalıdır. Bu tür bir serbestlik, ünitenin birçok farklı ortam koşulundan etkilenmesine izin verir; dolayısıyla bant kaymazken dönmesine neden olur.

### İki Yönlü Konveyörler için Ayarlayıcılar

İki yönde hareket eden konveyörler daima bant merkezlemesinin "son sınırı" olmuştur. İki yönlü konveyörlerde, tecrübeli tesis personeli bile, makaraları ayarlama ve kayan bantlar ayarlanırken tipik olarak kullanılan bakım "hilelerini" gerçekleştirme konusunda tereddüt eder. Geleneksel bant ayarlama cihazları, hep aynı nedenden ötürü kullanılamaz: çünkü bir yöne hareket ettiğinde bir bandın yolunu merkezlemek için işe yarayan çözüm, bant yönü tersine çevrildiğinde zıt etkiye sahip olabilir. Konveyör bir yönde çalışırken bantı doğru şekilde yönlendiren döndürülmüş bir makara, zıt yönde hareket eden bir bantı merkezden kaçıracaktır.

Bazı üreticiler iki yönlü bantlar için ayar-

layıcılar geliştirmiştir. Hizalı sensör rulolu merkezleyiciler bu bantları doğru şekilde yönlendirecektir, çünkü sensörler yöne bağımlı değildir. Burulma yaylı ayarlayıcı, iki yönlü bantları tolere edecek şekilde değiştirilebilir. Zıt yönde ikinci bir kol ve sensör eklenmesi, burulma yaylı ayarlayıcının algılayıcı kolları bant hareketinin yönüne göre değiştirmesine izin verir (Şekil 16.44).

Bu iki yönlü ayarlayıcılar, tek yönlü konveyörlerde kullanımlarıyla ilişkili faydalara ve eksikliklere sahip olacaktır.

### BANT MERKEZLEYİCİLERİNİN MONTAJI

Ayar cihazları, bant yolunun düzeltilmesinin gerektiği herhangi bir noktaya monte edilebilir. Bant genişliğinin yaklaşık üç ila dört katı mesafeyle merkezden kaçış noktasının öncesine monte edilmeleri gerekir. Bir bant merkezleyicisi monte etmeden önce konveyör kilitlenmeli / etiketlenmeli / bloke edilmeli / test edilmelidir.

Bant merkezleyicilerinin monte edildiği tipik yerler arasında şunlar bulunur (Şekil 16.45):

A. Tamburda ve yükleme bölgesinin

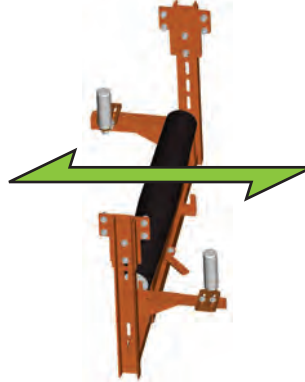
içinde merkezlenmiş olduğundan emin olmak için, bant kuyruk tamburuna girmeden hemen önce.

B. Yüklü bandın merkezde hareket ettikten emin olmak için, yükleme bölgesinden az sonra.



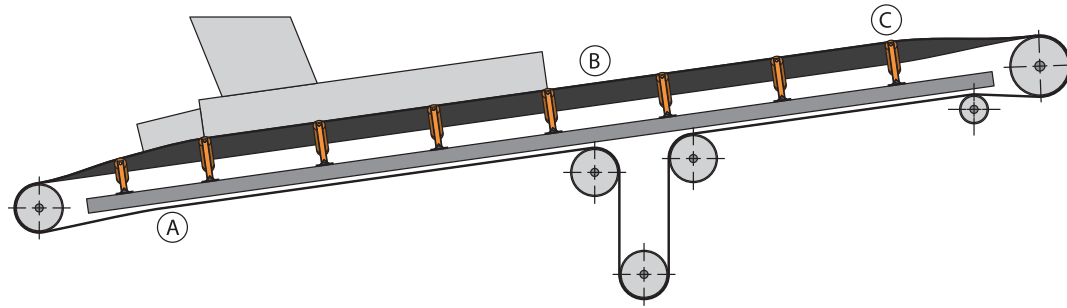
**Şekil 16.43**

Kauçuk kaplı silindir, bu bant merkezleyicinin performansını artırır.



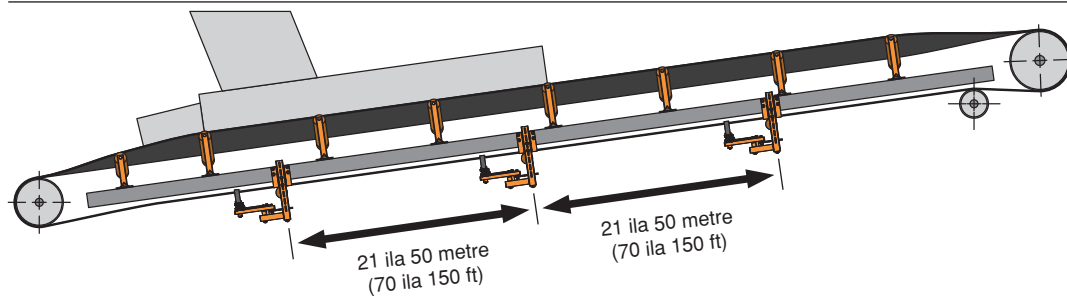
**Şekil 16.44**

Zıt yönde ikinci bir kol ve sensör eklenmesi, burulma yaylı ayarlayıcının iki yönlü bantlarda kullanılmasına izin verir.



**Şekil 16.45**

Ayar cihazlarının monte edildiği tipik yerler arasında şunlar bulunur:  
A. Bant kuyruk tamburuna girmeden hemen önce  
B. Yükleme bölgesinden az sonra  
C. Tahliye tamburundan hemen önce

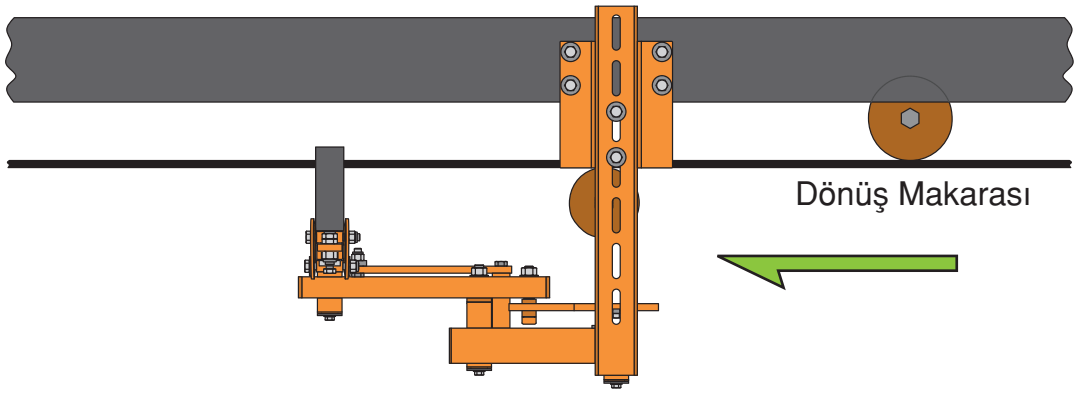


**Şekil 16.46**

Bant merkezleyicileri, birbirleriyle rekabet etmelerini veya birbirinin yönlendirme hareketiyle çelişmelerini önlemek için 21 ila 50 metre (70 ila 150 ft) aralıkla yerleştirilmelidir.

**Şekil 16.47**

Dönüş bantı merkezleme sistemlerinin performansını iyileştirmek için, ayar makarasının bantı kavramasını artırmak için cihazdan önce, bantın üzerine bir dönüş makarası monte edilebilir.



### Bant Merkezleyici

C. Muhafazaya girmeden ve yükü boşaltmadan önce bantın merkezde olduğundan emin olmak için, tahliye tamburundan hemen önce.

Özellikle herhangi bir problemi kapsamaları için, dinamik ayar cihazları konveyörün tamamı boyunca monte edilebilir. Bantın bir muhafazaya girdiği herhangi bir yerde yolu düzeltmek için ayar cihazlarının monte edilmesi gerekebilir. “Rekabet edecekleri” veya birbirlerinin yönlendirme hareketiyle çelişecekleri kadar yakın yerleştirilmemeleri gerekir. Merkezden kaçma probleminin ciddiyetine bağlı olarak, üniteler arasında 21 ila 50 metre (70 ila 150 ft) olmalıdır (Şekil 16.46).

Herhangi bir dinamik ayar cihazı türü monte ederken, merkez silindiri genellikle, bitişik geleneksel makaralardan 12 ila 19 milimetre (1/2 ila 3/4 inç) daha yükseğe kaldırılır. Bu, bantın merkezleme cihazı üzerindeki baskısını artırır ve düzeltici hareketi iyileştirir. Bu, hem oluklu (taşıyıcı taraf) hem de düz (dönüş tarafı) kendinden

ayarlı makaralara uygulanabilir. Bazı ayar makarası üreticileri bu özelliği çeşitli modellerine dahil etmektedir.

Dönüş bantı ayar sistemlerinin performansını iyileştirmek için başka bir teknik de, bantı aşağı itmek için bantın üzerindeki merkezleme cihazından akış yukarı, yeniden geleneksel bir dönüş makarası monte etmek, ayar makarası üzerindeki baskıyı artırmak ve daha etkili çalışmasını sağlamaktır (Şekil 16.47).

Kauçuk kaplı rulolar, özellikle iklim veya proses nedeniyle malzemenin kaygan veya bantın ıslak olduğu durumlarda, bant merkezleme cihazlarında çoğu zaman faydalıdır. Bu rulolar, “çelik kutu” rulolardan daha sık değişim gerektirebilir, fakat bantı yönlendirmek için gerekli sürtünmenin sağlanması amacıyla gerekebilirler.

### SİSTEM BAKIMI

Bir konveyörün merkezlenmesi bir bakım fonksiyonudur. Bant hareketli ve yüklü



### GÜVENLİK HUSUSLARI

Bazı tesislerde, konveyör çalışır haldeyken bant merkezlemesini düzeltmek amacıyla ayarlar yapmak yaygındır. Bununla birlikte, sorumlu bir güvenlik programı daima, merkezden kaçmayı düzeltmek amacıyla bileşenlerde veya bant geriliminde ayar yapmadan önce konveyörün kilitlenme-

sini / etiketlenmesini / bloke edilmesini / test edilmesini tavsiye edecektir.

Bu uygulamaya sadık kalırken, düzeltmelerin etkisini gözlemlemek için bantın birçok kez kapatılıp başlatılması gerekse de, bantı ayarlamının güvenli yolu budur.

olduğundan, bant merkezlemesi problemlere/düzeltilmelere tabidir, sürekli muayene ve muhtemelen bakım gerektirir.

Bir bant uygun şekilde ayarlandığında, işletme, süregelen bakım programının parçası olarak bant hizasının kontrollerini dahil etmelidir. Bandın hizası düzenli olarak gözden geçirilmeli ve küçük düzeltmeler gerektiği şekilde yapılmalı ve belgenmelidir.

Mekanik ayar cihazları da düzenli olarak muayene edilmelidir. Çoğu mekanik ayar cihazı, kirlenmeye açık hareketli parçalar içerir. Bu cihazlar, tüm parçaların hareket etmekte serbest olduğundan ve cihazın bandı hala uygun şekilde merkezlediğinden emin olmak için muayene edilmelidir. (Bkz. 27. Bölüm: *Konveyör Sistemi İncelemesi*)

Bakım personeli, sıra dışı koşulları veya bant hizalamasını etkileyebilecek değişiklikleri aramalıdır. Değişiklikler, yeni bir ekipman parçasının eklenmesi, ağır bir ekipman konveyöre çarptığında yapıda oluşan büyük bir göçük veya malzemenin durumunda yükleme şekillerini etkileyen değişiklikler gibi herhangi bir şey olabilir. Yukarıda görüldüğü gibi, kaçıklığın birçok nedeni vardır ve küçük bozukluklar, büyük bir merkezden kaçma olayı olarak ortaya çıkabilir.

## TİPİK ÖZELLİKLER

### Bant Merkezleyici

#### A. Bant merkezleyicisi (merkezleyicileri)

Bandın yolunu kontrol etmek ve bandın merkezden kaçmasını önlemek için, konveyöre bir veya daha fazla bant merkezleyici monte edilecektir.

#### B. Bant yolunu düzeltme

Bant merkezleyicileri, hareket eden banttaki herhangi bir merkezden kaçışı algılayacak ve bu merkezden kaçışın kuvvetini bir makarayı birleştirmek için kullanacaktır. Bu makara, bandı, yapının merkezine geri yönlendirecektir.

#### C. Yer

Bandı konveyörün yükleme bölgesinde merkezlenmiş halde tutmak için, konveyör dönüşünde bandın kuyruk tamburuna girdiği yere bir bant merkezleyici monte edilecektir. Yüklü bandın doğru merkezlendiğinden emin olmak için, yükleme bölgesinin çıkışına ikinci bir bant merkezleyici monte edilecektir. Bant kaymasını düzeltmek için gerektiği şekilde, konveyör boyunca ek ayar cihazları yerleştirilecektir.

## GELİŞMİŞ KONULAR

### Güç Tüketimi ve Bant Merkezleyicileri

Makaraları eğmekten, özel mekanik ayar cihazları monte etmeye kadar bir konveyörün döner bileşenlerinde yapılacak herhangi bir değişiklik, sistemin güç gereksinimlerine yansıtacaktır.

Hepsi, hareket yönüne dik olarak banda bir merkezleme kuvveti uygulamak üzere

$$Tr = PIW \cdot BW \cdot \tan \phi$$

**Eldeki veri:** 17,5 newton / milimetre (100 lb<sub>f</sub>/inç) gerilime sahip 450-milimetrelik (18-inç) bir bant, 3,5 derece döndürülmüş bir makaradan geçmektedir. **Bulunacak:** Makara nedeniyle oluşacak kaçıklık kuvveti.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
<b>Tr</b>	Kaçıklık Kuvveti	newton	pound-kuvvet
<b>PIW</b>	Bant Genişliği Birimi başına Bant Gerilimi	17,5 N/mm	100 lb <sub>f</sub> /inç
<b>BW</b>	Bant Genişliği	450 mm	18 inç
<b>φ</b>	Makara Kaçıklığı	3,5°	3.5°
<b>Metrik: <math>Tr = 17,5 \cdot 450 \cdot \tan 3,5 = 481</math></b>			
<b>İngiliz: <math>Tr = 100 \cdot 18 \cdot \tan 3.5 = 110</math></b>			
<b>Tr</b>	Kaçıklık Kuvveti	481 N	110 lb <sub>f</sub>

### Denklem 16.1

Kaçıklık Kuvvetini Hesaplama

tasarlanmış birçok tipe ayar makarası vardır. Bu merkezleme kuvveti, konveyörün güç tüketimi hesaplanırken göz önünde bulundurulmalıdır.

Bir ayar makarasının güç tüketiminin analiz edilmesi, makaradaki yükün hakkında bilgi gerektirir. Bu yük, bandın ağırlığından ve makara kaçıklığından kaynaklanan bant geriliminin herhangi bir bileşeninden doğar. Çalışma sırasında, tipik ayar makarası 2 ila 5 derece arasında dönebilir. Yaygın uygulama, standart makaraların 12 ila 19 milimetre (1/2 ila 3/4 inç) yukarısına ayar makaraları takmaktır. Bu da, bu makaralar üzerine daha büyük yüklerle sonuçlanır ve yüklü bandın hareketini etkileyecek yeterli merkezleme kuvveti oluşturur. Bu ekstra yük, *DÖKME MALZEMELER için BANTLI KONVEYÖRLER, Altıncı Baskı*'da Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği

(CEMA) tarafından makara kaçıklığı yükü (IML) olarak tanımlanır.

Bir makara döndürüldüğünde, banda, döndürülen makaraya dik bir yönde kuvvet uygulayacaktır.

Buna kaçıklık kuvveti denir ve hesaplanabilir (**Denklem 16.1**).

Bant hareket yönündeki kaçıklık kuvvetinin bileşenine, kaçıklık sürüklenme kuvveti adı verilir ve hesaplanabilir (**Denklem 16.2**).

Kaçıklık sürüklenme kuvveti, bir merkezleme makarasını tolere etmek için gerekli gücü bulmak için kullanılır (**Denklem 16.3**).

Bu ek güç gereksinimi, monte edilen merkezleme makaralarının sayısı ile çarpılmalıdır.

**Denklem 16.2**

Kaçıklık Sürüklenme Kuvvetini Hesaplama

$$T_m = T_r \cdot \sin \phi$$

**Eldeki veri:** 481 newtonluk (110 lb<sub>f</sub>) bir kaçıklık kuvveti ve 3,5 derecelik bir makara dönüşü.  
**Bulunacak:** Kaçıklık sürüklenme kuvveti.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
$T_m$	Kaçıklık Sürüklenme Kuvveti	newton	pound-kuvvet
$T_r$	Kaçıklık Kuvveti ( <b>Denklem 16.1'de hesaplandı</b> )	481 N	110 lb <sub>f</sub>
$\phi$	Makara Kaçıklığı	3,5°	3.5°
<b>Metrik: <math>T_m = 481 \cdot \sin 3,5^\circ = 29</math></b>			
<b>İngiliz: <math>T_m = 110 \cdot \sin 3.5^\circ = 6.7</math></b>			
$T_m$	Kaçıklık Sürüklenme Kuvveti	29 N	6.7 lb <sub>f</sub>

**Denklem 16.3**

Bir Ayar Makarasını Tolere Edecek Gücü Hesaplama

$$P = T_m \cdot V \cdot f \cdot k$$

**Eldeki veri:** Yanlış ayarlanmış bir makara konveyör sistemine 29 newton (6.7 lb<sub>f</sub>) uygulamaktadır. Bant saniyede 2 metre (400 ft/dk) hızla hareket etmektedir. Bant ve makara arasındaki arayüz sürtünmesi 1'dir. **Bulunacak:** Ayar makarası nedeniyle tahrike eklenen güç

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
$P$	Bant Tahrikine Eklenen Güç	kilovat	beygir gücü
$T_m$	Kaçıklık Sürüklenme Kuvveti ( <b>Denklem 16.2'de hesaplandı</b> )	29 N	6.7 lb <sub>f</sub>
$V$	Bant Hızı	2,0 m/sn	400 ft/dk
$f$	Sürtünme Katsayısı	1,0	1.0
$k$	Dönüşüm Faktörü	1/1000	1/33000
<b>Metrik: <math>P = \frac{29 \cdot 2 \cdot 1}{1000} = 0,058</math></b>			
<b>İngiliz: <math>P = \frac{6.7 \cdot 400 \cdot 1}{33000} = 0.081</math></b>			
$P$	Bant Tahrikine Eklenen Güç	0,058 kW	0.081 hp



175 newton / milimetre (500 PIW) gevşek taraf gerilimine sahip 1800 milimetrelilik (72-inç) bir bandın yaklaşık 9640 newtonluk (2200 lb<sub>f</sub>) merkezleme kuvvetine ve hareket yönünde 589 newtonluk (134 lb<sub>f</sub>) bir merkezleme kuvveti bileşenine sahip olacak olması ilginçtir.

Bu bandın üzerindeki bir merkezleme makarası, makara başına 1,177 kilovat (1.6 bg) gerektirecektir.

Eğer ayar makarası donar ve hiçbir yöne dönmezse, önemli bir güç gereksinimi artışına neden olabilir.

Merkezleme çözümleri tarafından tüketilen güç, bir merkezleme çözümü seçerken göz önüne alınmalıdır. Bazı ayarlama yöntemleri etkisi olsa da, çözüm, konveyör tahrikinin sağlayabileceğinden daha fazla güç çekebilir. Birçok mühendislik şirketi, bir konveyör tasarlarlarken bu gibi bilinmeyenler için sağlıklı bir güvenlik faktörü ekler, fakat konveyör(ler)inin bu artan yükleri kaldıracak kadar gücü olup olmadığını doğrulamak bir işletmenin çikarınadır.

## GERÇEK DÜNYADAKİ BANTLAR

### Sonuç olarak...

Gerçek dünyada, konveyör bantları kayar. Fakat bir bandın kronik olarak merkezden kaçmasına izin vermek, yaralanmalara, kaçak malzemenin çıkmasına, bant ve yapı hasarına yol açabilir. Bununla birlikte, bir bandı, ayar faaliyetlerinin etkileri hakkında biraz bilgi sahibi olmadan ayarlamak, artan enerji kullanımına, bileşen arızasına ve bant hasarına neden olabilir.

Bant merkezlemesinin kontrolüne yardımcı olabilecek çeşitli, kendinden ayarlı makaralar vardır. Fakat konveyör işletmelerinin, konveyör yapısının büyük derecede kaçıklığının veya önemli ve sürekli yüklenme problemlerinin üstesinden gelmek için bu ayar makaralarına güvenmemeleri gerektiğinin belirtilmesi akıllıca olur. Bir ayar makarasının sürekli çalışması, tespit edilip düzeltilmesi gereken daha ciddi problemlere işaret eder. Gerçek problemin bulunması

ve gerekli düzeltmelerin yapılması çok daha iyidir.

Bant kayması karmaşık bir problem olsa da, sistematik ve proaktif olarak merkezden kaçmanın kökünde yatan sebepler tespit edilip giderilerek kontrol altına alınabilir. Bir bandın ayarlanması, öğrenmesi zaman alan bir beceridir ve en iyisi, vasıflı ve deneyimli bir çalışana veya uzman bir alt işverene bırakılmasıdır.

### İlerideki bölümlerde...

Bandın Dönüş Yolu kısmındaki son bölüm olan Bant Hizalanması hakkındaki bu bölüm, kaçak malzemelerin nasıl bandın merkezden kaçmasına ve bunun sonucundan, bandın merkezden kaçmasının nasıl kaçak malzemenin artmasına neden olabileceğini açıkladı. Toz Yönetimine Genel Bakış başlıklı aşağıdaki bölüm, Toz Yönetimi hakkında olan bir sonraki kısmı başlatmaktadır.

## REFERANSLAR

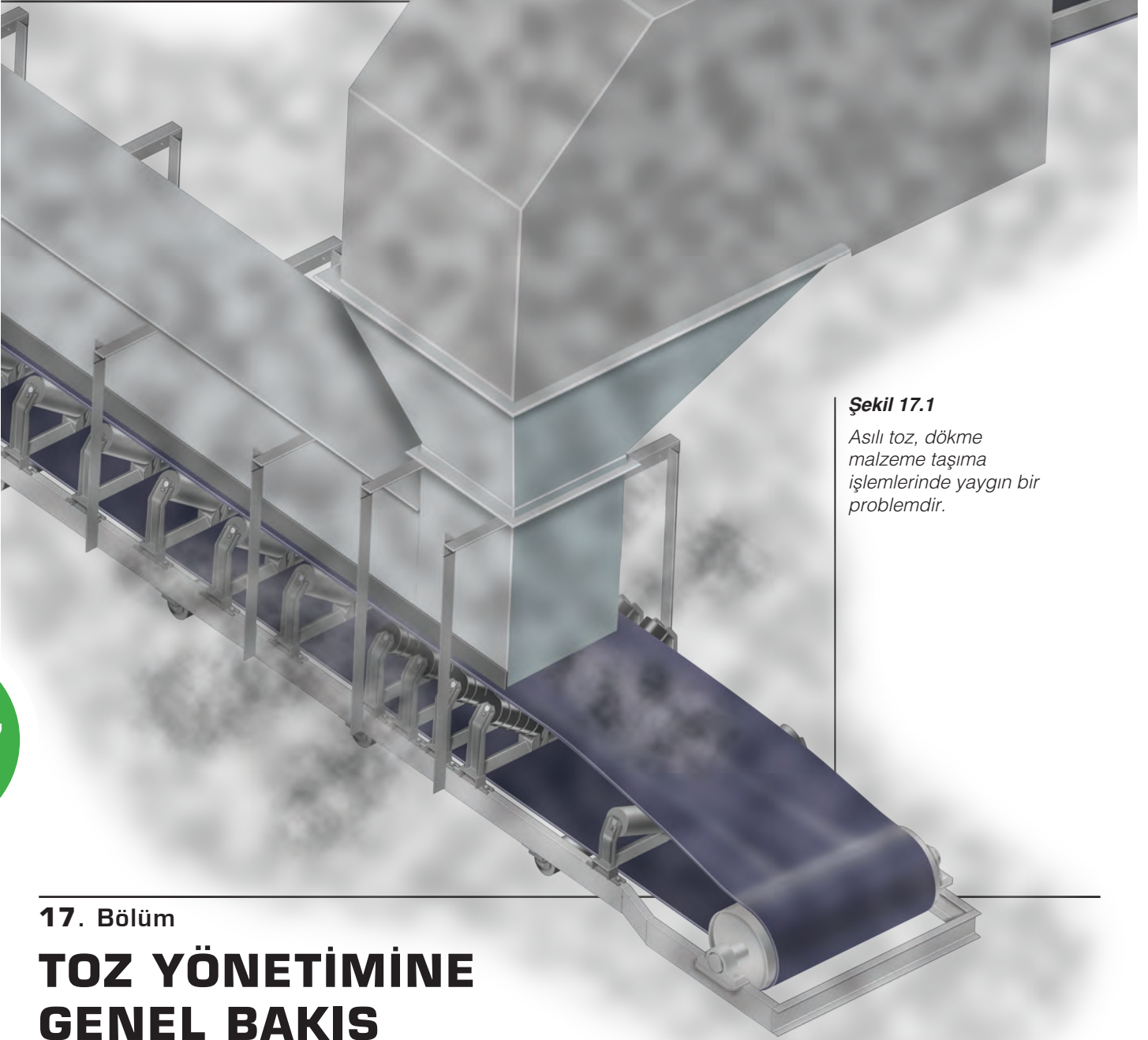
- 16.1 Cukor, Clar. (Tarihsiz). *Tracking: A Monograph*. Scottdale, Georgia: Georgia Duck ve Cordage Mill (artık Fenner Dunlop).
- 16.2 Barfoot, Greg J. (Ocak/Mart 1995). "Quantifying the Effect of Idler Misalignment on Belt Conveyor Tracking," *Bulk Solids Handling*, Cilt 15, No. 1, sf. 33–35. Clausthal Zellerfeld, Almanya: Trans Tech Yayınları.



## 4. KISIM

# TOZ YÖNETİMİ

• 17. Bölüm .....	280
TOZ YÖNETİMİNE GENEL BAKIŞ	
• 18. Bölüm .....	296
PASİF TOZ KONTROLÜ	
• 19. Bölüm .....	304
TOZ BASTIRMA	
• 20. Bölüm .....	322
TOZ TOPLAMA	



**Şekil 17.1**

*Asılı toz, dökme malzeme taşıma işlemlerinde yaygın bir problemdir.*

## 17. Bölüm

# TOZ YÖNETİMİNE GENEL BAKIŞ

Tozu Tanımlama .....	281
Tozun Sonuçları .....	282
Tozun Ölçülmesi .....	285
Toz Yönetiminin Yöntemleri .....	287
Yangın ve Patlama Riskini Azaltma .....	290
Güvenlik Hususları .....	292
Toz Kontrol Sistemi Bakımı .....	293
Toz Yönetim Seçimi Süreci .....	294
Uygulamaya Özgü Toz Yönetimi .....	294

**Bu bölümde...**

Bu bölüm tozu tanımlar ve toz yönetimi konusuna bir genel bakış sağlar. Yangın ve patlamalar dahil, tozla ilişkili problemleri; tozu ölçme yöntemlerini; ve tozu en aza indirme ve yönetme yöntemlerini inceler. Aşağıdaki üç bölümde toz kontrolünün belirli alanları hakkında daha fazla detay verilecektir.

İnce parçacıklara bölünmüş, asılı hale gelmiş malzemeler olan kaçak toz, dökme malzeme taşıyan işletmelerin en büyük kaygılarından biri haline gelmektedir. Toz, proseste, tesiste, çalışan performansında, toplum sağlığında ve tesisi çevreleyen komşularla ilişkilerde problemlere neden olur. Bu yüksek kaygı seviyesi, tozun tesis dışından döküntüye oranla daha görünür olmasından kaynaklanabilir. Döküntü daha sınırlıdır; tesisin içindeki işleri etkiler. Bir işletmenin konveyörlerinden veya kırıcılarından yükselen bir asılı toz bulutu, dışarıdakiler tarafından görülebilir ve sağlık, güvenlik, komşuluk ilişkileri ve düzenleyici uyumda problemlere neden olabilir (**Şekil 17.1**).

Giderek artan asılı toz belasıyla başarılı bir şekilde savaşmak için, tozun nasıl oluştuğu, tozun sonuçlarının neler olduğu, hangi kurumların tozu izlediği, tozun nasıl ölçüldüğü ve tozla savaşmak için hangi yöntemlerin mevcut olduğu bilinmelidir. Hem malzeme döküntüsü hem de asılı toz kontrol altına alındığında, işletme daha temiz, daha güvenli ve daha verimli olacaktır.

**TOZU TANIMLAMA****Bu Tartışmayı Sınırlama**

Bu kitap, malzemeyi taşıma veya bantlı konveyörleri yükleme ve boşaltmadan kaynaklanan tozun kontrolünü ele almaktadır. Kırma, öğütme, işleme ve kamyonla taşıma gibi diğer endüstriyel ve malzeme taşıyan işletmeler de toz oluşturacaktır. Bu ve aşağıdaki bölümlerde ele alınan bazı meseleler ve teknolojiler, bu kaynaklardan doğan tozun anlaşılması ve kontrolünde

faydalı olabilir.

Toz problemlerinin çözümü, tozun tabiatı nedeniyle karmaşıktır. Toz oluşumu, ortam ve malzemelerdeki değişiklikler tarafından düzenli olarak değiştirilen önemli sayıda değişkene sahiptir. Proses tasarımları ve tesis yerleşimlerinin, üretim tekniklerinin ve teknolojilerinin, sistem seçeneklerinin ve ekipman seçimlerinin çeşitliliği ve konveyörler ve taşınan malzemelerdeki farklılıklar koşulları ve sonuçları etkileyecektir. Bu farklar, tek bir işletmede günlük bazda dahi tespit edilebilir. Bu nedenle, burada verilen bilgiler, tüm durumlarda mutlak olarak geçerli kabul edilmemelidir. Bu bilgilerin herhangi bir şekilde uygulanması, seçimler ve yatırımlar yapılmadan önce özel durumların ışığında dikkatle gözden geçirilmelidir. İlk adım, belirli bir işlem için özel seçenekleri kabul etmeden önce problemin doğasını anlamaktır.

**Tozun Tanımı**

Toz, Amerika Birleşik Devletlerindeki Maden Güvenliği ve Sağlığı İdaresi (MSHA) tarafından “parçalanma dışında herhangi bir kimyasal veya fiziksel hasar olmaksızın orijinal halden asılı hale dönüşebilen ince parçacıklara bölünmüş katılar” olarak tanımlanır.

Bu, tozun “rahatsız edildiğinde havalanıp orada kalabilecek bir malzeme” olduğunu söylemenin karmaşık bir yoludur. Rahatsız edici tüm unsurların giderilebileceğini söylemek güzel olsa da, dökme malzeme endüstrileri rahatsız edici unsurlarla doludur. Örnek olarak, sınırlı olmamakla birlikte, şunlar verilebilir: darbe, kırma, aşınma veya öğütme nedeniyle parçalanmış bir katı malzeme topağı; bir bant, tekne, proses veya konteynırdan diğerine aktarılan malzeme; veya rüzgar, işçiler veya makineler tarafından karıştırılan malzeme.

Bir toz parçacığının büyüklüğü mikron ( $\mu\text{m}$ ) cinsinden ölçülür. Mikron, bir metrenin milyonda birine karşılık gelen bir ölçü birimi olan mikrometrenin kısaltılmış şeklidir. İngiliz ölçü birimlerinde karşılığı bir inçin 1/25400'üdür (veya 0.0000394'ü).

İnsan saçının çapı tipik olarak 80 ila 100 mikron arasındadır.

Solunabilir toz, bulunduğu akciğerlere girebilecek kadar küçük olan tozdur. Amerikan Çalışma Bakanlığının İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi (OSHA), Mineral İşleme için Toz Kontrol El Kitabı başlıklı el kitabında, solunabilir tozu şu şekilde tanımlar:

Solunabilir toz, burundan ve üst solunum sisteminden geçip akciğerlerin derinlerine girecek kadar küçük toz parçacıklarına denir. Solunum sisteminin derinlerine giren parçacıklar, genellikle vücudun doğal temizleme mekanizmaları olan tüyler ve balgamın ötesindedir ve alıkonmaları daha muhtemeldir.

Çoğu düzenleyici kurum, 10 mikron ve altını solunabilir tozun büyüklüğü olarak tanımlar. OSHA'ya göre, MSHA solunabilir tozu, asılı tozun, 10 mikronluk ( $3.28 \times 10^{-5}$  ft) bir büyüklük seçme cihazından (elek geçen kısmı olarak tanımlar (**Tablo 17.1**).

#### TOZUN SONUÇLARI

Genelde, malzemenin konveyörde çıktığı noktanın yakınında kalan malzeme döküntüsünün aksine, asılı toz işletmenin tamamını etkiler. Toz bir kez havaya salındığında, hava akımları onu nereye götürürse oraya çökecektir. Asılı tozla ilişkili birçok tehlike, masraf, zorluk ve verimsizlik vardır.

Tozla uygun şekilde başa çıkmak, hukuki ve maddi açıdan bir işletmenin çıkarıdır.

İşletme bir güvenlik yönetmeliğini ihlal ettiğinde, bunun sorumlu taraflar için (güvenlik ihlallerinin gerçekleştiği işletmelerin yöneticileri için kişisel kusur ve olası mali sorumluluk gibi) yasal sonuçları vardır; bu nedenle, tozu gidermek için kişisel bir teşvik mevcuttur.

#### Sağlık Riskleri

Tozun en büyük tehlikesi, işçileri, komşu evleri ve işletmeleri toza maruz bırakmasıdır. Eğer malzeme zehirli, kanserojen veya başka bir şekilde tehlikeliyse, asılı hale gelmesi çok sayıda insanı tehlikeye atabilir. Malzemelerin toksik tehlikelerine ek olarak, asılı tozun arz ettiği bir de solunumla ilgili tehlike vardır. Solunabilir toz bir kez akciğerlere çekildiğinde, artık dışarı atılmaz. Uzun süreli maruziyet, malzemenin akciğerlerde birikmesine yol açacaktır. Çoğu düzenleyici kurum, 10 mikronu, solunabilir tozun büyüklüğü olarak tanımlar. 10 mikron veya daha küçük asılı parçacıklar bulunduğu, akciğerlerde kalacaklardır; 10 mikron veya daha küçük toz parçacıklarının izin verilebilir konsantrasyonu daha düşüktür. Zehirli malzemelerde, izin verilebilir konsantrasyon daha da düşüktür. Amerikan Birleşik Devletlerinde, silika normalde, maksimum izin verilebilir konsantrasyonlar 8 saatlik günde 2 miligram / m<sup>3</sup> ( $2.0 \times 10^{-6}$  oz/ ft<sup>3</sup>) altında oluncaya kadar düzenlenir. Birçok resmi ve özel kurum, bunlardan yüksek konsantrasyonlara sürekli olarak maruz kalmanın silikoza neden olacağını kabul etmiştir.

OSHA, Birleşik Devletler için kabul edilebilir toz seviyelerin belirlemiştir (**Tablo 17.2**). OSHA tarafından belirlenen seviyeler, tüm dünyadan görülen ve giderek artan şekilde uygulanan düzenleme seviyelerinin temsilcisidir.

#### Patlama Riskleri

Tozun diğer tehlikesi, patlama potansiyelidir. Bu potansiyele açık sahip olan malzemeler kömür ve diğer yakıtlardır. Yığın hallerinde alev alıcı olmayan malzemeler dahi, ince toz şekilden asılı hale geldiklerinde yanabilir. Örneğin, alüminyum tozu alev alıcıdır.

Tablo 17.1

#### 10 Mikronluk bir Büyüklük Seçim Cihazından Geçen Parçacık Boyutlarının Yüzdeleri

Parçacık Büyüklüğü (µ)	10,0	5,0	3,5	2,5	2,0
Elekten Geçen %	0	25	50	75	90

Bir toz patlamasının gerçekleşmesi için katkıda bulunması gereken beş bileşen vardır. İlk üçü, herhangi bir yangının bileşenler “üçgenini” oluşturur:

- A. Yakıt (yanıcı toz)
- B. Tutuşturma kaynağı (ısı veya elektrik kıvılcımı)
- C. Oksitleyici (havadaki oksijen)

Bir toz patlaması yaratmak için son iki bileşen gereklidir:

- D. Tozun (yeteli miktar ve konsantrasyonda) bir bulutta asılı kalması
- E. Toz bulutunun hapsolmesi

Eğer bu bileşenlerden herhangi biri eksikse, hiçbir patlama gerçekleşemez.

Birçok işletme, patlamayı oluşturan şartlara karşı koymak için ürün ve çözümler sunar, fakat yanıcı tozun kontrolü, patlama riskini azaltmanın yanında bu ürünlerin etkisini de artıracaktır.

Malzemenin çeşitli hallerinde patlayıcı özelliklerinin farkında olmak ve patlama potansiyelini aktif şekilde ortadan kaldırmak tesis sahipleri ve yönetiminin sorumluluğudur.

## Güvenlik Riskleri

Toz ve diğer kaçak malzemenin kontrolü, çalışan kazalarını önlemede kilit bir unsurdur. Tozun görüş mesafesini ve erişebilirliği azalttığı herhangi bir işletmede, ağır ekipmanın çalıştırılmasında veya personelin hareketinde artan problem riski vardır. Tozun varlığı, konveyörlerin ve diğer proses ekipmanının çevresinde temizlik yapılmasını ve tesis personelinin bu yerlere yerleştirilmesini gerektirerek daha yüksek yaralanma riskine neden olur.

Asılı toz genellikle hoş olmayan bir çalışma ortamı yaratır. Eğer işgünlerini harcadıkları koşullar kirli, çirkin ve muhtemel sağlıksız görünmezse, işçiler daha yüksek morale ve artan verime sahip olacaktır.

Bazı tesislerde, işçiler, toz çıkaran malzeme taşıma sistemleri çevresinde çalışmak için bir maske takmak zorundadır. Bu, azalan görüş mesafesi nedeniyle güvenlik tehlikesini artırır ve morali olumsuz şekilde etkiler. Toz problemine ek olarak, şirket, çalışanlarını muhtemelen tehlikeli ve kesinlikle rahatsız bir ortamda çalışmaya zorladığı için, çalışanlarının sağlığına ve refahına duyarsız olarak görülür.

### İş Güvenliği ve Sağlığı İdaresine (OSHA-ABD) göre Günde Sekiz Saat Toza Maruziyetin Kabul Edilebilir Seviyeleri

Tablo 17.2

Madde	Tip	mg/m <sup>3</sup>
Silika: Kristalli <i>Kristobalit: Kuvars için kullanılan sayım veya kütle formülüyle hesaplanan değer 1/2'sini kullanın.</i> <i>Tridimit: Kuvars için kullanılan formülle hesaplanan değer 1/2'sini kullanın.</i>	Kuvars (solunabilir)  Kuvars (toplam toz)	10 mg/m <sup>3</sup> %SiO <sub>2</sub> +2  30 mg/m <sup>3</sup> %SiO <sub>2</sub> +2
Amorf	Amorf, doğal diatomik toprak dahil	80 mg/m <sup>3</sup> %SiO <sub>2</sub> +2
Kömür Tozu	Solunabilir fraksiyon < %5 SiO <sub>2</sub>	2.4 mg/m <sup>3</sup>
	Solunabilir fraksiyon < %5 SiO <sub>2</sub>	10 mg/m <sup>3</sup> %SiO <sub>2</sub> +2
Durağan veya Sıkıntı Veren Toz	Solunabilir fraksiyon	5 mg/m <sup>3</sup>
	Toplam toz	15 mg/m <sup>3</sup>

### NIMBY ve Komşuluk İlişkileri

“Eskiden” toz ve kokular gibi bir tesisin varlığının gözle görülür işaretleri için kabul edilen mazeret, bunların tesisin “para kazandığının” işaretleri olduğuydu.

Bu artık doğru değil. Bugün, “Benim Arka Bahçemde Değil” sendromu - bazen “NIMBY” olarak kısaltılır - daha güçlü. Çevre örgütleri daha organize dirler. Hiç kimse kendi emlak değerinin, bir endüstriyel işletmeden çıkanlarla bozulmasını istemiyor. Toplumsal örgütler daha çok hissedarlara, çevre örgütlerine ve düzenleyici kuruluşlara şikayette bulunuyor ve bunların desteğini arıyor. Agregatör gibi bir işletmeyi genişletme ihtiyacı, çoğu zaman uzun ve çoğunlukla tartışmalı izin duruşmalarını beraberinde getiriyor.

Giderek hantallaşan izin süreçleri için bir çözüm, işletmenin içinde çalıştıkları toplumlarla iyi çalışma ilişkilerini koruması. Toplumsal bağışlar, açık hava etkinlikleri ve tesis turları gibi çabalar, işletmeyi ve tesisin sağladığı değeri ve iyi bir komşu olmak için harcadığı çabaları gösterir.

Eğer işletme ekipmanından düzenli hatta periyodik olarak toz bulutları yükselirse bu çabalar boşa gidebilir.

### Düzenleyici Kurumlar

Tozun sağlık ve patlayıcı tehlikelerine ek olarak, bir işletme, toz kirliliğinin görsel doğasının da bilincinde olmalıdır. Toz oluşturan endüstrilerin, ev ve işyerlerini çevreleyen görsel kirlilik nedeniyle denetlenmesi ve cezalara maruz kalması giderek yaygınlaşmaktadır. Bir toz dumanının belirli bir mesafeden tespit edilmesi döküntüden daha kolaydır. Bu nedenle, bir dökme malzeme işletmesi, çalıştığı alandaki çevre-politik iklimin farkında olmalıdır.

Düzenleyici kurumlar, işçilerin ve diğer insanların sağlığını koruma konusunda yetkilidir; dolayısıyla, toz seviyesi sonuçlarını izleyecek ve gözden geçireceklerdir.

Kurumlar aynı zamanda, mülklerinin korunmasıyla ilgili kaygı duyan komşular ve

tüm çevreyle alakadar gruplar dahil diğer tarafların çıkarları için de harekete geçecektir. Ayrıca, bu kurumlar, çıkar grupları ve medyadan baskıya karşı duyarlıdır.

Sonuç olarak, birçok şirket ve/veya bireysel işletme, kendi düzenleyici sınırlarını ve test sonuçlarını kontrol eder. Yönetim bu bilgilerin tesis dışında tartışılmasını istemez, çünkü sonuçlar “kötüdür”, veriler dışarıdakiler tarafından yanlış yorumla açıktır veya tartışma, tozun tesis için bir sorun olduğuna dikkat çeker.

Her ne kadar asılı tozun düzenlenmesinden resmi olarak sorumlu olmasalar da, arazi kullanımı ve imar gibi endüstriyel işletmelerin resmi kontrolünün diğer yönlerinden sorumlu düzenleyici kurumlardan da bahsedilmelidir. Bu düzenleyici kuruluşlar, mahalle sakinleri, bitişik arazilerin sahipleri (ve/veya potansiyel müteahhitleri) ve çevresel çıkar grupları dahil dış etkilere maruz kalır ve bunlara açıktır.

### Prosesteki Problemler

Yukarıda tartışılan çevre, güvenlik ve sağlık sorunlarına ek olarak, prosesi içten iyileştirmek amacıyla kaçak tozun kontrol edilmesi için birtakım sebepler vardır.

Toz, bir endüstriyel işletmenin kalitesini ve verimini etkiler. Tesisi ve muhtemelen mamul ürünü dahi kirletir. Toz hassas aletlerin ve sensörlerin üzerine çökecek, aletlerin bir prosesi izleme yeteneğine zarar verecek ve operatörler tarafından sağlanan verileri karıştıracaktır. Demir cevheri sinteri ve peletleme tesisleri gibi bazı endüstriyel işletmelerde, prosesteki malzeme tozu, sonuçları olumsuz yönde etkileyen kirletici bir maddedir.

Başka bir asılı toz tehlikesi de mal hasarı kategorisine girer. Eğer bir malzeme aşındırıcıysa, tozu da aşındırıcıdır. Asılı toz bir işletme içindeki her yüzeye çöktüğünden, işletme çapında korozyon nedeniyle büyük hasar olasılığı vardır. Asılı toz, motor ve pompaların hava girişlerinden içeri çekilerek, bu kritik ve pahalı ekipmanın erken arızasına yol açacaktır.



Toz, bedeli ödenmiş ve birçok durumda kendisine belirli bir seviyede işlenmiş, değerli bir malzeme kaybını temsil eder. Kaçak toz, kaybedilen bir kar fırsatını temsil eder. Bazı tesislerde, asılı toz, genel malzeme kütesine oranla, işletmenin hedef madenin daha yüksek konsantrasyonuna sahip olacaktır. Büyük değerli metal madenlerindeki tozun, yüzde 25'ten neredeyse yüzde 100'e kadar artan konsantrasyonlarla, ham cevherden daha fazla altın ve bakır içerdiği bulunmuştur. Bu değerli tozun geri kazanılması, toz kontrol sistemlerine yapılan yatırımda önemli bir geri ödeme sağlar.

Toz, gerekli bakım işinin miktarını da artırır. Tesis personelinin işçilik adam-saatlerini harcar, masraf ekler ve işçi ve yöneticilerin dikkatini diğer sorumluluktan uzaklaştırır. Tozun çöktüğü alanları temizlemek için gerekli ekstra adam-saatleri de hesaba katmak önemlidir. Döküntü bir konveyörün altına düşer; oysa toz, çıkış noktasının oldukça üzerindeki yükseklikler de dahil bir tesisin her yerine çökecektir.

Kaçak toz, kazalar, gereken ekstra bakım ve temizlik için duruş süresi nedeniyle konveyörlerin ve ekipmanın kullanılabilirliğini azaltarak bir tesisin üretimini etkileyebilir.

## TOZUN ÖLÇÜLMESİ

Bir işletmenin yönetmeliklere uyumu yanında, toz kontrol önlemlerinin etkililiğini değerlendirmek için uygun toz çalışmalarının yapılması gerekir. Toz numunesi alma yöntemi bölgeye ve ölçümü yapan kuruma bağlıdır. Daha popüler numune alma yöntemleri arasında kişisel toz numunesi alıcıları, lokasyona dayalı toz numunesi alıcıları, görsel opaklık okumaları ve elektronik el toz ölçüm cihazları yer alır. Bu numune alma yöntemleri aşağıda ele alınmaktadır.

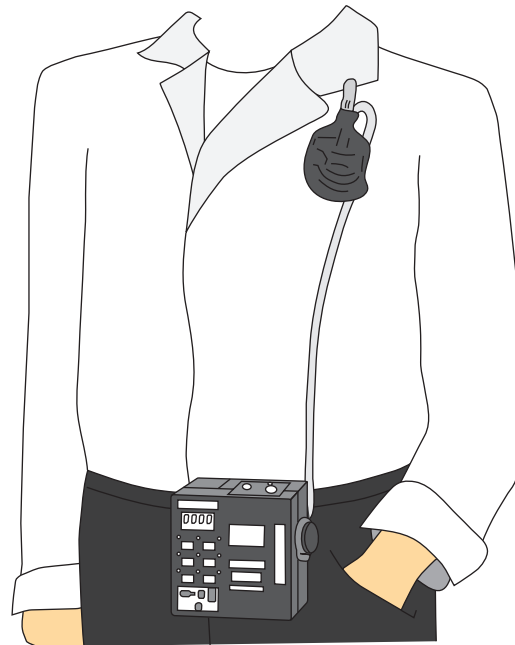
### Kişisel Toz Numunesi Alma

Bir işçinin toz konsantrasyonuna maruziyeti, en iyi şekilde bir kişisel toz numunesi alıcısıyla ölçülebilir (**Şekil 17.2**). Bu, işçinin yakasına veya boynuna bağlı bir boruya takılı küçük bir vakum pompasıdır. İşçi,

numune alıcısını çalışma günü boyunca takar. Vardiyanın sonunda, numune alıcısının topladığı toz miktarı tartılır. Havadaki bir toz konsantrasyonunu belirlemek için bu ağırlık, gün boyunca pompanın çektiği toplam hava akışına ve çalışma süresine bölünür. Bu yinelenebilir metodoloji, havadaki toz miktarının ve toz parçacıklarının büyüklüğünün belirlenmesi yanında bir bireyin toz tehlikesine maruziyetini ölçmekte de kullanışlıdır. Gerçek zamanlı parçacık izleme cihazları da mevcuttur.

### Temel Lokasyona Dayalı Toz Numunesi Alma

Temel lokasyona dayalı toz numunesi alma işlemi genellikle, tozlu bir alana birçok tava veya kap yerleştirilerek ve bunlar belirli bir süre bu yerlerde bırakılarak gerçekleştirilir (**Şekil 17.3 ve 17.4**). Kaplara çöken toz miktarı tartılır. Bu numune alma işlemi normalde bir toz kontrol çözümü uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra yapılır. Toz kontrol önleminin göreceli etkinliğini değerlendirmek için bu iki değer karşılaştırılır. Bu, bir sistemin etkililiğini ölçmek için basit ve sezgisel bir yöntem olmakla birlikte, havadaki toz konsantrasyonu veya toz parçacıklarının büyüklüğü hakkında herhangi bir bilgi sağlamaz. Bu numune alma türünün havadaki toz içeriğini değil, tavaların yerleştirildiği yerdeki toz miktarını



**Şekil 17.2**

*Bir işçinin taktığı kişisel toz numunesi alıcısı, bireyin asılı toza maruziyetini tespit edecektir.*

ölçtüğüne dikkat edilmelidir. Tavaların üzerindeki hava akımları sonuçları etkileyebilir.

### Gelişmiş Lokasyona Dayalı Toz Numunesi Alma

Gelişmiş lokasyona dayalı toz numunesi alma, havayı yakalamak için bir vakum kullanması bakımından, kişisel toz numunesi alıcısıyla, temel lokasyona dayalı toz numunesi alıcısının birleşimidir (**Şekil 17.5**). Numune alma cihazı, belirli bir süreyle sabit bir lokasyona yerleştirilir. Konsantrasyonları analiz etmek için kullanılan yöntem, temel lokasyona dayalı numune alma

işlemine benzerdir, fakat bu sistemleri çok daha doğru ve kontrollü olabilir. Sonuçların çıktısı bir bilgisayara veya başka bir izleme cihazına gönderilerek okumaların uzaktan alınması sağlanabilir.

Lokasyona dayalı toz numunesi alıcısının başka bir versiyonu da mikrodalga opaklık test cihazıdır. Bu cihaz bir hava akımına ışık veya mikrodalgalar vererek çalışır. Işık veya radyasyon havadaki toz tarafından sapırılır veya emilir. Hava akımı boyunca enerji ölçülür ve gönderilen sinyalin gücüyle alınan sinyalin gücü arasındaki fark ölçülerek, bu değerden toz miktarı hesaplanabilir (**Şekil 17.6**). Parçacıkların büyüklüğünü ölçmek için daha ayrıntılı ekipman kullanılabilir. Bu ekipman çok hassas olmakla birlikte, genellikle pahalıdır ve portatif değildir. Bu tip sensör, bir işletme tarafından belirli bir ekipman parçasını izlemek için kullanılacaktır.

#### Şekil 17.3

Bu konveyör kuyruğunun çevresindeki zeminde bulunan tavalar, buradaki tozdan numune toplamak için yerleştirilmiştir.

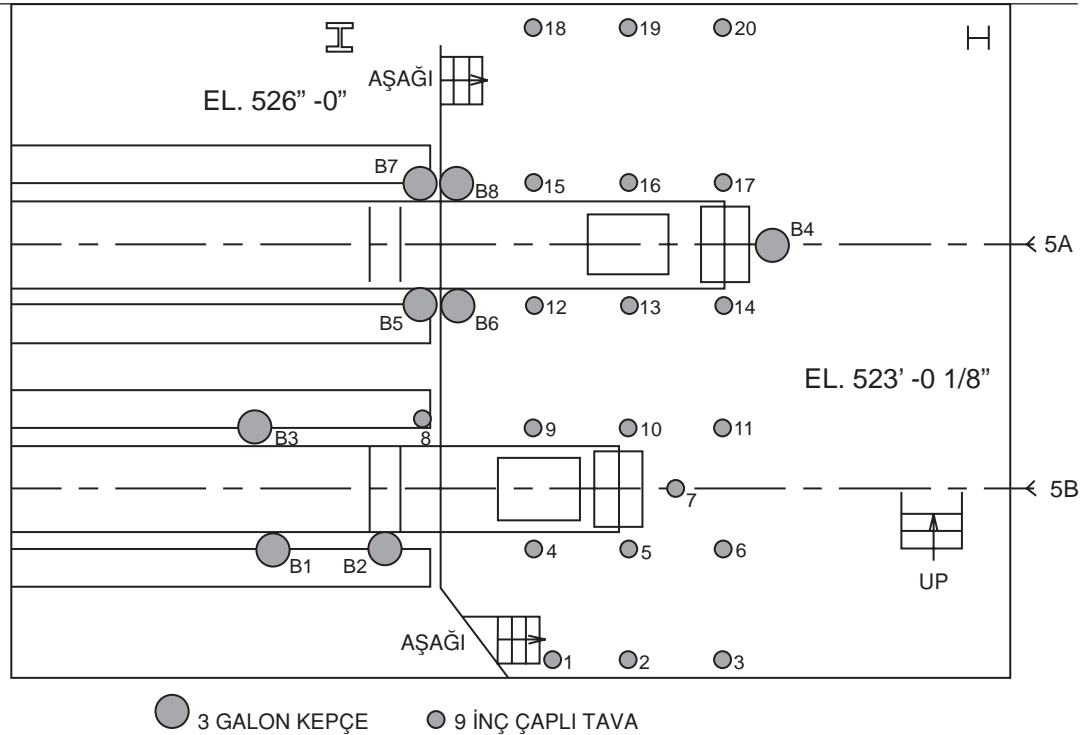


#### Görsel Opaklık Okumaları

Alanı belirli bir süreyle gözlemleyen ve havadaki gözle görülür toz miktarını belgeleyen eğitilmiş bir lisanslı nezaretçi tarafından görsel opaklık okuması gerçekleştirilir. Bu yöntem öznel olmakla itham edilmişse de, Birleşik Devletlerdeki çevre

#### Şekil 17.4

Bu çizim, iki konveyörün kuyruk tamburları çevresindeki tozu ve döküntüyü toplamak için yapılan planı göstermektedir.



koruma kuruluşları tarafından bütün yönleriyle düzenlenmekte ve genel olarak kabul edilmektedir.

### Elektronik El Toz Ölçüm Cihazları

Teknoloji, (daha bilimsel) “yüksek teknoloji” toz ölçüm yöntemlerini daha portatif yapmak için sürekli çabalamaktadır. El cihazları, tozun konsantrasyonunu, büyüklüğünü ve diğer birçok özelliğini ölçebilir. Teknoloji ilerledikçe, bu cihazlar daha az pahalı hale gelecek ve sahada daha çok görülecektir (Şekil 17.7).

### Standart Test Metodolojileri

Toz ölçüm metodolojileri bölgeden bölgeye ve uygulamadan uygulamaya değiştiğinden, tozunu kimin ölçeceğini ve hangi yöntemi kullanacaklarını bilmek bir işletmenin çıkarımadır. Birtakım ulusal ve uluslararası kuruluşlar, tozu ölçmek için standartlaştırılmış prosedürler sağlamıştır. Bazı örnekler aşağıda listelenmektedir:

#### A. ASTM International (ASTM)

ASTM D4532-97 (2003) *İşyeri Ortamlarında Solunabilir Toz için Standart Test Yöntemi*

ASTM D6552-06 *Toplanan Aerosollerin Tartmadaki Hataların Kontrolü ve Tanımlanması için Standart Uygulama*

#### B. Deutsches Institut für Normung (DIN-Avrupa Birliği)

DIN/EN 481 *İşyeri Ortamları: Asılı Parçacıkların Ölçümü için Boyut Fraksiyonu Tanımları*

#### C. Uluslararası Standartlaştırma Örgütü (ISO)

ISO 20988 *Hava Kalitesi—Ölçme Belirsizliğini Kestirme Kılavuzu*

ISO 7708 *Hava Kalitesi—Sağlıkla İlgili Numune Alımı için Parçacık Boyut Fraksiyonu Tanımları*

ISO 12141 *Sabit Kaynak Emisyonları—Düşük Konsantrasyonlarda Parçacıklı Maddenin (Toz) Kütle Konsantrasyonunun Belirlenmesi*

Geçerli yönetmelikleri ve kabul edilen test

yöntemlerini belirlemek için ISO, ASTM ve belirli bölgeler için düzenleyici kurumlar gibi standart kuruluşlara danışılması önerilir.

## TOZ YÖNETİMİNİN YÖNTEMLERİ

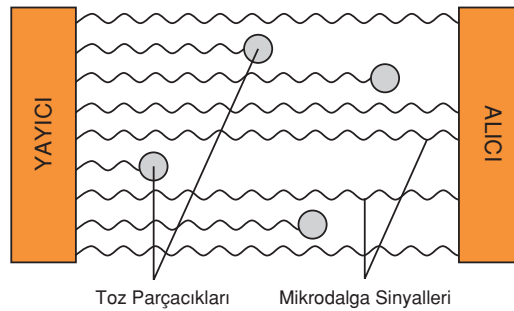
### Toz Oluşumunu En Aza İndirme

Asılı toz, kuru bir malzeme hareket ettirildiğinde, işlendiğinde veya malzeme kütlesi içinde küçük parçacıkları kaldıracak veya başka tarafa yönlendirecek kadar güçlü hava akımlarına maruz bırakıldığında oluşur. Bunun gerçekleştiği en yaygın durumlardan biri, malzemenin yüklenmesinin, boşaltılmasının veya aktarılmasının,



**Şekil 17.5**

Bu gelişmiş lokasyona dayalı toz numunesi alma sistemi, toz yüklü havayı içe çekmek için bir vakum kullanacaktır.



**Şekil 17.6**

Mikrodalga opaklık test cihazı, havadaki toz miktarını tespit etmek için, gönderilen sinyalin gücüyle alınan sinyalin gücü arasındaki farkı kullanır.



**Şekil 17.7**

Bugün el cihazları tozun konsantrasyonunu ve büyüklüğünü ölçebiliyor.

tozu malzeme taşıma sisteminden uzağa taşıyan hava akımları oluşturduğu konveyör transfer noktalarıdır.

Taşımadaki toz emisyonları, tasarlanmış bir transfer sistemi, etkili bir sızdırmazlık sistemi, bir toz bastırma sisteminin eklenmesi ve/veya etkili bir toz toplama sisteminin kullanılmasıyla önemli ölçüde azaltılabilir.

Toz kontrolünde göz önünde bulundurulacak ilk husus daima, fiilen oluşturulan toz miktarının en aza indirilmesi olmalıdır. Tozun tamamen giderilmesi mümkün görünmese de, sistem tasarımında veya üretim tekniğinde, üretilen toz miktarını azaltacak herhangi bir değişiklik dikkate alınmalıdır. Örneğin, eğer darbe alanına düşen malzeme akımı tarafından açığa çıkarılan enerji azaltılabilirse, malzemeye daha az enerji uygulanacak ve daha az toz parçacığı oluşturulacak veya çıkarılacaktır. Sonuç olarak, konveyör sistemlerini minimum malzeme düşüş mesafeleriyle tasarlamak en iyisidir.

Bu tip iyileştirilmiş mühendislik bir güçlendirme çalışması olarak yapılabilir veya ilk tesis tasarımı aşamasında düşünülebilir. Çıkan tozu daha iyi mühendislik yoluyla azaltma yöntemleri, bunlarla sınırlı olmakla birlikte aşağıdakileri içerir:

- Konveyörler arasındaki düşüşleri kısaltmak
- Malzemeyi, besleme yapılan bandın hareketiyle aynı yönde yüklemek
- Malzeme yolunda büyük değişikliklerden sakınmak
- Transfer noktasına giren ve noktadan çıkan hava akışını kontrol ederken yapışkan bir malzeme akımını sürdürmek

Bu yöntemler, uygun konveyör yerleşimi ve konveyör transferlerinin yaratıcı tasarımının birleşimiyle gerçekleştirilebilir. Örneğin, “davlumbaz ve saptırma şutu” içeren tasarlanmış bir şut, bu yöntemlerin

gerçekleştirilmesinde büyük yardım sağlayabilir. Asılı tozun oluşması ve salınmasında ciddi düşüşler sağlamak için diğer mühendislik iyileştirmeleri mevcuttur. Bu iyileştirmelerin başarısı, toz toplama ve toz bastırma sistemlerine duyulan ihtiyacı ortadan kaldıracaktır veya bu sistemlerin boyutunu ve maliyetlerini büyük ölçüde azaltabilir. (Bkz. 7. Bölüm: Hava Kontrolü ve 22. Bölüm: Tasarlanmış Akış Şutları)

### Tozu Kontrol Etmenin Üç Yolu

Eğer bir işletme tozun asılı hale gelmesini önleyemiyorsa, onu kontrol etmenin yollarını bulmalıdır. Kontrol, asılı parçacıklar hapsedilerek, bastırılarak veya toplanarak gerçekleştirilebilir. Bir toz kontrol sistemi seçilmeden önce, asılı tozun oluşmasına katkıda bulunan faktörleri anlamak gerekir.

İnce taneli malzemelerin asılı hale gelip gelmeyeceğini belirleyen koşullar, hava hızı, parçacık büyüklüğü ve dökme malzemelerin yapışkanlığıdır. Bu özellikler, aşağıdaki sezgisel, görelî ilişki yoluyla, çıkan toz miktarına katkıda bulunur: Çıkan toz miktarı, parçacık büyüklüğü ve malzeme yapışkanlığı faktörlerine bölündüğü şekliyle, hava hızı ile orantılıdır (**Şekil 17.8**).

Bu ilişki, tozu kontrol etmek için kullanılacak üç önemli prensibi vurgular:

- Toz oluşumu, dökme malzeme çevresindeki hava hızı azaltılarak en aza indirilebilir.
- Toz oluşumu, dökme malzemenin parçacık büyüklüğü artırılarak en aza indirilebilir.
- Toz oluşumu, dökme malzemenin yapışkanlığı artırılarak en aza indirilebilir.

Bu özelliklerden bir veya daha fazlasının mevcut olduğu durumlarda, tozu kontrol yeteneği, diğer özelliklerden birinin veya her ikisinin değiştirilmesine bağlı olur. Örneğin, taşınan kömür parçacıklarının büyüklüğünün değiştirilemediği durumlarda, toz

#### Şekil 17.8

Asılı Toz Oluşumundaki İlişki.

$$\text{Çıkan Toz} \propto \frac{\text{Hava Hızı}}{\text{Parçacık Büyüklüğü} \cdot \text{Yapışkanlık}}$$

emisyonlarını en aza indirmek için parçacıkların hava hızı veya yapışma kuvveti değiştirilmelidir. Birçok toz kontrol sistemi bu prensiplerin birkaçını birleştirir.

### **Hava Hızını En Aza İndirme**

Tozu kontrol etmenin en kolay ve etkili yolu, hava hızını en aza indirmektir. Toz parçacıkları havadan daha ağırdır ve durgun şartlar ve yeterli süre sağlandığında çökeceklerdir. Hava hızı azaltıldığında, parçacıkların malzeme akımına geri düşme şansı olur. Toz hava akımında hareket eder, bu nedenle, hava kontrol edildiğinde tozun yönetilebileceği akla yatmaktadır.

Belki de en eski (ve en kolay) toz kontrol teknolojisi, toz parçacıklarının alan dışına taşınmadan önce çökme fırsatlarının olması için, yalnızca asılı tozun (veya toz oluşturan lokasyonun/işletmenin) etrafının kapatılmasıdır. Bu, hava hızını en aza indirmenin, dolayısıyla ince parçacıkların bir malzeme kütesinden toplanmasını önlemenin bir yoludur. Muhafazanın hacmi arttıkça, hız düşer ve asılı parçacıkların havadan düşmesine izin verir.

Etkili şekilde tasarlanmış bir transfer şutu, transfer noktasının içine çekilen havayı en aza indirerek hava hızını azaltır, toz taşıyan havanın kaçmasına izin veren kaçakları kapatır ve havadaki toza, çökmesi için zaman tanır. Geleneksel transfer noktasının etrafını kapatma işlemi, tozla savaşmakta kullanılan en yaygın yöntemdir. Geleneksel çelik şut tertibatının avantajı, sert ve kalıcı olması ve transfer noktasını tamamen kapatabilmesidir.

Bu, onu, herhangi bir transfer noktasında yapılacak iyileştirme için ideal aday yapar.

Şutun çıkış ucuna toz perdelerinin takılması gibi basit bir teknik bile, hava akışını yavaşlatmanın bir yoludur.

Teorik olarak, herhangi bir transfer noktasının üzerine etkili bir muhafaza yerleştirilebilir. Bununla birlikte, bazı işletmelerde sert, kalıcı ve tamamen kapalı transfer noktaları kullanılmadığından ekipmanın etrafı kapatılamaz. Örneğin, birçok kum

ve çakıl işletmesi ekipmanın mobil olması gerektirir, dolayısıyla sabit bir transfer şutu istenmez. Diğer işletmelerin de bir transfer noktasını gözle izlemesi gerekebilir, bu nedenle tamamen kapalı bir şut uygun olmayacaktır.

### **Parçacık Büyüklüğünü Artırma**

Eğer transfer noktasının kapatılması seçenekler arasında değilse, ağırlaştırmak ve hava akışından düşüşe daha yatkın kılmak için toz parçacıklarının büyüklüğünün artırılması çözüm olabilir. Toz parçacıklarının büyüklüğünün artırılması, toz parçacıkların ağırlaştırılacaktır. Daha ağır bir parçacık hava hareketi tarafından o kadar kolay alınamayacak ve hava hızı yavaşladığında havadan daha kolay düşecektir. Daha ağır bir parçacık aynı zamanda daha fazla ivmeye sahip olacak, dolayısıyla hava akışındaki değişikliklerden o kadar fazla etkilenmeyecektir.

Toz bastırma sistemleri genellikle, toz kontrolünü artırmak ve parçacıkları ana malzeme akışına geri döndürmek için toz parçacığı ağırlığını artırma prensibine dayanır. Bu sistemler, parçacıkları su damlacıklarıyla (veya bir su ve kimyasal solüsyonuyla) birleştirerek asılı toz parçacıklarının ağırlığını artırır. Islak ve artık daha ağır olan toz parçacıkları, atmosfere kaçmayı başaramadan malzeme akışına geri düşecektir.

Bir kez asılı hale geldiklerinde, toz parçacıklarını yakalamak nispeten zordur. Sisle toz bastırma sistemleri özellikle bu zor durumdaki tozu hedef alır. (Bkz. 19. Bölüm: *Toz Bastırma*). Bir sis sistemi, asılı toz parçacıklarına yapışmak için zamana ve nispeten bozulmamış alana ihtiyaç duyar. Bu, kapatılmış bir transfer noktası ve nispeten yavaş hareket eden havayı gerekli kılar. Sis sistemleri, toz parçacıkları ve su damlacıkları aynı büyüklükte olduğunda daha başarılıdır. Küçük asılı toz parçacıklarına uymaları için gerekli küçük su damlacığı büyüklüğünü oluşturmak için, su, püskürtme nozüllerinden (memelerinden) yüksek basınçta pompalanmalı veya havayla püskürtülmelidir. Küçük su damlacıklarını küçük toz parçacıklarına uydurmak için kullanılan her iki

yöntem de pahalı ve karmaşıktır.

Malzeme büyüklüğünü artırmak için toz toplama da kullanılır. Bu yöntem, havayı (ve taşıdığı tozu) malzeme taşıma sisteminin dışarı çekmek için bir vakum kullanır. Toz kendisi veya filtre sisteminin üzerinde toplanır ve daha sonra merkezi bir yerde toplanır veya lokal toplayıcılar kullanılarak banda geri bırakılır. (Bkz. 20. Bölüm: Toz Toplama).

Toz toplama sistemleri transfer nokta(lar)ının etrafının kapatılmasını ve önemli bir miktarda baş üstü boşluk gerektirir. Bu tür sistemler, malzemenin toz oluşturma potansiyelini azaltmak için hiçbir şey yapmaz. Malzeme bir sonraki transfer noktasında karıştırıldığında, yeniden tozla uğraşmak gerekir.

### **Malzeme Yapışkanlığını Artırma**

Tozu en aza indirmek için kullanılan son yaygın yöntem, malzemenin yapışkanlığını, yani malzemenin birbirine yapışma "arzusunu" (veya yeteneğini) artırmaktır. Kendine yapışma yeteneğini artırmak için malzemenin özellikleri değiştirilmelidir. İyileştirilmiş yapışkanlığa gerçek hayattan bir örnek olarak plaj kumu ve çöl kumu verilebilir. Her iki kum tipi de katı halde yaklaşık olarak aynı büyüklükte parçacıklara sahiptir. Çöl kumu kendine yapışmaz; parçacıklar kolaylıkla parçalanır ve toz olarak asılı hale gelir. Plaj kumuna eklenen rutubet içeriği kohezyonu artırır; parçacıklar birbirine yapışacak ve malzeme düşürüldüğünde asılı hale gelmeyecektir.

Yapışkanlığı artırmanın basit bir yolu, malzemeye su veya başka bir bağlayıcı madde eklemektir. Bir dökme malzemeye nem uygularken dikkatli olunmalıdır. Eğer su, bir yığın veya konveyör bandının üzerinde duran malzemenin üstüne uygulanırsa, yalnızca malzemenin dışını ıslatacaktır. Bu malzeme, bir stok sahasından alındığında veya bir transfer noktasından geçerken bozulduğunda, parçacıklar yeniden düzenlenir ve kuru yüzeyler havaya maruz kalır. Daha sonra bu kuru yüzeylerden toz kalabilir. Nem eklemesi için ideal uygulama

noktası, malzemenin serbest düşüşte olduğu zamandır. Bu, suyun malzemeye nüfuz etmesini ve daha geniş malzeme yüzeyine temas etmesini sağlar.

Su uygulanmasının avantajları arasında toz bastırmanın artık etkisi de bulunur. Islak bir malzeme, ıslak kaldığı sürece yükseltilebilir kohezyon seviyesini (dolayısıyla toz oluşturma yetersizliğini) koruyacaktır.

Su uygulanmasının bir dezavantajı, çoğu malzemeyi tamamen ıslatmak için büyük miktarda su gerekmesidir. Islak malzeme kendine ve sistem bileşenlerine yapıştığında, rutubet, elek gözlerinin tıkanması, şutların tıkanması ve bantta geri taşınan malzeme oluşması gibi problemler yaratabilir. Islak malzeme bir kırıcının dahi verimini azaltır. Bir malzeme taşıma sistemi tasarlanırken veya toz problemlerine çözüm olarak bastırma işlemini düşünürken, eklenen nemin etkisi göz önünde bulundurulmalıdır.

Su uygulamadaki başka bir endişe de, ısıtılması veya yakılması gereken bir ürünün nemlendirilmesinden kaynaklanan ek performans cezasıdır. Her bir işletme, kaçak toz maliyetinin, bastırma işleminin termal cezasından daha büyük olup olmadığına karar vermelidir. Başka bir sorun da, çimento gibi bazı malzemelerin suya maruz bırakılmamasıdır. Bir bastırma sistemi seçilmeden önce, işletmenin malzeme ve prosesinin bütünüyle anlaşılması gerekir.

Toz bastırma için gereken su miktarının en aza indirilmenin bir yolu, su kaynağına bir yüzey etkin madde eklenmesiyle suyun malzemeyi ıslatma yeteneğini iyileştirmektir. Daha sonra, su ve kimyasal solüsyonu bir sprey veya köpük şeklinde uygular. Bir yüzey etkin madde eklenmesi, işi gerçekleştirmek için gerekli su miktarını en aza indirecek, fakat işletme maliyetlerini artıracaktır. (Bkz. 19. Bölüm: Toz Bastırma)

## **YANGIN VE PATLAMA RİSKİNİ AZALTMA**

### **Yangın ve Patlama Riskleri**

Tahıl taşıma endüstrisindeki silo patlamalarının da gösterdiği gibi, toz patlamaları çok güçlüdür ve çok gerçek bir risktir. Bu nedenle, bu riski en aza indirmek için aşırı dikkat sarf edilmelidir. Birçok tozda, bir patlama tehlikesi oluşturmak için ataş kalınlığında - yalnızca 1 milimetre (1/32 inç) - çökmüş bir tabaka yeterlidir. 6 milimetrik (1/4-inç) bir tabaka daha büyük bir problemdir - bir tesisi yerle bir edecek kadar büyük.

Bir toz patlaması olması için, şu faktörlerin mevcut olması gerekir: doğru konsantrasyonda hapsedilmiş bir yanıcı toz, tutuşmayı destekleyen bir gaz ve bir tutuşturma kaynağı. Kimyasallar, gıda ürünleri, gübreler, plastikler, karbon malzemeler ve belirli madenler dahil birçok ince toz, yüksek derecede yanıcıdır; bu, bir toz patlaması için ilk şarttır. Doğası gereği, her toz toplama cihazı, havada asılı bu ince parçacıklardan oluşan bulutlar içerir; bunun kendisi, ikinci şart olan tutuşmayı destekleyen gazdır.

Herhangi bir mekanik malzeme taşıma işletmesinde, birkaç olası tutuşturma kaynağı vardır; bir toz patlaması için üçüncü şart:

- Metal-metal kıvılcımları veya sürtünmeye neden olan mekanik arızalar
- Yabancı bir nesneyle vurulduklarında kıvılcım çıkaran fan pervaneleri
- Aşınmış bir rulman veya kayan bir bantın neden olduğu aşırı ısınma
- Doğrudan ateşlemeli ısıtıcılar, yakma kazanları, fırınlar veya diğer kaynaklardan çıkan açık alevler
- Bir nokta kaynağı tutuşmasına veya sıcak bir parçacığın (belki birkaç kattan) alev alıcı atmosfere düşmesine neden olan kaynak veya kesme işlemi
- Statik elektrik boşalması
- Alev alıcı tozun bir kompresör veya katalitik reaktörün sıcak bölgesine girmesi

### **Toz Patlamalarını Kategorilere Ayırma**

Tozla ilgili yangınlara birkaç açıdan bakılabilir:

#### **A. Parlama yangını**

Parlama yangını, serbest tozun aniden tutuşmasıdır. Parlama yangını genellikle yereldir ve önemli hasar veya yaralanmaya neden olabilir. Parlama yangını, felaket boyutunda hasar ve ölümcül yaralanmalara neden olabilecek ikinci bir patlamanın şartlarını oluşturabilir.

#### **B. Patlama**

Toz hapsedildiğinde ve tutuşturulduğunda, bir patlama oluşur. Gazların bu hızla patlaması, binayı dahi yıkabilecek önemli ve tahrip edici aşırı basınçlar üretecek, daha büyük hasar ve yaralanmaya yol açacaktır.

#### **C. Birinci veya ikinci**

İlk ve birinci patlama, ilk infilaktan biraz uzağa savrulmuş yeni toz kaynaklarını bozup, dağıtıp, tutuşturarak ikinci patlamalara neden olabilir. İkinci patlamalar birinci patlamadan daha yıkıcı olabilir ve her patlama ek ikinci patlamalara yol açabilir.

#### **D. Şiddet**

Bir patlamanın hızı ve kuvveti, yanma endeksi adı verilen ölçülebilir bir özelliğin doğrudan fonksiyonlarıdır. Toz patlamaları, alev alıcı gazların neden olduğu patlamalardan daha tehlikeli olabilir.

### **Kontrol mekanizmaları**

Bileşenlerin (doğru konsantrasyonda hapsolmuş yanıcı toz, tutuşmayı destekleyen gaz ve bir tutuşturma kaynağı) mevcut olduğu durumlarda, bir patlamayı önlemek için önlemler alınmalıdır.

Bu önlemler aşağıdakileri içerir:

#### **A. Durağanlaştırma**

(Havadan ziyade genellikle nitrojen veya karbondioksit gibi) bir inert gazın eklenmesi

#### **B. Bastırma**

Patlayıcı basınç yükselmeye başladığında, bastırıcı bir malzeme ekleme

## C. Havalandırma

Patlama enerjisini muhafazadan dışarı bırakan bir patlama emniyet paneli veya patlayan membran ekleme

Toz kontrol sistemlerinin uygun şekilde topraklanması, sistem boyunca iletkenliği artırıp statik yüklerin toprağa sızmasını sağlayarak riskin azaltılmasına yardımcı olacaktır.

Potansiyel olarak patlayıcı tozları taşımak için toz toplama sistemlerinin tasarlanmasında, ekipman tedarikçilerine danışılması önerilir.

## Havalandırma

Patlama deliklerinin arkasındaki teori basittir. Havalandırma deliği, hızla yükselen bir sıcaklığın oluşturduğu basınç artışında ilk olarak açılacak, kasten zayıflatılmış bir duvardır. Bu zayıflatılmış alan bir kez açıldığında, yanmış ve yanmamış toz ve alev kontrollü alandan kaçabilir, bu sayede teknenin kendisi basınçtaki yükselişin tamamına maruz kalmaz. Eğer açılma yeterince erken ve geniş olursa, teknenin içindeki basınç düşük kalacak ve onu hasardan koruyacaktır. Bununla birlikte, yangın veya patlama teknenin dışında gerçekleşebilir ve



## GÜVENLİK HUSUSLARI

Yukarıda belirtildiği şekilde, asılı toz kendi içinde ve kendisinden kaynaklanan bir güvenlik problemidir; fakat bir işletme, kendi toz kontrol ekipmanıyla ilgili güvenlik hususlarının da farkında olmalıdır. Herhangi bir endüstriyel ekipman parçasıyla ilişkili standart gizli enerji risklerine ek olarak, bir dökme malzeme işletmesi, kendi toz kontrol çözümlerinin potansiyel olarak patlayıcı doğası hakkında bilgi sahibi olmalıdır.

Eğer bir işletme patlamayı önlemek için tozu kontrol etmeye çalışıyorsa, toz kontrol sisteminin beklenen koşullar için uygun tehlikeli iş derecelendirmesine sahip olduğundan emin olunmalıdır. Herhangi bir elektrikli muhafaza veya motor,

kıvılcım çıkarmaz ve tehlikeli iş için derecelendirilmiş olmalıdır.

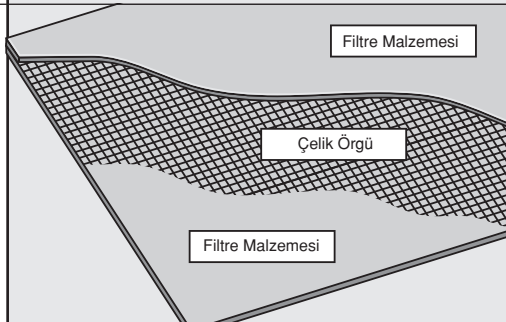
Hava bir filtre aracından geçerken, o araçta statik yük oluşur. Eğer araç, topraklanmış bir yapısal elemana yakınsa, statik yük bir kıvılcım şeklinde boşalarak havadaki herhangi bir alev alıcı tozu tutuşturabilir. Filtre üreticileri, statik yükü, filtre malzemesine gömülü paslanmaz çelik örgü veya malzemenin içine dokunmuş iletken karbon elyaflar aracılığıyla dağıtan araçlar yaratmıştır (**Şekil 17.9**).

Bu eklemeler, hava akışı tarafından üretilen herhangi bir yükün, kıvılcıma dönüşmeden toprağa taşınmasını sağlar. Eğer patlayıcı bir ortamda filtre kullanıyorsa, statik boşaltan filtre aracı seçmeye dikkat edilmelidir.

Transfer noktası muhafazaları ve toz toplayıcılar dahil herhangi bir kontrollü alana giriş için belirlenmiş güvenlik prosedürleri yakından takip edilmelidir. Toz toplama veya toz bastırma sistemlerinde bakım yapmadan önce uygun kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürleri tamamlanmalı ve su, kimyasal ve elektrik kaynaklarının gücü kesilmelidir.

**Şekil 17.9**

Toz toplayıcı filtreler, herhangi bir statik birikmesini güvenle toprağa taşımak için filtre kumaşına dokunmuş iletken bir iplik içermelidir.





eğer toz varsa diğer ekipman hasar görebilir, bu nedenle havalandırma sistemleri, toz kontrol sistemleri ve yüksek temizlik standartlarına duyulan ihtiyacı ortadan kaldırmaz.

İki tip patlama-havalandırma cihazı vardır. Kırılır diskler, diğer tasarımlardan daha hızlı açılacak ince panellerdir. Normal negatif çalışma basıncına (tipik olarak 2 ila 3 kilopaskal (0.29 ila 0.44 lb<sub>f</sub> /in<sup>2</sup>) arası) dayanacak, fakat pozitif bir patlama basıncında kırılacak şekilde boyutlandırılmaları gerekir. Daha yaygın olarak kullanılan bir tasarım yaylı kapıdır. Menteşeli veya menteşesiz tasarımlarda mevcut bu kapı, bir yangın sırasında havalanacaktır (ansızın açılacaktır).

### TOZ KONTROL SİSTEMİ BAKIMI

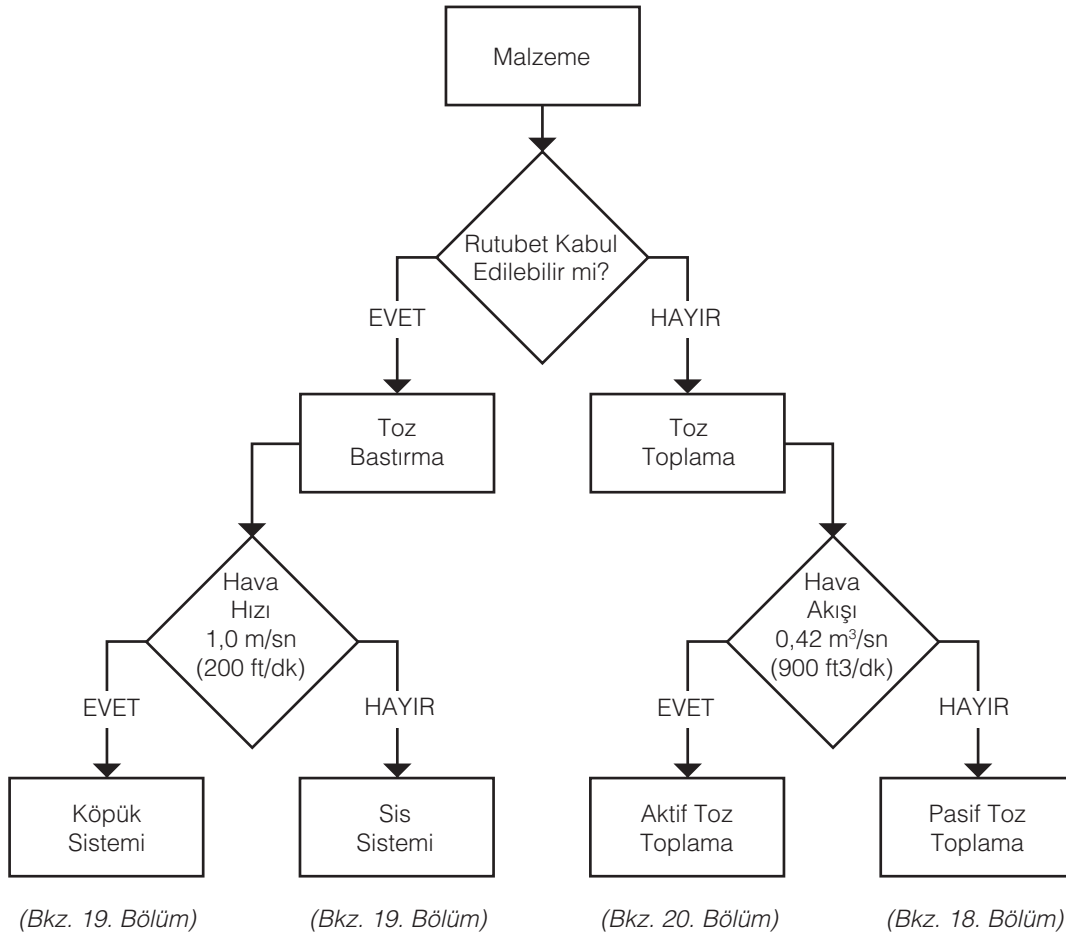
Toz kontrol sistemlerinin montajı sırasında, erişim ve bakım için yeterli alan sağ-

lanmalıdır. Satın almadan önce sistemleri karşılaştırırken bir toz kontrol sisteminin bakım kolaylığı göz önünde bulundurulmalıdır. Bir toz toplayıcı başka bir toplayıcıdan daha ucuz olabilir, fakat daha ucuz seçenek, bir sigortanın değiştirilmesi için personel vinci ve bir duvarın sökülmesini gerektirebilirken, daha pahalı ünite sigortalar zemin seviyesinde bir kutuda bulunabilir. Bakım dostu olan bir toz yönetimi sistemi satın almak, işletmenin çıkarıdır. Eğer bir bileşen, sistemin kapatılmasına neden oluyorsa, o bileşeni tamir etmek için harcanan her ekstra dakika, tesisin genel karlılığını etkiler.

Toz kontrol çözümleri genellikle birden fazla girdi gerektiren çok bileşenli sistemlerdir. Bir toz toplayıcı genellikle elektrik ve tazyikli hava gerektirir; bir köpük bastırma sistemi, elektrik, tazyikli hava, su ve kimyasallara ihtiyaç duyabilir. Bu ayrıntılı sistemlerde, aşınabilecek veya arızalanabilecek daha fazla parça vardır. İşletmenin

**Şekil 17.10**

Toz Yönetimi Seçim Süreci Akış Diyagramı



programlanmış bakım periyotlarında toz kontrol sistem(ler)ine özel dikkat gösterilmelidir. İşletme, servis gereksinimini üstlenmeli veya sözleşmeli bir bakım hizmeti şirketine devretmelidir.

### TOZ YÖNETİMİ SEÇİM SÜRECİ

Bir işletmenin gereksinimlerine uygun en iyi toz yönetimi teknolojisinin seçimi, malzeme ve konveyör transfer noktasının boyutlarının anlaşılmasıyla başlar. Hangi sistemlerin uygun olacağını belirlemek için basitleştirilmiş bir yaklaşım bulunmaktadır (**Şekil 17.10**).

### UYGULAMAYA ÖZGÜ TOZ YÖNETİMİ

#### Sonuç olarak...

Her endüstri, uygulama tercihi ve endüstri veya coğrafi lokasyondaki yönetmelikler tarafından belirlenmiş tercih edilen toz kontrol yöntemlerine sahiptir.

Tozu kontrol etmek için kullanılan sistemler arasında yakalama, bastırma ve toplama yer alır. Bu sistemler ayrı olarak veya birlikte kullanılabilir. Bu toz kontrol yöntemlerinin herhangi birini gerçekleştirmek için kullanılabilir çeşitli teknik ve teknolojiler vardır.

Tozla başarıyla savaşmak için, herhangi bir dökme malzeme taşıma işletmesi, kendi probleminin tüm yönlerini anlamalıdır. Bu yönler, sonuçları, kaynakları, ölçme yöntemlerini ve kontrol yöntemlerini içerir. Bir işletme, kendi ihtiyaçlarına ve uygulamanın sınırlamalarına dayanarak en uygun çözüme seçmelidir. Hangi çözüm seçilirse seçilsin, işletme, toz kontrol sistemini verimli çalışır halde tutmak için güvenlik ve bakım gereksinimlerinin bilincinde olmalıdır.

#### İlerideki bölümlerde...

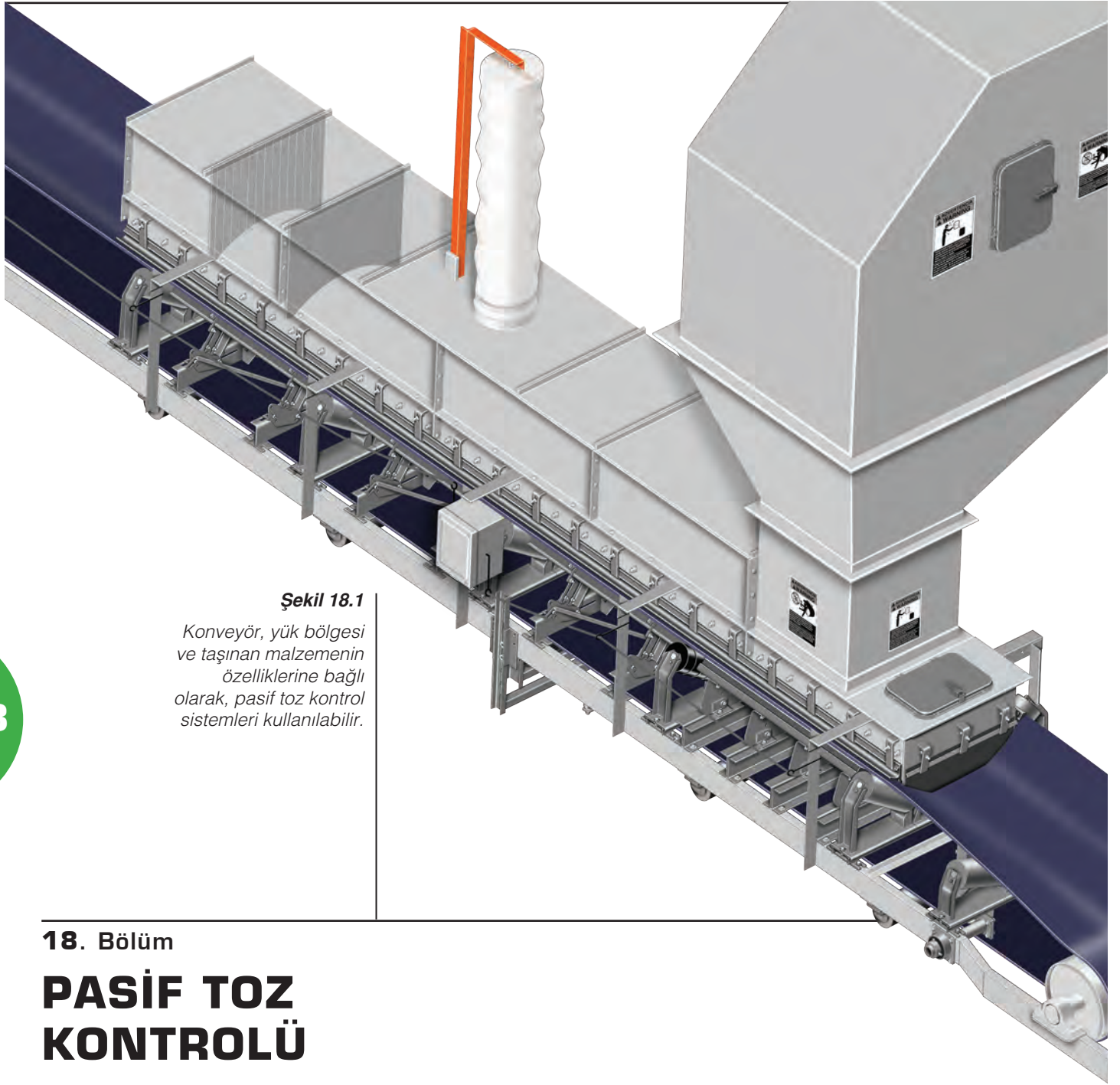
Bu bölüm Toz Yönetimi kısmına giriş yaparak tozu kontrol etmenin önemini

açıklarken konuya bir genel bakış sağladı. Aşağıdaki üç bölüm, çeşitli açıları daha detaylı ele alarak toz yönetimi konusuna devam etmektedir: Pasif Toz Kontrolü, Toz Bastırma ve Toz Toplama. Eğer toz yönetimi sisteminin tüm parçaları doğru şekilde bir araya getirilirse, işletme daha temiz, daha güvenli ve daha üretken hale gelecektir.

### REFERANSLAR

- 17.1 Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (2005). *BELT CONVEYORS for BULK MATERIALS, Sixth Edition*. Naples, Florida.
- 17.2 Konveyör ürünlerinin herhangi bir üreticisi ve distribütörlerinin çoğu, kendi özel ürünlerinin yapısı ve kullanımını hakkında çok çeşitli materyaller sağlayabilir.





**Şekil 18.1**

*Konveyör, yük bölgesi ve taşınan malzemenin özelliklerine bağlı olarak, pasif toz kontrol sistemleri kullanılabilir.*

18

## 18. Bölüm

# PASİF TOZ KONTROLÜ

Transfer Noktalarındaki Tozu En Aza İndirme .....	297
Şutlar ve Çökme Bölgeleri.....	297
Transfer Noktasına Giren Havanın Kontrolü .....	299
Çıkış Alanı Toz Perdeleri.....	300
Toz Torbaları .....	301
Tipik Özellikler .....	302
Güvenlik Hususları .....	302
Gelişmiş Konular .....	302
Pasif Kontroller Yeterli Olmadığında.....	303

**Bu bölümde...**

Bu bölümde, ilk konveyör tasarımına dahil edilebilecek veya ihtiyaç doğdukça eklenebilecek pasif toz kontrolü için kullanılan çeşitli yöntemleri ele alıyoruz: tozu bastırma ve yakalama yöntemleri. Montaj ve bu yöntemlerin farklı uygulamalarda kullanım yolları hakkında bilgi verilmektedir.

Konveyör yükleme bölgeleri ve tahliye noktaları, asılı tozun oluşumu ve yayılmasında başlıca kaynaklardır. Asılı tozu kontrol etmek için, konveyör yükleme ve boşaltma bölgelerine monte edilebilecek çeşitli sistemler vardır. Doğru sistemin seçimi, taşınan malzemenin doğası, banda düşüş yüksekliği ve boşaltma ve yükleme bantlarının hızları ve açıları gibi birtakım faktörlere bağlı olacaktır.

Konveyör, yük bölgesi ve taşınan malzemenin özelliklerine bağlı olarak, pasif toz kontrol sistemleri (elektrik veya su gibi dış kaynaklar gerektirmeyen sistemler) kullanılabilir (**Şekil 18.1**).

**TRANSFER NOKTALARINDAKİ TOZU EN AZA İNDİRME**

Tozun tamamen ortadan kaldırılması mümkün olmasa da, toz kontrolünde göz önünde bulundurulacak ilk husus daima, oluşan asılı toz miktarının en aza indirilmesi olmalıdır. Bu nedenle, sistem tasarımında veya üretim tekniğinde, üretilen toz miktarını azaltacak herhangi bir değişiklik dikkate alınmalıdır.

Örneğin, düşme yüksekliğinin en aza indirilmesi, ince tanelere uygulanan enerji miktarını düşürür ve havaya kaldırılan toz miktarını azaltır. Sonuç olarak, konveyör sistemlerini, uygulanabilir minimum malzeme düşüş mesafeleriyle tasarlamak en iyisidir.

Toz oluşumunu tamamen önlemek genellikle mümkün olmadığından, tozu bastırma ve yakalamak için diğer sistemler kullanılmalıdır. En basit şekliyle bu toz kontrol sistemleri, transfer noktasının tasarlanması sırasında, hava akışının azaltılması

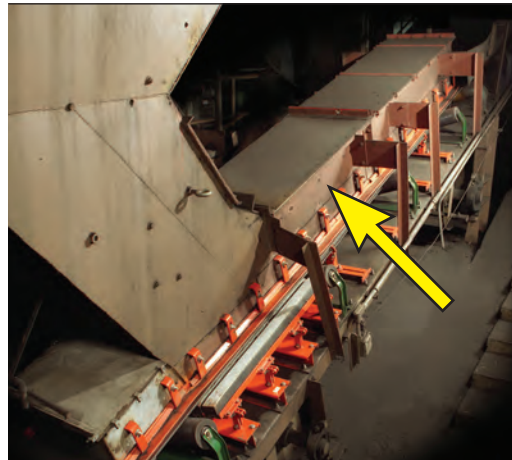
ihtiyacına dikkat gösterilmesinden fazlasını içermez.

Sistemden geçen hava akışı, transfer noktasına giren hava miktarı en aza indirilerek, muhafaza, hava akışını yavaşlatacak veya en aza indirecek kadar büyük yapılarak ve hava hareketini yavaşlatmak için ek kontrol önlemleri kullanılarak yönetilebilir. Hava hızı azaldıkça, asılı parçacıklar düşen hava hızı tarafından desteklenemeyecek kadar ağırlaşır ve hava akımından düşmeye başlar.

**ŞUTLAR VE ÇÖKME BÖLGELERİ****Çökme Bölgesini Genişletme**

Bernoulli Prensibinin bir örneği olarak, Venturi etkisi, bir hava akımının bir daralmadan geçerken hızlanmasıdır. Bunun nedeni, hava daralmayı terk ederken, daralmanın rüzgara karşı olan tarafındaki basıncın yükselmesi ve rüzgar yönündeki basınç düşüştür. Bu temel fizik ilkesine uygun olarak, transfer noktasından geçen hava akışını yavaşlatmak için, kapalı alan büyütülmelidir.

Konveyör transfer noktalarında, bu kapalı alana çökme bölgesi adı verilir (**Şekil 18.2**). Çökme bölgesi, yükleme bölgesinin darbe alanının ötesindeki alandır. Çökme bölgesinin uzunluğu, hava akışını yavaşlatmak ve asılı tozun ana malzeme yüküne geri dönmesini sağlamak üzere tasarlanır. (Bkz. 11. Bölüm: *Yükleme Teknikleri*; özellikle *Denklem 11.1*). Çökme bölgesinin yüksekliği,

**Şekil 18.2**

Çökme bölgesi, hava akışının yavaşlatıldığı ve asılı tozun ana malzeme yüküne dönmesine izin verildiği, yükleme bölgesinin darbe alanının ötesindeki alandır.

transfer noktasından geçen hesaplanmış hava akışının, saniyede 1 metrenin (200 ft/dk) altına kadar yavaşlatılacağı şekilde olmalıdır. (Bkz. 11. Bölüm: Yükleme Teknikleri; özellikle Denklem 11.2).

### Modüler Şut Duvarı Sistemleri

Yükleme teknesi alanları, modüler şut duvarı sistemleri kullanılarak etkili çökme bölgesi vazifesi görecekları şekilde yapılabılır veya genişletilebilir (Şekil 18.3). Bu sistemler, prefabrikasyonun ekonomikliğini sahada montajın kolaylığıyla birleştirmek için, birbirine cıvatalama yöntemiyle monte edilen biçimlendirilmiş duvar panelleri kullanır. Standart büyüklüklerde gelirler

**Şekil 18.3**

Modüler şut duvarı sistemleri, prefabrikasyonun ekonomikliğini sahada montajın kolaylığıyla birleştirmek için, birbirine cıvatalama yöntemiyle monte edilen biçimlendirilmiş duvar panelleri kullanır.



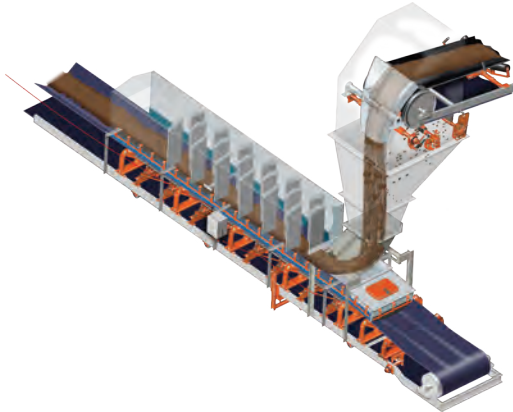
**Şekil 18.4**

Modüler sistem, yeni bir transfer noktasında çökme bölgelerinin tasarımı ve yapımında veya mevcut transfer noktalarının değiştirilmesinde kullanılabilir.



**Şekil 18.5**

Tasarlanmış akış şutları genellikle, hareketli malzeme akımını yönlendiren ve zapt eden bir "davlumbaz ve saptırma şutu" tasarımı kullanır.



ve çoğu çökme bölgesi şartlarına uyacak şekilde birleştirilebilirler.

Mevcut çökme bölgeleri, bu modüler şut duvarı veya yükleme teknesi sistemleri kullanılarak kolaylıkla genişletilebilir (Şekil 18.4). Bu modüler sistem aynı zamanda, kolaylığından ve saha dışında üretiminden istifade etmek için yeni transfer noktası inşasında çökme bölgelerinin tasarımı ve yapımı için kullanılabilir. Eğer malzeme veya konveyör özelliklerindeki değişiklikler nedeniyle transfer noktası tadilatları gerekirse, modüler sistemler, sistemlerin modernleştirilmesini kolaylaştırır.

### Tasarlanmış Akış Şutları

Pasif toz kontrolüne gelişmiş bir yaklaşım, tasarlanmış akış şutlarının kullanılmasıdır. Bu şutlar genellikle, hareketli malzeme akışını yönlendiren ve zapt eden bir "davlumbaz ve saptırma şutu" tasarımı içerir (Şekil 18.5).

Davlumbaz malzeme kütesinin yayılmasını en aza indirerek akımı aşağı doğru saptırır. Saptırma şutu, malzemenin, ister bir tekne ister başka bir konveyörün yükleme bölgesi olsun, bir kaba doğru aşağı kaymasını sağlamak için pürüzsüz bir iniş hattı sağlayan eğimli bir yükleme şutu sağlar. Saptırma şutu, yük bölgesindeki malzemenin hızını, yönünü ve darbe seviyesini kontrol ederek malzemeyi eşit ve sürekli olarak "besler".

Temelde, bu "davlumbaz ve saptırma şutları" malzeme akımını dar bir profilde tutar ve malzemenin transfer noktasından doğal akışının bozulmasını en aza indirir. Malzemeyi birleştirilmiş bir kütlede tutarak, transfer noktasına emilen hava miktarını azaltır; malzeme yolunun kontrol edilmesi darbeyi, dolayısıyla toz oluşumunu azaltır.

Bu sistem, bant hızı ve yönünü yaklaştırmak için yük bölgesindeki malzeme darbesinin hızını ve kuvvetini azaltarak, malzeme besleme yapılan konveyöre vurduğunda oluşan sıçramayı hafifletir. Bu sayede, toz ve yüksek hızda kaçan hava daha az olur. Malzeme bandın üzerine iyi kötü nazik bir

şekilde yatırıldığından, bandın üzerinde malzemede minimum yuvarlanma veya çalkantı olur.

Banda hasarı azaltacak daha darbe ve malzemeyi bandın yanlarından dışarı itecek daha az yan kuvvet vardır.

Bazı durumlarda, ya davlumbaz ya da saptırma şutu kullanılır; ikisi birden kullanılmaz. Bazen, her ikisini de tasarıma dahil edecek yeterli alan bulunmaz. Çok yapışkan malzemeler için, merkez yüklemesinde akımı aşağı doğru yönlendirmek amacıyla davlumbaz kullanılabilir. Bu değişiklik çoğu zaman, çok değişken malzemeler taşıyan yerüstü konveyörlerinde veya nikel konsantresi veya boksit gibi yapışkan malzemeler taşıırken görülür. Yerçekimi ve malzemenin akışı, davlumbazda birikmeyi ve şutu tıkanmasını önleyecektir. Serbest akan malzemelerin bulunduğu diğer durumlarda, bant aşınmasını ve yan kenar basıncını en aza indirmek amacıyla akımın yönünü değiştirmek için yalnızca saptırma şutu kullanılır. Eğer dökme malzemelerin özellikleri değişkense, saptırma şutları tıkanmaya veya taşmaya yatkındır. Malzemelerin çeşitliliğine karşı saptırma şutunun tasarımında biraz pay bırakılabilir. “Davlumbaz ve saptırma şutu” konseptinin kullanımındaki başlıca dezavantaj, bu özel olarak tasarlanmış bileşenlerin ilk maliyetidir. Bununla birlikte, kullanılabilirlikleri ve korunabilirlikleri yerlerde, azaltılmış toz, döküntü ve bant aşınması olarak önemli faydalar sağlayacaklardır.

Bu “davlumbaz ve saptırma şutu” sistemi en iyi şekilde, dökme malzeme akış hızı mümkün olduğunca düzenli tutulduğunda çalışır. Bu sistemin başarısı, birçok işletmedeki aktif toz toplama sistemi ihtiyacını pekala ortadan kaldırabilir. (Bkz. 22. Bölüm: *Tasarlanmış Akış Şutları*)

## TRANSFER NOKTASINA GİREN HAVANIN KONTROLÜ

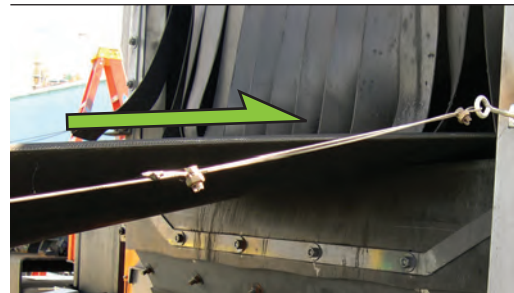
Malzeme yükü baş tamburunu terk ederken yayılmaya başlar ve yayıldıkça, içe daha fazla hava çekmeye çalışır. Bu nedenle, şut giriş alanı, hareket eden malzeme

akışı tarafında daha fazla havanın emilmesini önlemek için mümkün olduğunca kapatılmalıdır.

Emilen havayı en aza indirmek için kullanılan başka bir teknik de, baş (tahliye) şutuna girmeden birkaç fit önce konveyörün gelen kısmını kapatmaktır. Bu muhafaza, bandın taşıyıcı ve dönüş tarafları arasında, bandın dönüş tarafı ve şut arasında ve şut ve malzeme yükünün üstü arasında bariyerler içerir (**Şekil 18.6**). Bu bariyerler çoğu zaman kauçuk tabakalar veya perdelerden oluşturulur. Buradaki fikir, malzeme baş tamburundan boşaldığında dağılırken malzeme akışının içine çekilecek havanın miktarını azaltmak için mümkün olduğunda fazla alanı kapatmaktır.

Havanın tahliye şutunun içine akışını kısıtlayacak kapalı bir taşıyıcı tarafa sahip olma avantajları olduğundan, hava destekli konveyörlerin kullanılması düşünülmelidir. Tahliye şutuna hava akışını engellemek için bariyerler kullanılması, yayılan malzemenin malzeme akımıyla birlikte, malzeme akımı başka bir banda, depolama teknesine veya stok sahasına indiğinde eninde sonunda bırakılacak havayı sürüklenme yeteneğini azaltacaktır. Havanın şutun içine çekilebileceği veya tozun şuttan atılabileceği açık alanları en aza indirmek için şuttaki diğer tüm açıklıkları kontrol etmek de eşit derecede önem taşır. Mil ve sensörlerin çevresindeki erişim kapıları ve açıklıklar, sızdırmazlıklarla donatılmalıdır.

Bir yükleme bölgesine bant girişinde havanın emilmesini azaltmak için kullanılacak bir teknik de, dönüş yolu ve taşıma yolu arasına (çoğunlukla bir toz perdesi, kullanılmış bant tertibatı veya bir kauçuk tabakasından oluşturulan) bir bariyerin



**Şekil 18.6**

Transfer sistemine girerken konveyör bandı çevresinde hava girişini önlemek amacıyla bariyerler oluşturmak için kauçuk perdeler kullanılabilir.

monte edilmesidir. Baş şütünun bir tarafından diğerine yerleştirilen bariyer, baş tamburunu kısmen kapatarak onu izole eder ve hava akışını azaltır. Baş tamburundaki tüm açıklıklar, emilen havayı mümkün olduğunca azaltmak için kapatılmalıdır. Bu, mil sızdırmazlıklarını, muayene kapılarını, bant sıyrıcısı açıklıklarını ve bant giriş ve çıkış alanlarını içerebilir.

### ÇIKIŞ ALANI TOZ PERDELERİ

Pasif toz kontrolü için başka bir teknik, transfer noktasının çökme bölgesi alanının çıkış ucu yakınına toz perdeleri takılmasıdır (Şekil 18.7). Burada, bandın transfer noktasını terk ettiği yerde, kauçuk perdeler, hava hızlarını yatıştırarak asılı tozların bandın üzerine geri düşmesini sağlayan bir bariyer veya deflektör vazifesi görür. Perdeler, hava akışını azaltmak ve tozun çökmesine izin vermek için bir “çökme bölgesi” oluşturur.

Çoğu konveyör, en az iki perde takılmasının yararını görür. Özellikle toz toplama ve/veya bastırma sistemlerinin izole edilmesi gereken yerlerdeki bazı tesisatlar, ek perdelerin takılmasından istifade edebilir.

Bu kauçuk perdeler, yükleme teknesi kadar geniş ayrı perdeler olarak veya yükleme teknesi genişliğinin bir parçası olarak üretilebilir ve daha sonra hava akışını yavaşlatmak için değişimli olarak veya “gitgel” şeklinde monte edilebilir (Şekil 18.8).

Bu perdeler 60 ila 70 durometre elastomer olmalı ve bandın üzerindeki taşınan ürün yığınının tepesinden yaklaşık olarak 25 milimetre (1 inç) uzamalıdır. Perdeler, transfer noktası muhafazasının üstünden geçirilerek aşağı doğru takılabilir. Perdeler, malzeme yükünün oluk açlarına ve profiline uymaları için çoğu zaman sahada kırılır.

Perdeleri üzeri kaplı şüt tertibatının sonuna yerleştirmek yerine, şüt tertibatının ucundan 300 ila 600 milimetre (12 ila 24 inç) arasında bir mesafede, üzeri kaplı şüt tertibatının içine monte edilmeleri daha iyidir. Bant hızı ne kadar yüksekse, şüt tertibatının o kadar içine monte edilmeleri gerekir. Perde çelik muhafazanın sonunda olduğunda, perdenin vurduğu herhangi bir malzeme parçacığı banttan çıkarılabilir. Perdeler, son perde muhafaza sonunun içinde olacak şekilde yerleştirildiğinde, perdelerle temas eden herhangi bir malzeme, kapalı alanın sınırları içinde sabit bir profile çökecek alana sahip olur. Perdeler, kabaca 450 milimetre (18 inç) arayla asılmalı, tozun çökebileceği ve toz toplama veya bastırma sistemlerinin uygulanabileceği bir alan oluşturulmalıdır. Toz bastırma sistemleriyle birlikte çift toz perdesi kullanımı, The Raring Corporation (web sitesi: raringcorp.com) şirketinin patentli teknolojisidir. Eğer perdeler toz bastırma ve/veya toz toplama tesisatlarını izole etmek için kullanılıyorsa, 900 milimetre (36 inç) arayla yerleştirilmeleri daha iyidir.

İki veya daha fazla perdenin takıldığı durumlarda, hava kontrol kabiliyetlerini iyileştirmek için iç perdeler katı (kesilmemiş) kauçuk olabilir. Malzemenin banttan “atılması” riskini azaltmak için yalnızca son veya çıkış perdesinin boylamasına kesilmesi gerekir.

**Şekil 18.7**

Pasif toz kontrolü için başka bir teknik, transfer noktasının çökme bölgesinin çıkış ucunda, şüt tertibatının sonuna yakın yere toz perdeleri takılmasıdır.



**Şekil 18.8**

Toz perdeleri, yükleme teknesi genişliğinin bir parçası olarak üretilebilir ve daha sonra, hava akışını yavaşlatmak için değişimli olarak veya “gitgel” şeklinde takılabilir.





Perdeler, şuta kolay bakım erişimi sağlamalı ve değişime izin vermek için kolaylıkla çıkarılabilir olmalıdır.

## TOZ TORBALARI

Pozitif hava basıncının (yükleme bölgesinden geçen ve uzaklaşan havanın kuvvetinin), sızdırmazlık sistemine karşı dış basıncı en aza indirecek ve toz çıkmasını azaltacak şekilde kontrol edilmesi önemlidir.

Pasif bir yaklaşım da en az bir toz toplayıcı filtre torbasının montajıdır (**Şekil 18.9**). Toz torbaları, hava şartlarından korunabilir ve hala, bir torba filtreli merkezi toplama sistemi ihtiyacı olmadan tozu toplama yöntemi sağlayabilir; çoğunlukla genişletilmiş bir çökme bölgesi mümkün olmadığında veya kontrol edilecek büyük bir üretilen hava miktarı bulunduğunda kullanılır. Bu torbalar, tesis ortamına toz kaçışını en aza indirmek için çıkış havasını filtreler. Bu sistemler, çevrili kısmın çatısında açık bir giriş deliği ve giriş deliğinin üzerine geçirilmiş bir filtre torbası, çorabı veya kolundan oluşur (**Şekil 18.10**). Bu torbalar, giriş deliğinin ağzına basit bir dairesel kelepçeyle takılabilir. Pozitif hava basıncı toz torbasının içinden boşaltılır ve toz, torbanın içinde zapt edilir. Bir transfer noktası, torbanın büyüklüğüne ve geçirgenliğine ve transfer noktasının hava akışına bağlı olarak bu toz torbalarından birden fazla monte edilmesini gerektirebilir.

Toz torbaları genellikle, torbanın üstünde, baş üstü desteklerinden asılmalarına izin veren bir halka içerir (**Şekil 18.11**). Torba destek kolu olmadan uzayabilmekle birlikte, torba rüzgara maruz kalarak veya yana yatarak hasara açık hale gelebilir. Bu basınç boşaltma torbalarının, kar veya yağmur gibi çevre etkilerine maruz kaldığı tesisatlarda, torbalar koruyucu bir muhafazanın içine monte edilmelidir.

Her torba, filtre malzemesinin geçirgenliği ve torbanın yüzey alanına göre belirli bir hava akışı kapasitesine sahiptir. Gerekli torbaların büyüklüğü ve sayısı doğrudan torba özellikleriyle bağlantılıdır. (Bkz. Ge-

*lišmiş Konular: Bir Toz Torbasının Büyüklüğünü Hesaplama*)

Bir toz torbası genellikle, yük bölgesinden akış aşağı, transfer şutu uzunluğunun üçte birinde bir noktaya monte edilmelidir. Toz perde(ler)inin çevrili alanın içine, torbanın her yanına birer adet monte edilmesi önerilir, çünkü bu, hava akışını yavaşlatarak toz torbasından daha fazla hava çıkmasını sağlayacaktır.

Torbanın tam olarak uzatılmasına ve destek yapısının montajına izin vermek için şut tertibatının üzerinde yeterli açıklığın bulunmasını sağlamaya dikkat edilmelidir. Toz, filtre torbasından mekanik olarak, elle sallayarak, hatta konveyörün duruş süresin-



**Şekil 18.9**

Toz torbaları hava şartlarından korunabilir ve hala, bir torba filtreli merkezi toplama sistemi ihtiyacı olmadan tozu toplama yöntemi sağlayabilir.



**Şekil 18.10**

Toz torbaları, çevrili kısmın çatısında açık bir giriş deliği ve giriş deliğinin üzerine geçirilmiş bir filtre torbası, çorabı veya kolundan oluşur.



**Şekil 18.11**

Toz torbaları genellikle, torbanın üstünde, baş üstü desteklerinden asılmalarına izin veren bir halka içerir.

de havanın dışı akışı durduğunda torbanın kısmi çöküşüyle çıkartılabilir.

Toz torbaları kullanıldıklarında bir statik yük oluşturabilir. Bu yük, eğer koşulları önceden hazırlanmışsa patlamaya yol açabilecek bir kıvılcıma neden olabilir. Bu olayla mücadele etmek için, torba üreticileri, malzemenin içine paslanmaz çelik bir ızgara örmekte ve biriktirdiği herhangi bir yükü dağıtmak için ızgarayı topraklamaktadır. Bu dağıtma, dokumanın içine iletken karbon elyaflar örülerek de başarılabilir. Eğer patlayıcı toz potansiyeli varsa, statik dağıtıcı toz torbaları kullanılmalıdır.

## TİPİK ÖZELLİKLER

### A. Toz torbaları

Yükleme teknesi kaplaması, fazla pozitif hava akışını boşaltmak ve asılı tozu yakalamak için bir (veya daha fazla) toz torbasıyla donatılacaktır. Her bir torba, transfer noktasında saniyede 0,5 metre-küplük (1000 ft<sup>3</sup>/dk) hava akışı boşaltacak şekilde boyutlandırılacaktır. Torba, yükleme teknesinin çatısındaki bir giriş deliği üzerine oturacak ve kaplamaya takılı bir destek koluna asılacaktır. Torba, toz patlaması riskini azaltmak için statik dağıtma teknolojisi içerecektir. Torbada kullanılan dokuma, taşınan dökme malzemeye uygun olacaktır.

### B. Toz perdeleri

Şut tertibatının çökme bölgesi, ani hava akışı dalgalarını azaltmak ve hava akışı yolunun uzunluğunu artırmak için en az iki toz perdesiyle donatılacaktır. Perdeler elastomer kauçuktan üretilen ve yükleme teknesi kaplamasından sarkacaktır. Perdelerin alt kenarı, konveyörün oluk açısına ve banttaki malzemenin profiline uyacak şekilde sahada kesilecektir. Toz perdeleri 450 milimetre (18 inç) aralıkla yerleştirilecek ve son perde, yükleme teknesinin çıkışından 300 ila 600 milimetreden (12 ila 24 inç) daha yakın olmayacak şekilde monte edilecektir.

### C. Çökme bölgesi

Çökme bölgesi, taşınan dökme malzemeye uygun malzemelerden üretilen bölgedir. Çökme bölgesinin uzunluğu ve yüksekliği, transfer noktası hava hızını saniyede 1 metrenin (200 ft/dk) altına indirecek şekilde hesaplanmalıdır. (Bkz. 11. Bölüm: Yükleme Teknikleri; özellikle Denklem 11.1 ve 11.2).

## GELİŞMİŞ KONULAR

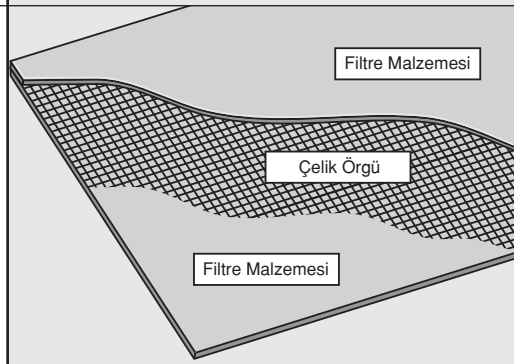
### Bir Toz Torbasının Büyüklüğünü Hesaplama

Toz torbaları, belirli bir zaman aralığında sınırlı miktarda hava çıkarabilir. Bu hava



## GÜVENLİK HUSUSLARI

Patlama risklerini azaltmak için, toz torbasının dokuması, içinde bir topraklama teli içerecek şekilde örülebilir (Şekil 18.12).



**Şekil 18.12**

Patlama risklerini azaltmak için, toz torbasının dokuması, içinde bir topraklama teli içerecek şekilde örülebilir.

Bu teller herhangi bir elektrik yükünü toprağa aktaracaktır. Teller, Deutsches Institut für Normung (DIN) Standardı 54345'in 1 ve 2. bölümlerine uygun olarak düşük elektrik direnci sağlar. Yere ve erişime bağlı olarak, toz torbalarında bakım yapmadan önce konveyörde kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürlerinin gerçekleştirilmesi gerekebilir. Eğer toplanan toz bir sağlık riski taşıyorsa, uygun kişisel koruyucu ekipman (PPE) kullanılmalı ve uygun imha yöntemleri kullanılmalıdır.

akışı hızı, filtre aracının geçirgenliği ve torbanın alanıyla orantılıdır.

Toz torbasını bir uygulamaya göre boyutlandırma süreci aşağıdaki şekildedir:

- Hava akışını bulun. Bu akış ölçülebilir veya hesaplanabilir. (*Toplam hava akışı hakkında daha fazla bilgi için bkz. 7. Bölüm: Hava Kontrolü; özellikle Denklem 7.1 - Toplam Hava Akışı Hesabı*).
- Hava akışına makul bir güvenlik faktörü uygulayın.
- Hava geçişine izin verecek, fakat uygulamadaki tozu durduracak bir filtre aracı seçin.
- Statik dağıtıcı dokuma gerekip gerekmediğini belirleyin.
- Gerekli hava akışını, dokumanın geçirgenliğine bölerek dokumanın alanını bulun (**Denklem 18.1**).
- Torbayı, gerekli alana sahip olacak ve uygulama geometrisine uyacak şekilde tasarlayın. Bu alana bir veya birden fazla torbayla ulaşılabilir.

gerçekten mümkün olmadığı için, pasif toz kontrolü yöntemleri tozu bastırmak ve yakalamak için başarıyla kullanılabilir.

Farklı yöntemler mevcuttur ve herhangi bir sistemin kullanımı, konveyörün, yük bölgesinin ve taşınan malzemenin özelliklerine bağlıdır.

Bununla birlikte, malzeme koşullarının ve/veya proses tasarımının, ek toz kontrol sistemleri gerektireceği birçok malzeme taşıma sistemi vardır. Bu sistemler, toz bastırma ve/veya toz toplama sistemlerini içeren aktif toz yönetimi teknolojileri gerektirir. Toz bastırma ve/veya toplama seçimi, malzemeyi, nasıl taşındığını ve prosesdeki bir sonraki adımı içeren diğer kriterler tarafından belirlenecektir. (*Daha fazla bilgi için bkz. 19. Bölüm: Toz Bastırma ve 20. Bölüm: Toz Toplama*)

#### İlerideki bölümlerde...

Toz Yönetimi kısmındaki ikinci bölüm olan Pasif Toz Kontrolü başlıklı bu bölümde, elektrik veya su gibi dış kaynaklar gerektirmeyen toz kontrolü yöntemleri anlatıldı. Aşağıdaki iki bölüm bu kısmın devamıdır ve aktif toz kontrolü yöntemlerini anlatmaktadır: Toz Bastırma ve Toz Toplama.

## PASİF KONTROLLER YETERLİ OLMADIĞINDA

### Sonuç olarak...

Toz oluşumunu tamamen önlemek

$$A = \frac{SF \cdot Q_{tot}}{P_f}$$

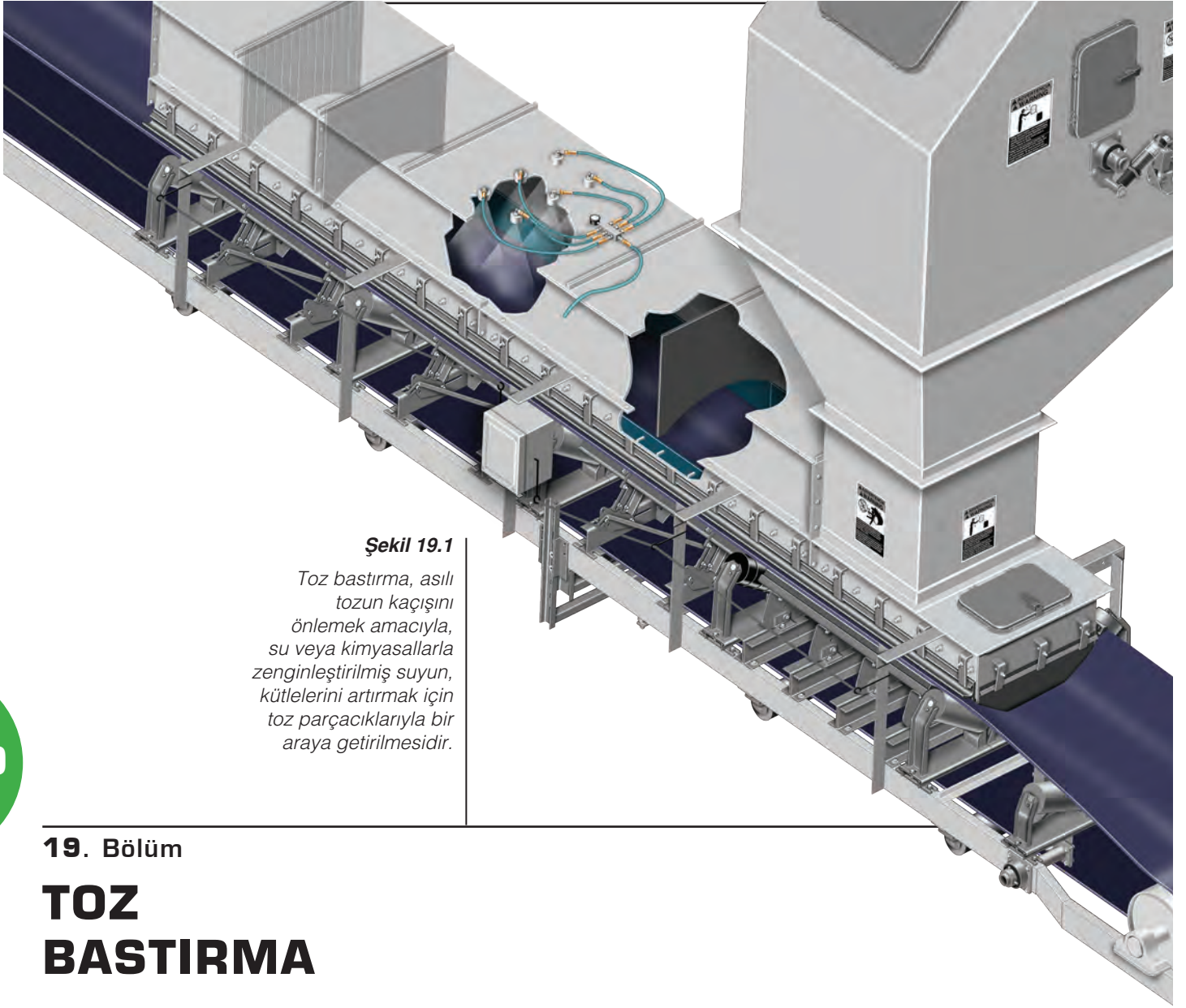
**Eldeki veri:** Bir toz torbası saniyede 0,25 metreküp (540 ft<sup>3</sup>/dk) dağıtılmalıdır. Malzeme geçirgenliği saniyede 0,127 metredir (25 ft/dk). Güvenlik faktörü olarak 1,25 kullanın

**Bulunacak:** Gerekli filtre aracı alanı.

	Değişkenler	Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
<b>A</b>	Filtre Torbasının Alanı	metrekare	fit kare
<b>SF</b>	Güvenlik Faktörü	1,25	1.25
<b>Q<sub>tot</sub></b>	Toplam Hava Akışı	0,25 m <sup>3</sup> /s	540 ft <sup>3</sup> /dk
<b>P<sub>f</sub></b>	Geçirgenlik	0,127 m/s	25 ft/dk
<p><b>Metrik:</b> <math>A = \frac{1,25 \cdot 0,25}{0,127} = 2,5</math></p> <p><b>İngiliz:</b> <math>A = \frac{1,25 \cdot 540}{25} = 27</math></p>			
<b>A</b>	Filtre Torbasının Alanı	2,5 m <sup>2</sup>	27 ft <sup>2</sup>

#### Denklem 18.1

Filtre Torbası Alanını Hesaplama

**Şekil 19.1**

Toz bastırma, asılı tozun kaçışını önlemek amacıyla, su veya kimyasallarla zenginleştirilmiş suyun, kütlelerini artırmak için toz parçacıklarıyla bir araya getirilmesidir.

19

**19. Bölüm****TOZ  
BASTIRMA**

Toz Bastırma .....	305
Suyla Bastırma .....	306
Sisle Bastırma .....	309
Kimyasallar Ekleme .....	311
Köpükle Bastırma .....	312
Artık Kimyasallar .....	314
Sistemler ve Yerleştirme .....	316
Güvenlik Hususları .....	317
Sistem Bakımı .....	317
Tipik Özellikler .....	318
Tipik Toz Bastırma Uygulamaları .....	318
Gelişmiş Konular .....	321
Toz Bastırma: Yapbozun Bir Parçası .....	321

## Bu bölümde...

Bu bölüm, su veya katkı maddesiyle zenginleştirilmiş su püskürtme sistemleri, köpük sistemleri ve sis sistemlerini içeren, toz bastırma sistemlerinin çeşitli tiplerini incelemektedir. Sistemlerin avantaj ve dezavantajları yanında, çeşitli yöntemlerin kullanımı hakkında genel rehber bilgiler verilmektedir. Bu materyalin amacı, kural koymaktan ziyade, tanımlayıcı olmaktır. Bu bilgilerin herhangi bir şekilde uygulanmasına, söz konusu uygulama hakkında bilgi sahibi olan deneyimli uzmanlar rehberlik etmelidir.

Toz bastırma, asılı tozun kaçışını önlemek amacıyla, su veya kimyasallarla zenginleştirilmiş suyun, kütlelerini artırmak için toz parçacıklarıyla bir araya getirilmesidir. Su veya su/kimyasal karışımı (ince parçacıkların havaya taşınmasını önlemek için) bir malzeme kütesine veya (ıslatılmış asılı tozları malzeme geri döndüren bir perde veya bariyer oluşturmak için) malzeme kütesinin üzerindeki havaya uygulanabilir.

Bu amaçla kullanılan, “bahçe hortumuyula” su püskürtme sistemlerinden, kimyasallar eklenmiş veya eklenmemiş halde, sprey, köpük veya sis şeklinde su uygulayan gelişmiş, tasarlanmış ve otomatikleştirilmiş sistemlere kadar uzanan birçok sistem vardır (**Şekil 19.1**).

Toz bastırma sistemlerinin bir avantajı da, işlem gören malzemenin, bir toz toplama sisteminde olduğu gibi, yeniden işlenebilmesi için işleme tabi tutulmasının gerekmemesidir. Bastırılan toz, ana taşınan malzeme kütesine geri döndürülür ve daha sonra, malzemeyi kazımak için ek malzeme taşıma ekipmanı gerekmeden proseste devam eder.

Malzemenin nem eklenmesine veya tozun proseste geri dönüşüne olumsuz cevap vereceği hiçbir durumda, bir toz bastırma sistemi önerilemez.

## TOZ BASTIRMA

### Seçenekleri Değerlendirme

Her bir uygulama için en iyi toz kontrol seçiminin belirlenmesi birtakım faktörlere bağlıdır. Anahtar, malzemenin, uygulama koşullarının ve gerekli performans seviyesinin anlaşılmasıdır.

Çeşitli toz bastırma yöntemlerinin uygulanabilirliğine dair bazı genel kılavuzlar mevcuttur (**Tablo 19.1**).

Montaj maliyetleri ve güç, kimyasallar ve bakım için sürekli işletme maliyetleri gözden geçirilmelidir. Sistem seçiminde göz önünde bulundurulması gereken başka bir husus da, su, tazyikli hava ve elektrik gücü gibi kaynakların mevcudiyetidir.

Basit bir su spreyi en düşük işletme maliyetini sunabilir, fakat aynı zamanda en az etkili çözüm de olabilir.

### Boyut Önemlidir

Toz bastırma sistemlerinin temel prensibi, toz parçacıklarının (ister asılı ister taşınan dökme malzeme kütesinde hapşolmuş olsun) aynı nispi büyüklükteki su parçacıklarıyla etkileşiminin daha muhtemel olmasıdır.

Su damlacıkları toz parçacıklarıyla karışıp topaklandığında, ortaya çıkan daha ağır, birleşmiş parçacıklar malzeme kütesine geri düşer. Maksimum verim için, bir toz bastırma sisteminin su parçacıkları, asılı tozun kendine özgü boyut aralığı içinde tutulmalıdır. Eğer su damlacıkları çok büyükse, daha küçük toz parçacıkları genellikle onların çevresinde “savrulacak”, damlacıkların çevresindeki hava akımı tarafından kenara itilecektir (**Şekil 19.2**). Eğer su damlacıkları uygun şekilde boyutlandırılmış ve söz konusu alan için yeterli miktarda sağlanmışsa, damlacıklar malzeme parçacıklarına yapışacak ve havadan düşecektir.

Tablo 19.1

Toz Bastırma Uygulama Matrisi							
Toz Bastırma Sisteminin Tipi	Aşağıdakilere Sahip Uygulamalar:						
	Transfer Noktası	Kırıcılar ve Değirmenler	Stok Sahaları	Vagon Boşaltma İstasyonu	Triperler	Gemi Yükleme	Gemi Boşaltma
Su Spreyi	X			X			
Su Sisi	X						
Su + Hava Sisi	X			X		X	
Su + Yüzey Etkin Madde Spreyi	X		X	X	X	X	X
Köpük	X	X	X		X	X	
Karma Sistem Toz Bastırma + Pasif Toz Toplama	X	X					
Karma Sistem Toz Bastırma + Aktif Toz Toplama	X	X		X			X

**Notlar:** Su + Yüzey Etkin Madde Spreyi ve Köpük, bir artık etkisi gerektiğinde en iyi sonucu verir (Birden fazla uygulama noktası, kırıcılar, uygulama noktaları arasında uzun mesafeler, istifleyiciler, vb.) Su Spreyi, Su Sisi ve Su + Hava Sisi, bir artık etkisi gerekmediğinde en iyi sonuçları verir. Bazı malzeme türleri ve/veya prosesler herhangi bir kimyasal eklenmesine izin vermez.

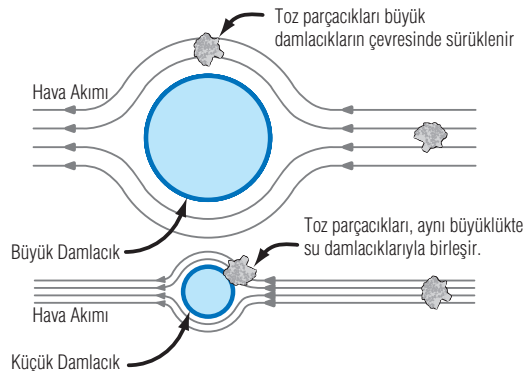
Anahtar, toz parçacıklarıyla aynı büyüklükte toz bastırma sistemi damlacıkları sağlamak ve ikisi arasında en iyi maksimum etkileşim fırsatı için bunu aynı yakınlıkta yapmaktır. En basit su püskürtme sistemlerinde, daha fazla su püskürtülerek ilave küçük su damlacıkları oluşturulur. Ne kadar fazla su püskürtülürse, uygun şekilde boyutlandırılmış su damlacıkları oluşturma fırsatı o kadar büyük olacaktır. Su ve yüzey etkin madde püskürtme sistemleri, yüzey etkin maddeler eklenmesiyle suyun nemlendirme yeteneğini kontrol ederek yakalama verimini artırır. Bu yüzey etkin maddeler, suyu “daha nemli” hale getirerek tozu yakalama verimini artırır, dolayısıyla sağlanan su miktarında bir azalma sağlar. Sisle ve kö-

pükle bastırma sistemleri tozu etkili şekilde yakalamak için gerekli küçük damlacıkları oluşturmak için diğer yöntemlere - sırayla atomizasyon ve kimyasallar- dayanır.

Bir toz bastırma sisteminin seçiminde kritik unsur, taşınan malzemelerin özelliklerinin anlaşılmasıdır. Çimento gibi bazı malzemeler suyla uyumsuzdur; bu nedenle, bastırma yönteminden uzak durulmalıdır. Bazı malzemelerden kalkan toz parçacıkları suya kolayca yapışırken, diğer malzemelerden kalkanlar yapışmaz. Bir kimyasal yüzey etkin maddenin eklenmesi, suyun, normalde hidrofobik olan bu malzemelere yapışma yeteneğini artırabilir. Belirli bir kimyasalın herhangi bir malzemeyle etkililiğini belirlemek için bir yüzey etkin kimyasal tedarikçisine danışılmalıdır. Herhangi bir toz bastırma yöntemi uygulanmadan önce, bir malzemeye ve prosese nem eklemenin sonuçları hakkında kapsamlı bilgi edinilmelidir.

Şekil 19.2

Toz parçacıkları daha büyük su damlacıkları çevresinde “savrulabilir”, fakat aynı büyüklükte damlacıklarla kolaylıkla birleşirler.



## SUYLA BASTIRMA

### Suyla Bastırma

Kaçak tozu kontrol etmenin belki de en eski yöntemi, malzeme kütesinin üzerine su püskürtülmesidir. İnce parçacıklar, dökme

malzemelerin içinde dururken veya havada taşınırken nemlendirildiğinde, her bir parçacığın ağırlığı artarak asılı hale gelme veya asılı halde kalma olasılığı azalır. Rutubet toz parçacıkları arasındaki yapışma kuvvetini artırarak toplanma (daha büyük, daha ağır parçacık grupları oluşturma) olasılıklarını artırır ve hava hareketinin ince taneleri taşımalarını zorlaştırır. Bu en çok, malzemenin, bir transfer şutunda baş tamburundan tahliye sırasında olduğu gibi, genişlediği ve içine hava çektiği bir noktada, bir dizi uygun şekilde boyutlandırılmış püskürtme nozülü aracılığıyla su uygulandığında etkilidir.

Su, bir transfer noktasının çevresinde “perde” oluşturmak için de uygulanabilir. Asılı hale gelen toz taneleri bu su “bariyerle” teması geçecek, kütlelerini artıracak, bu da onları hava akımından çıkaracaktır.

En etkili su spreylere düşük hızlı sistemlerdir. Yüksek hızlı spreylere havaya ve havadaki toz parçacıklarına hız ekleyebilir. Bu enerji, tozu malzeme külesine geri döndürme işlemine zarar vericidir.

### Su Spreylerinin Artıları ve Eksileri

Su bazlı bastırma sistemleri; mühendislik, sonuçları iyileştirme çabasıyla “su hortumu” teknolojisinin ötesine ilerledikçe daha karmaşık hale gelir. Su püskürtme sistemlerinin etkililiği, uygulanan suyun hızına, damlacık büyüklüğüne, nozül ağzının büyüklüğüne ve sprej nozüllerinin yerine ve sayısına bağlıdır. Su püskürterek toz bastırma iyileştirmek için kullanılan teknikler arasında, damlacık büyüklüğünü azaltma, damlacık sıklığını artırma veya damlacığın yüzey gerilimini azaltarak damlacıkların toz parçacıklarıyla daha kolay birleşmesini sağlama bulunur.

Su püskürtme sistemleri bazı avantajlar sunar. Uygulama sistemlerinin tasarlanması ve çalıştırılması nispeten basittir. Su genellikle ucuzdur, elde edilmesi nispeten kolaydır ve genellikle çevre ve ona maruz kalan işçiler için güvenlidir. Su kullanan toz bastırma sistemleri nispeten basit sistemlerdir ve maliyetli, dikkatle hazırlanmış

muhafazaların veya davlumbazların kullanılmasını gerektirmez. İşletmeye alındıktan sonra değişiklikler minimum masraf ve duruş süresiyle yapılabilir. Su bazlı bastırma sistemlerini monte etmek kolaydır, rüzgar veya hava hızından kaynaklanan problemlere daha az maruz kalırlar ve püskürtme nozüllerindeki büyük delikler sayesinde normalde filtrelenmiş su gerektirmezler. Sistemlerin monte edilmesi genellikle daha ucuzdur ve “kuru” toz toplama sistemlerinden çok daha az alan kaplarlar.

Ne yazık ki, su uygulanması yanında birçok sorumluluğu da getirir. Tatlı su tüketimi üzerindeki kısıtlamalar, maden işletme izinleri yanında diğer birçok endüstriyel işletmede de yaygındır. Çoğu su bastırma sistemi, daha pahalı olan içme suyu (içilebilir kalitede su) yerine, geri kazanılmış proses suyu kullanmalıdır. Bu proses suyunun içinde, sprej bileşenlerini tıkayabilecek veya aşındırabilecek kirletici maddeler veya kimyasallar bulunabilir. Su kullanılması, konveyör yapıları ve bileşenlerinde hızlandırılmış korozyonuna yol açabilir.

Başka bir dezavantaj, suyun yalnızca minimum etkiye sahip olmasıdır - su buharlaştığında, toz bastırma etkisi ortadan kalkar. Ayrıca, büyük su damlacıkları, küçük toz parçacıklarına tutunmada başarılı değildir. Sonucu artırmak için yoğunlukla daha fazla su uygulanır; bu da imha ve temizlik problemleri yaratabilir.

Tipik toz bastırma sistemlerinde çeşitli seviyelerde nem eklenir (**Tablo 19.2**).

### Su Konusunda Az Çöktür

Proses suyu birçok işletmede neredeyse bedavaya bulunabildiğinden ve düşük teknoloji sistemler aracılığıyla uygulanabildiğinden, su spreji toz kontrolünün en ucuz şekli olarak görünebilir. Su eklenmesi malzeme taşıma işlemlerini olumsuz etkileyebileceğinden bu maliyet gerekçesi yanlış bir varsayım olabilir. Birçok dökme malzeme hidrofobiktir - yüksek yüzey gerilimleri vardır ve suyla birleşmeye karşı isteksizdirler. Etkili bastırma gerçekleştirme çabası içinde, suyun miktarı artırılır. Malzeme suyla

iyi karışmadığından, bazı parçacıklar kuru kalacak ve diğerleri çok ıslanacaktır. Kuru malzeme toz oluşturmaya devam ederek, muhtemelen daha fazla su eklenmesine yol açacak ve problemi kötüleştirecektir. Aşırı derecede nemlendirilmiş malzeme, şut duvarlarında birikmeler, tıkanmış elekler, kırıcılarda azaltılmış verim ve kısaltılmış aşınma ömrü ve konveyör bantlarında geri taşınan malzeme dahil taşıma problemlerine yol açacaktır. Aşırı su, bant kaymasına bantın merkezden kaçmasına neden olabilir ve nemli (dolayısıyla yapışkan) ince tanelerin şutların içinde ve transfer noktasının çevresinde birikmesini artırabilir. Konveyör sistemlerinde malzemeye su uygularken iyi bir belit “az çok”tur.

“Proses suyu” kullanan toz bastırma sistemlerinde oluşan başka bir problem,

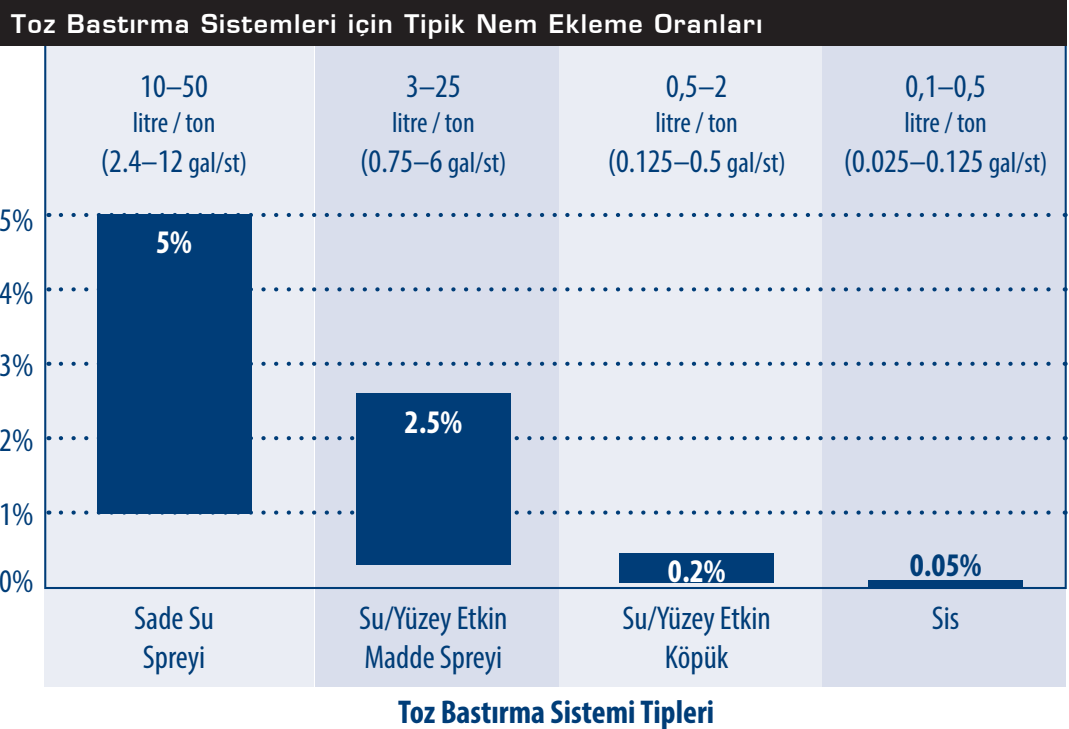
güç üretimi ve diğer ısı işlem sistemlerinde performansı düşürebilecek, malzemelerde aşırı rutubet bulunması olasılığıdır. Kazan yakıtı olarak kullanılan kömüre ve kok kömürüne eklenen aşırı su, şebekenin ısı oranlarında zararlı bir etkiye sahip olabilecek termal cezayla sonuçlanır. Ne kadar çok su eklenirse, ceza da o kadar büyük olur.

### Eklenen Nem için Termal Ceza

Yakıtın su içeriği önemli derecede artırdığında, yanma ve diğer termal proseslere önemli bir performans cezası eklenir. Kömür yakıtlı termik santraller ve çimento fabrikaları gibi uygulamalarda, prosese giren malzemeye eklenen su, proses tarafından “yakılarak atılmalıdır”. Bu, işletme verimini dramatik biçimde azaltabilir ve yakıt maliyetlerini artırabilir.

Bazı dökme malzemeler, depolama veya taşıma sırasında hava şartlarına maruziyetlerinden kaynaklanan doğal olarak değişken rutubet içeriklerine duyarlıdır. Kömür gibi birçok dökme malzeme higroskopiktir; yani havadan nem emebilirler. Kömürler, ağırlıklarının yüzde 2’si ile 45’i arasındaki seviyelerde serbest nemi emme kapasitesine sahiptir. Bu emiş, maruziyetin ilk 15 dakikasında yüzde 1,5 ile 5,5 ağırlık kazanımıyla hızlı şekilde gerçekleşir. Kararlı bir hal, maruziyetten sonra 3 ila 5 gün içinde gerçekleşir. Bu doğal değişiklikler çoğunlukla, iyi tasarlanmış ve bakım yapılmış bir toz kontrol sistemi tarafından eklenen su miktarından çok daha önemlidir. Eklenen herhangi bir su, sisteme eklenen bir maliyet anlamına gelebilir ve ısı oranını ve tesis

Tablo 19.2





verimini etkileyebilir; bu nedenle, nem eklenmesini en aza indirmek için gösterilecek çabalar dikkatle düşünülmelidir.

Kömürün linyit için 16300 kilojul / kilogramdan (7000 BTU/lb<sub>m</sub>) taş kömürü için 27900 kilojul / kilograma (12000 BTU/lb<sub>m</sub>) kadar uzanan ısı gücüyle, bir elektrik santrali, kömür taşıma işletmesine eklenen her yüzde birlik nem başına kabaca ton başına 1 ila 1,5 kilogram (1.9 ila 3.3 lbm/st) ısı kaybeder. Tesis, eklenen nemi telafi etmek için ek yakıt satın almalı, taşmalı ve yakmalıdır. (Bkz. *Gelişmiş Konular: Kömür Yakıtlı Elektrik Santralinde Termal Ceza*)

### Su Bazlı Bastırma İyileştirme

Yalnızca su kullanan püskürtme sistemi etkili toz bastırma için yüksek miktarda nem eklenmesini gerektirdiğinden, yüksek bir termal ceza uygular. Önemli miktarlarda su da malzeme taşımada problemler oluşturabilir.

Nem eklenmesini sınırlarken su bazlı toz bastırma iyileştirmek için kullanılan diğer yöntemler de dikkate alınmalıdır. Bu çözümler arasında, ince bir buğu veya “sis” püskürtmesi oluşturma veya suyu değiştirmek için kimyasal katkı maddeleri kullanma bulunur.

## SİSLE BASTIRMA

### Sisle Bastırma Sistemleri

Tozu bastırma için bir su sisinin kullanılması, tozlu malzemelere su uygulanmasını optimize etmenin bir yoludur. Bu sistemler, bir “bulut” içinde aşırı derece küçük su damlacıkları veya dağınık buğu üretmek için özel nozüller kullanır (**Şekil 19.3**). Bu damlacıklar aynı büyüklükteki toz parçacıklarıyla karışıp yığılarak, birleşmiş ve daha ağır hale gelmiş parçacıkların malzeme kütlesine geri düşmesiyle sonuçlanır. Sis sistemleri, bir nemle bastırma sisteminin su damlacıklarının, tozu etkili şekilde kontrol etmek için belirli bir büyüklükte tutulması gerektiği bilgisine dayanır. Eğer su damlacıkları çok büyükse, daha küçük toz parçacıkları genellikle onların çevresin-

de “savrulacak”, damlacıkların çevresindeki hava akımı tarafından kenara itilecektir.

Sis sistemleri, ürüne eklenen su miktarını en aza indirirken suyun zapt etme potansiyelini en yüksek seviyeye çıkaran ultra ince damlacıklar sağlar. Atomizasyon, belirli bir alanda damlacıkların sayısını artırırken, su damlacıklarının yüzey gerilimini azaltır.

Sis sistemleri malzemeye, genellikle malzemenin ağırlığının yüzde 0,1 ila 0,05'i (yüzde 1'in 1/10'u ila 1/20'si) aralığında düşük seviyelerde nem ekler. Genellikle 0,5 litre / tondan (1 pt/st) az olan bu miktarlar, malzemedeki herhangi bir bozunmayı en aza indirecektir.

Bir su sisi üretmenin iki yöntemi vardır:

#### A. İki sıvılı atomizasyon

Su ve tazyikli havadan sis üretmenin bir yöntemi, onları birlikte bir iki sıvı nozülünden geçirmektir. Burada, harici hava kaynağı, suyu parçalayarak tozu yakalama için kullanılan damlacık buğusuna dönüştüren araçtır. Tazyikli hava sağlanması, bu sistemin montajı ve çalıştırılması için ek bir masraf doğurur. Sistemin ekonomikliğinde tazyikli hava üretmenin maliyeti de dikkate alınmalıdır. Dikkat edilmesi gereken ek bir husus da, tozun hareketini daha da artırabilecek, bir transfer noktasının toz kontrolü denklemine ek hareketli hava enjekte etmenin sonucudur. Bununla birlikte, bu yöntem, nozülleri tıkayabilecek herhangi bir malzemeyi temizlemek için basitçe filtrelenmiş proses suyunun kullanılmasına izin verir.



**Şekil 19.3**

Sisle toz bastırma sistemleri, ince damlacıklardan oluşan bir buğu oluşturmak için özel nozüller kullanır.

## B. Tek sıvılı atomizasyon

İkinci sistem, tek sıvılı atomizasyon nozüllerinden pompalanan ultra ince bir su akımı kullanır. Tazyikli hava veya pompayı çalıştırmak için kullanılan dışında ek bir güç kaynağı gerektirmez. Nozül tıkanmasıyla ilgili problemleri azaltmak için temiz, tatlı su kullanılmasını (veya proses suyunun filtrelenmesini ve arıtulmasını) gerektirir. Tek sıvı nozülleri, sisi oluşturmak için hidrolik atomizasyon kullanır.

Bu yöntemde, küçük bir su akımı - her ne kadar genellikle 34 ila 69 megapaskal (5000 ila 10000 lb<sub>f</sub> /inç<sup>2</sup>) arasında olsa da, 14 megapaskala (2000 lb<sub>f</sub> /inç<sup>2</sup>) kadar - yüksek basınç altında, su damlacıklarının mikroskopik parçacıklara ayıran küçük bir deliğin içinden geçmeye zorlanır. Yüksek basınçlı pompa tarafından oluşturulan enerji, suyun hızını artırmak yerine su damlacıklarını atomize etmek için kullanılır; böylece yerinden çıkarılan hava en aza indirilir. Tek sıvı nozülleri, tazyikli hava gereksinimlerini ortadan kaldırarak, montajı kolaylaştırır ve işlet-

me maliyetlerini azaltır. Küçük delikleri temiz tutmak için, asılı malzemeler sudan temizlenmeli ve suyun pH değeri kontrol edilmelidir. Uygulanan suyun düşük hacmi, filtreleme ve iyonizasyonla bunun gerçekleştirilmesini nispeten kolay kılar.

## Sis Sistemlerinin Yeri

Sis sistemleri, malzemenin kendisi yerine malzemenin çevresindeki havaya müdahale etmek üzere tasarlandıklarından sis sistemlerinin montajı biraz sıra dışıdır. Bu nedenle, sis buğusu için uygulama noktası genellikle transfer noktasının ucuna yakındır (**Şekil 19.4**). Bu yerleştirme, malzemenin çökmesini ve aktif veya pasif toz toplama sistemlerindeki herhangi bir toplayıcının, filtre aracını nemlendirilmiş parçacıklarla körleştirme riski olmadan, toz yüklü havayı görmesini sağlar.

Sis oluşturma nozülleri, konveyörün çevrili alanının genişliğinin tamamını kapsayacak şekilde monte edilir (**Şekil 19.5**). Nozüllerin çıkış konisinin optimum kapsama ulaşması ve muhafazayı doldurması için, transfer noktası yüklem teknesinin yüksekliğinin en az 600 milimetre (24 inç) olması önerilir. Nozül püskürtme şekli, sprey doğrudan ana malzeme kütesinin üzerine konmadan, asılı malzemelerin sis perdesinden geçeceği şekilde tasarlanmalıdır. Sprey, malzemeler yerine malzemelerin yukarısına doğrultulur.

Sis nozüllerinden çıkan püskürtme şekli herhangi bir yüzeyin üzerine doğrultulmamalı ve nozüller, dökme malzemenin çarpmasına karşı korunmalıdır.

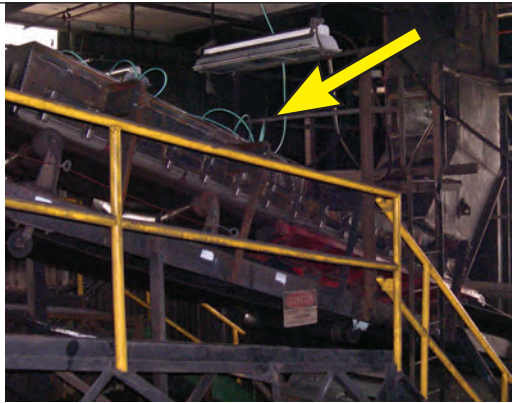
## Sis Sistemlerinin Artıları ve Eksileri

Sis sistemleri, ekonomik montaj ve işletme maliyetleriyle birleştirilmiş etkili toz kontrolü sağlar. Sistem işletme maliyetleri, geleneksel toz toplama sistemleriyle karşılaştırıldığında düşüktür.

İyi tasarlanmış bir sislendirme sistemi, uygulama noktasında, kimyasal katkı maddelerine gerek kalmadan tozun kontrol edilmesini sağlar. Bu özellikle, kağıt yapı-

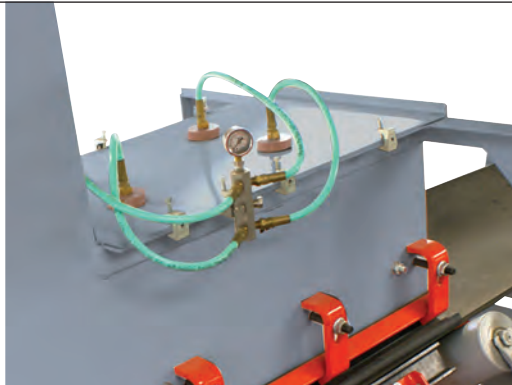
Şekil 19.4

Sisle bastırma sistemleri, transfer noktası muhafazasının ucunun yakınında kullanılır.



Şekil 19.5

Sis oluşturma nozülleri, konveyörün çevrili alanının tam genişliğini kapsayacak şekilde monte edilir.



mında kullanılan ağaç kabuğu parçalarının taşınması gibi proseslerde önemlidir. Birçok değirmen, herhangi bir kimyasal uygulamasının kağıt hamurunu olumsuz etkileyeceğinden veya mamul kağıdın kalitesini düşüreceğinden endişelenir. Sis sistemleri herhangi bir katkı maddesi olmadan su eklediğinden, prosesin bütünlüğünü korurlar.

Sis sistemlerinde, dökme malzemeye eklenen toplam nem yüzde 0,1 ila 0,05 kadar düşük olabilir. Bu, sisle bastırma sistemlerini, aşırı nemi tolere edemeyen çimento ve kireç üretimi gibi endüstrilerde cazip kılar.

Nozüllerin küçük delik boyutu nedeniyle, sisle bastırma sistemleri için genellikle içme suyu (içilebilir kalitede su) gerekir. Asılı malzemeleri sudan temizlemek için filtreleme normalde gereklidir. Eğer su kaynağı kirlenirse veya su arıtma sistemine gerekli aralıklarda bakım yapılmazsa nozüller tıkanabilir. Soğuk hava koşullarındaki tesislerde, pis su ve ısı izlemeli boru tesisatı gibi hazırlıklar yapılmalıdır.

Bir sislendirme sistemi seçmeden önce dikkate alınması gereken başka bir husus da, transfer noktası veya şutu çevreleyen açık alandaki hava hacmi ve hızıdır. Tek sıvı nozülleri kullanan (tazyikli hava gerektirmeyen) sis sistemleri, bir transfer noktasından geçen hava hareketini kontrol eden tasarlanmış sistemlerle daha iyi uyum sağlar. Bu sistemler “açık alan” uygulamalarında kullanılmamalıdır. Gerçekten etkili performans için, sisle toz bastırma sistemleri, sistemden türbülanslı ve yüksek hızda hava geçişini en aza indirmek için transfer noktasının çevresinde dar bir muhafaza gerektirir.

Damlacıklar küçük olduğundan, hem sis hem de toz, şutu terk eden yüksek hızda hava tarafından işlem alanının dışına, çevredeki ekipmanın üzerine taşınabilir.

Sislendirme uygulamasının başka bir dezavantajı da, bu tür toz işleminin uygulama noktasına özgü olmasıdır. Toz kontrolü yalnızca uygulama noktasında gerçekleştirilir; çok az veya hiç artık faydası veya nakledilen faydası yoktur. Bir sistem çoğu zaman bir-

den fazla transfer noktasını kontrol edebilse de, birden fazla transfer noktasına sahip karmaşık bir konveyör sistemi için birçok sislendirme cihazı gerekebilir. Eğer konveyör sistemi çok pahalıysa, sermaye harcaması sislendirmenin önüne geçebilir.

## KİMYASALLAR EKLEME

### Suya Kimyasallar Ekleme

Yüzey etkin maddeler ekleyerek suyun toz bastırma performansını “zenginleştirmek” yaygın bir uygulamadır. Bu kimyasalların eklenmesi, suyun nemlendirme özelliklerini artırarak genel su kullanımını azaltacak ve aşırı rutubet içeriğiyle ilişkili dezavantajları en aza indirecektir.

Eğer kömür, petrol koku veya benzeri bir malzemeden çıkan toz, bir su birikintisine düşerse, toz parçacıkları, rahatsız edilmemeleri halinde birikintinin üzerinde saatlerce kalabilir. Bu olay, malzemeler hidrofobik olduğundan - suyla iyi karışmadıklarından - gerçekleşir. Suyla daha fazla birleşme eğilimi vermek için toz parçacıklarının doğasını değiştirmek pratik olmadığından, toz parçacıklarını çekmeleri veya en azından onlarla daha kolay birleşmeleri için, su parçacıkları kimyasallar eklenerek değiştirilir.

Yüzey etkin maddeler eklenerek, suyun yüzey gerilimi azaltılır ve toz parçacıklarının nemli hale gelmesi sağlanır. Yüzey etkin maddeler, suya eklendiklerinde, suyun yüzeyleri nemlendirme ve ince damlacıklar oluşturma yeteneğini artıran maddelerdir. Yüzey etkin maddeler suyun yüzey gerilimini azaltır, su molekülleri arasındaki iç çekimin üstesinden gelir ve nihayetinde iyileştirilmiş damlacık oluşumu sağlar.

Yüzey gerilimini anlamak için, pürüzsüz, düz bir yüzeyde duran bir su damlacığı hayal edin. Genellikle, sınırları belirli bir sıvı kabarcığı oluşturacaktır. Damlacık duvarlarının çökmesini önleyen suyun yüzey gerilimidir. Bulaşık deterjanı gibi bir yüzey etkin maddeyle karıştırılan su damlası, bir sıvı kabarcığı oluşturmayacaktır, çünkü yüzey gerilimi aşırı derecede azaltılmıştır. Dam-

lacığın “duvarları”, damlacığın ağırlığını kaldıramaz, çünkü duvarları ayakta tutan kuvvetler değiştirilmiştir. Toz kontrolüne yüzey etkin madde teknolojisinin uygulanma nedeni budur. Eğer su damlacıkları artık toz taneleriyle teması engelleyen bir yüzeye sahip değilse, tanelerin nemlendirilmesi ve büyütülmesinde, havadaki askıdan düşecekleri noktaya kadar su damlacıkları ve toz arasında rasgele çarpışmalar oluşacaktır.

### Yüzey Etkin Madde Seçme

Günümüzde kullanılan yüzey etkin maddelerin sayısı ve karışımları oldukça fazladır. Birtakım uzman kimya şirketlerinin, özel toz kontrolü ihtiyaçları için formüle edilmiş ürünleri vardır. Belirli bir uygulama için doğru ürün ve ekleme oranının seçilmesi, proses ve uygulama yönteminin anlaşılması yanında malzemenin test edilmesini gerektirir.

Kimyasal katkı maddesiyle zenginleştirilmiş suyla bastırma sistemlerine karşı itirazlar arasında, sürekli kimyasal katkı maddesi satın alma maliyetleri bulunur. Maliyetler, özellikle ekipmanın amortismanı ve yıpranma payı dikkate alındığında daha yüksek olabilir.

Ayrıca, bu sistemler düzenli bakım gerektirir ki, bu da devamlı işletme maliyetlerine işçilik giderini ekler.

Malzemelerin kirlenmesi veya proses, bazı endüstrilerde endişe konusu olabilir; kimyasal katkı maddesi bu açıdan incelenmelidir. Kimyasal katkı maddelerinin prosesle, dökme malzemelerle ve konveyör bandı tertibatı dahil sistem ekipmanı ile uyumlu olması önemlidir. Her ne kadar bir

yüzey etkin madde kullanılması, toz çıkaran malzemeye eklenen su miktarını azaltsa da, su/yüzey etkin madde spreyleri kabul edilebilir orandan daha fazla su da ekleyebilir. Bir kimyasal tedarikçisinin, son ürünün etkilerini test etmesi için müşteriye numuneler sağlaması yaygın bir uygulamadır.

### Püskürtme veya Köpük Uygulama

Etkili bir nemlendirme maddesi seçildikten sonra, malzemenin nem püskürtme yoluyla mı yoksa yukarıda ele alındığı şekilde, köpük şeklinde mi uygulanacağına karar verilmelidir. Her iki sistemin de avantajları vardır. Genel anlamda, bir nem püskürtme sisteminin nem ekleme oranı, köpük üreten bir sistemden daha fazladır. Köpük bastırma sisteminin seyreltme oranı daha düşük olsa da, köpüğün genleşmesi, malzemelere daha az nem eklenerek etkili bastırma sağlamasını sağlar (Tablo 19.3). Son gelişmeler, yüzey etkin madde teknolojisini, bazı karışımların, bir yandan iyi toz bastırma etkisi sağlarken, diğer yandan köpük sisteminin daha düşük nem seviyelerinde bir sprey olarak uygulanabileceği noktaya getirmiştir. Bu, spreyle uygulanan yüzey etkin maddelerdeki daha yüksek seyreltme oranları sayesinde, minimum kimyasal maliyetiyle sınırlı nem ekleme faydasını sağlar.

## KÖPÜKLE BASTIRMA

### Köpükle Toz Bastırma

Suyla yüzey etkin maddelerin kullanılması; tanelerin damlacıklarla çarpışması ve bu çarpışmaların tozun bastırılmasıyla sonuçlanması olasılığını artıracaktır. Amaç şüphesiz, toz taneleriyle mümkün olduğunca fazla temas sağlamak, böylelikle gerekli

Tablo 19.3

	Maksimum Tipik Nem Ekleme Seviyeleri			
	Su Spreyi	Yüzey Etkin Maddeli Su	Köpük	Sis
Nominal Nem Ekleme Oranı	5%	2.5%	0.20%	0.05%
Su Ekleme	5455 l/s (1200 gal/s)	2725 l/s (600 gal/s)	218 l/s (48 gal/s)	54,5 l/s (12 gal/s)
Kimyasal-Su Oranı	Yok	1:5000	1:100	Yok
Kimyasal Kullanım Oranı	Yok	0,44 l/s (0.096 g/s)	2,2 l/s (0.48 g/s)	Yok

su miktarını azaltmak için mevcut suyun yüzey alanını en yüksek seviyeye çıkarmaktır. Bunu yapmak için, bazı tedarikçiler, kimyasal köpük oluşturan toz bastırma sistemleri sunar (**Şekil 19.6**). Nem köpük şeklinde olduğundan, yüzey alanı büyük ölçüde artırılır ve toz ve su arasında temas şansı yükselir. Bazı köpük kabarcıkları, yağışma yoluyla toz parçacıklarını çeker ve bir arada tutar. Diğer kabarcıklar toz parçacıklarıyla temas ettiklerinde patlar ve daha küçük, yakalaması daha zor ve insan sağlığına daha zararlı toz parçacıklarına yapışan ince damlacıklar çıkarır. Yüzde 0,2 ila 0,4 arasında nem eklemesiyle, köpük sistemleri malzemenin tonu başına yalnızca 2 litre (2 qt/st) ekler. Bu seviyelerde, köpükle bastırma sistemleri genellikle, yalnızca su püskürten düz sistemlerinin uyguladığı nemin yüzde 10'undan daha azını ekler.

Sonuç olarak, köpük sistemleri, su kaynaklarının sınırlı olduğu veya kömür yakıtlı elektrik santralleri gibi aşırı suyun malzeme performansını düşürebileceği yerlerde kabul görür. Ayrıca, azaltılmış su, elek tıkanması ve malzemelerin mekanik bileşen ve muhafazalara yapışmasından kaynaklanan daha az problem anlamına gelir.

Yüzey etkin madde ve su karışımına hava eklenmesi ve bu bileşimin bir karıştırma cihazından geçirilmesi sonucunda köpük oluşur. Hava/su/kimyasal oranının ve diğer kontrol edilebilir faktörlerin ayarlanması, uygulama mühendisinin, her bir uygulama için en etkin köpüğü oluşturabilmesi için, çok nemliden “traş kremi” kuruluşuna uzanan bir aralıkta köpük üretmesine izin verir. İyi yapılandırılmış köpük, bir su miktarının yüzey alanını 60 ila 80 kat artırabilir. Bu, daha düşük oranlarda nem eklemesiyle etkili toz kontrolü sağlar.

Toz bastırma için köpük uygulama sistemi, suyun köpük üreten kimyasalla karıştırılmasıyla başlar. Su ve katkı maddesi bir dozaj pompası aracılığıyla birlikte ölçülür ve sonuç karışım, sistemi beslemek için bir akış regülatöründen pompalanır (**Şekil 19.7**). İkinci bir akış regülatörü, tazyikli hava beslemesini kontrol eder. Su/kim-

yasal solüsyonu ve hava, karışarak köpük oluşturdukları köpük oluşturma kabına ayrı hortumlardan gelir. Köpük daha sonra hortumların içinden ekipman veya transfer noktasının duvarına veya tavanına monte edilmiş uygulama nozüllerine gider (**Şekil 19.8**).

### Köpükle Bastırmanın Kısıtlamaları

Birçok uygulamanın köpük teknolojisinden faydalanması yanında, bunun prosese yüklediği bazı sorumluluklar da vardır. En çok arzu edilen köpüklendirmeyi sağlayan yüzey etkin maddeler, müdahale edilen malzemeler için her zaman en iyi nemlendirme maddeleri değildir. Bazı tedarikçiler, sonuçta ortaya çıkan köpüğün malzemenin hidrofobik doğasının üstesinden gelmede herhangi bir değer taşıyıp taşımadığını dikkate almadan, sabit köpük üretmek için kimyasallara odaklanırlar.

Köpük üretimi düşünülmeden önce, kimyasalların, taşınan malzemeyi etkili şekilde nemlendirmesi kritik önem taşır.



**Şekil 19.6**

Köpükle toz bastırma, suyun yüzey alanını, önceki yüzeyinden 60 ila 80 kat fazla genişleten “kuru” köpük üretir.



**Şekil 19.7**

Dozaj sisteminde, su ve yüzey etkin madde karıştırılır ve sonuç solüsyon ve tazyikli hava bağımsız olarak köpük kaplarına gönderilir.

Köpük üretimi tazyikli hava gerektirir. Eğer uygulama sahasında el altında bir tazyikli hava kaynağı yoksa, bir kompresör monte edilmeli ve burada tutulmalıdır.

Genel olarak, köpük uygulama ekipmanı, geleneksel su püskürtme ekipmanından biraz daha pahalıdır ve normalde ek bakım

gerektirir.

Son olarak, köpük üretmek için gerekli yüzey etkin madde miktarı, genellikle bir nem püskürtme sisteminde eklenen kimyasal miktardan biraz daha fazladır. Belirli bir su kütleindeki yüzey etkin madde hacmi daha yüksektir; bununla birlikte, köpüğün genişmesi nedeniyle, malzemeye uygulanan nem miktarı daha düşüktür. Bu artan katkı kimyasal konsantrasyonu için ek maliyet, ek nemde önemli bir artıştan kaynaklanan yakıt performansı üzerindeki termal cezada bir düşüşle dengelenebilir (Tablo 19.4).

**Şekil 19.8**

Su/yüzey etkin madde solüsyonu ve hava köpük oluşturma kabında birleştirilir ve uygulama nozüllerine gönderilir.



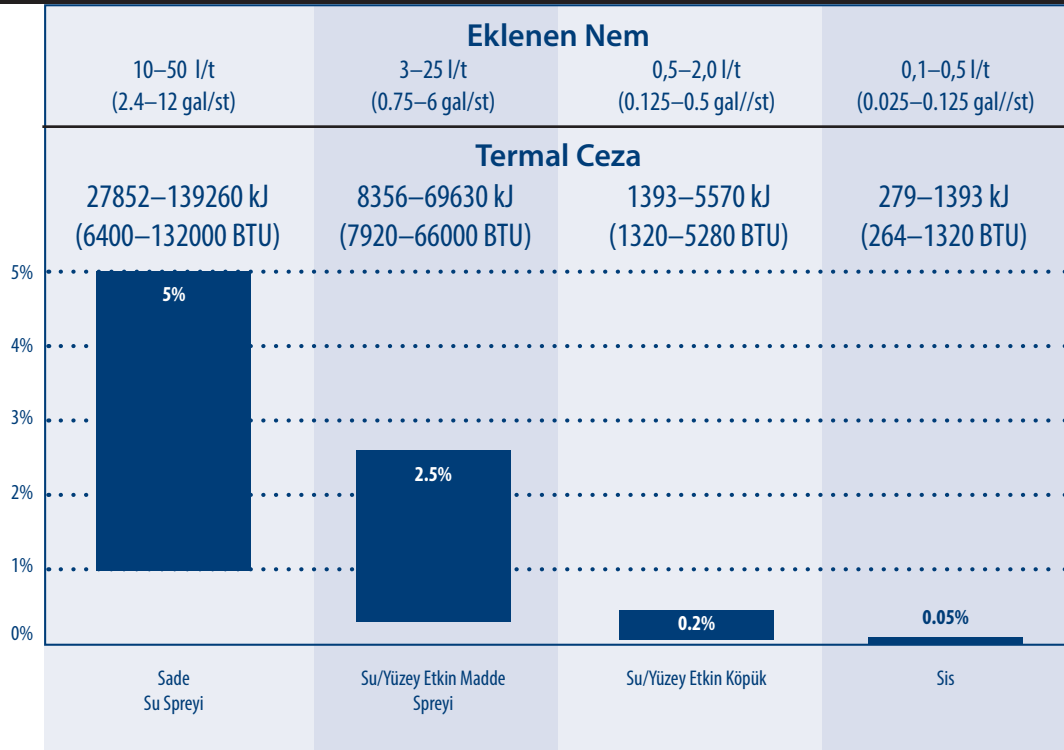
## ARTIK KİMYASALLAR

### Artık Kimyasalla Bastırma Maddeleri

Yüzey etkin maddeler toz tanelerini nemlendirir, bu nedenle parçacıklar yığılır ve böylelikle asılı hale gelmeleri önlenir. Solüsyon bir kez buharlaştığında, normal yüzey etkin maddelerin bastırma etkisi de

**Tablo 19.4**

### Bir Kömür Yakıtlı Elektrik Santralinde Nem Eklenmesinden Doğan Termal Ceza



Not: EkleneN Nem—litre / ton (gal/st); Termal Ceza—kilojul (BTU)

yok olur. Bununla birlikte, birçok durumda, toz bastırma, yalnızca malzemeler birden fazla transfer noktasından geçerken değil, aynı zamanda malzemeler depolama silolarına, vagonlara, mavnalara veya stok sahalarına ulaştığında da gereklidir. Bu durumlarda, daha uzun süre dayanan artık etkiye sahip bir su/yüzey etkin madde püskürtme veya köpük sistemi kullanmayı düşünmek akıllıcadır. Artık toz bastırma, aşağıdakiler için toz bastırma kullanılması düşünüldükçe değerlidir:

- A. Birden fazla uygulama noktasına sahip büyük alanlar
- B. Uygulama noktaları arasındaki uzun mesafeler
- C. İstifleyiciler veya triperler
- D. Kırıcılar veya değirmenler
- E. Toz bastırma uygulamanın zor olacağı yükseltilmiş transfer noktaları

İyi tasarlanmış bir artık bastırma sistemi, solüsyonu birkaç stratejik noktaya uygulayarak kaçak tozu geniş bir alanda kontrol etmeyi mümkün kılar. Bunun aksine, büyük alanlar için su ve/veya sis sistemlerinin kullanılması, birkaç pompa istasyonu, daha uzun su, kimyasal ve hava hatları, daha yüksek pompalama kapasitesi ve daha fazla uygulama nozülü dahil birden fazla uygulama noktası gerektirecek, bunların hepsi sistemi oldukça pahalı hale getirecek ve bazı durumlarda, o kadar etkili olmayacaktır.

Depolama yığınları oluşturmak için boşaltıcılardan taşınan kömür, uzun süreler boyunca orada kalabilir. Açık stok sahalarında depolanan malzeme, rüzgar, güneş ve yağmur dahil iklim değişikliklerine maruz kalır. Güneşin ısı, depolanan malzemedeki rutubeti buharlaştırarak, rüzgarla savrulma olasılığını artırır. Rüzgar erozyonu, yakındaki evlerin ve bahçelerin üzerine çökebilecek büyük miktarlarda toz oluşturur. Depolanan kömür kazındığında, kuru olabilir ve ilk taşıma sırasında neden olduğundan daha büyük tozlanma sorunlarına yol açabilir. Kalsine kok veya demir cevheri peletleri gibi tozlu malzemeler, üretim noktasından son kullanım noktasına kadar

toz kontrolü gerektirebilir. Bu, birkaç hafta ve birkaç bin kilometre (mil) araya kadar çıkabilir. Bu tür durumlarda, malzeme taşıma sistemi boyunca birden fazla sahada yüzey etkin madde ve su uygulamak yerine, malzemelere bir artık yüzey etkin madde/bağlayıcı uygulamak daha ekonomik olabilir. Çeşitli artık bağlayıcıları mevcuttur.

### Daha Uzun Süren Etkiler

Bir artık veya bağlayıcı yüzey etkin maddenin amacı, taneleri birbiriyle veya daha büyük parçacıklarla topaklaştırmak ve daha sonra, nem buharlaştıktan sonra bile yapıyı bir arada tutmaktır. Bazı durumlarda, nemin işlem gören malzemeyi terk etme yeteneğini yavaşlatan, kalsiyum klorür gibi higroskopik bir malzeme kullanılır. Bu yaklaşımın avantajı, düşük işlem maliyeti olabilir. Daha geleneksel bağlayıcılar, lignin, tanin, zift, polimerler ve reçineleri içerir. Nemlendirmeye yardımcı olmak için yüzey etkin maddelerle birleştirildiğinde, bu bileşimler daha büyük parçacıkları kaplar ve daha sonra, toz tanelerini çekmek ve tutmak için bir tutkal vazifesi görür.

Artık bağlayıcıların uygulanması, yüzey etkin madde uygulamalarından daha pahalı olabilir, çünkü daha yüksek konsantrasyonlarda uygulanmaları gerekir. Bağlayıcılar kilogram (lbm) başına daha ucuz olsalar da, genellikle 50 - 1 ila 200 - 1 (yüzde 2,0 ila 0,5) arasında değişen seyreltme oranlarında uygulanırlar.

Bir artık kimyasalın kullanılmasıyla, bir tesisin, gerekli uygulama noktalarının sayısını, dolayısıyla gerekli bakım miktarını azaltabileceğini belirtmek önemlidir.

Bir bağlayıcı seçerken, bağlayıcının transfer ekipmanı ve konveyör bantları üzerinde yapacağı etkileri bilmek özellikle önemlidir. Eğer bağlayıcı malzemeye iyi yapışır, aynı şeyi taşıma ekipmanına da yapabilir. Ürünün uygun şekilde uygulanması kritik hale gelir, çünkü bağlayıcının proses ekipmanına veya boş bantlara aşırı püskürtülmesi, kayda değer üretim ve bakım problemlerine neden olabilir.

Bir bağlayıcı seçerken dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta, kimyasalın hem işlem gören malzeme hem de çevre üzerinde yapacağı etkidir. Eğer bağlayıcı, bir stok sahasına giden malzemeye uygulanırsa, o stok sahası yağmura maruz bırakılır, suda çözünür bağlayıcısının parçaları akışa katılabilir ve çevresel bir endişe doğurabilir. Çoğu kimyasal üreticisi yalnızca çevreyle uyumlu bağlayıcılar sağlar; yine de bu, kimyasal tedarikçisiyle tartışılması gereken bir konudur.

## SİSTEMLER VE YERLEŞTİRME

### Karma Sistemler: Zapt Etme veya Toplama İşlemine Bastırma Ekleme

Bir toz kontrol sisteminin seçimi, malzemeye, toz oluşumunun nedenlerine ve uygulama nokta(lar)ının detaylarına dayanmalıdır. Durumu kontrol etmek için, yalnızca en problemlili kaçak toz oluşumu

noktalarını değil, toz oluşumu ve kaçışının gerçek sebeplerini de tespit etmek için tam bir toz oluşumu analizi önemlidir.

Bazı durumlarda, bir toz bastırma sistemini (aktif veya pasif toz toplama veya tutma) diğer toz yönetimi sistemleriyle birleştiren karma bir sistem düşünülmelidir. Bu, minimum montaj, işletme ve bakım maliyetleriyle mümkün olan en iyi performansı verebilir. Herhangi bir özel uygulama için çözüm geliştirme amacıyla, toz bastırma ve kontrol sistemlerinin uygulanmasında uzman birine danışmak önemlidir.

### Lokasyon, Lokasyon, Lokasyon

Herhangi bir toz bastırma sisteminde, yalnızca etkililiği artırmak için değil, aynı zamanda montaj, işletme ve bakım maliyetlerini azaltmak için en iyi uygulama nokta(lar)ını seçmek önemlidir. Nozül yerleştirilmesi için seçilen sahalar ve verilme şekli de, uygulanacak kimyasalın seçimi kadar, belki daha fazla önemlidir (**Şekil 19.9**). Eğer bastırıcı kimyasal, bastırıcı ve toz tanelerinin karışmasına izin veren doğru lokasyonda verilmezse en iyi tasarlanmış program dahi başarısız olacaktır.

Transfer noktasında bastırma çabasının başarısı, malzemelerle bastırıcıyı uygun şekilde karıştırmaya dayanır. Bastırıcı ister sadece su ister sprey veya köpük şeklinde bir yüzey etkin madde/su karışımı olsun, bastırıcı sistemi, malzemelerin baş tamburunu terk ettiği yere yerleştirmek en idealidir. Malzemeler baş tamburunu terk ederken dağılırlar ve taşınan malzeme akımı içine hava katılır. Bastırıcı, bu negatif hava basıncı tarafından malzemelerin içine çekilecektir. Bastırıcı ve malzemeler şutun içinde yuvarlanırken, karışmaya devam ederek etkili yayılma sağlayacaklardır.

Köpükle bastırma normalde en çok, malzeme kütesinin çalkantıda olduğu ve genişlediği yer olan bir kırıcı veya konveyörün tahliye noktasında uygulandığında etkilidir (**Şekil 19.10**). Burada, malzeme hareketinin kuvvetleri, transfer noktasından konveyör bandına geçerken bastırıcıyı, malzeme akışının içine saracaktır. Bastırıcının

**Şekil 19.9**

Uygulama noktasının yeri, herhangi bir toz bastırma sisteminin başarısında kritik önem taşır.



**Şekil 19.10**

Toz bastırma en çok, malzemenin, bir kırıcı veya konveyörün tahliye noktasında olduğu gibi çalkantıda olduğu yerde uygulandığında etkilidir.





bu noktada uygulanması, köpüğün malzeme akışının içine nüfuz etmesini ve malzemenin dış katmanında kalanlar yerine ayrı parçacıkları yakalamasını sağlayacaktır.

### Su Kalitesinin Önemi

Su kalitesi, herhangi bir toz bastırma programının etkililiğinde önemli bir rol oynar. Kabul edilebilir köpük oluşturma yeteneği büyük ölçüde kullanılan suyun kalitesine bağlıdır. Kullanılan toz bastırma sistemine bağlı olarak, suyu filtrelemek, 5 ila 40 mikron arasındaki parçacıkları temizlemek ve suyu mümkün olan en nötr pH seviyesinde tutmak önemlidir.

Eğer tesiste mevcut suyun özellikleri bilinmiyorsa, suyu filtrelemek için uygun sistemler uygulanabilir. Bu bilgi (nozüllerin tıkanması ve pompaların erken arızası dahil) olası arızaları önlemeyi ve gerekli akış hızını korumayı da kolaylaştırır.

### SİSTEM BAKIMI

Şüphesiz, toz bastırma sistemlerinin arızasında en yaygın nedenlerden biri, önleyici bakım eksikliğidir. Nozüller kontrol edilmeli, filtreler temizlenmeli, pompalar yağlanmalı, kimyasal seviyeler kontrol edilmeli, uygulama ayarları doğrulanmalı ve su ve hava için akış hızları rutin olarak ayarlanmalıdır; aksi takdirde, en iyi sistem dahi arıza yapmaya mahkumdur. Sistem bileşenleri için uygun bakım aralıkları ve prosedürlerine dair rehberlik için üreticinin talimatlarına başvurmak önemlidir.

Bazı toz bastırma ekipmanı ve kimyasalları tedarikçileri artık rutin bakımı, sistem paketlerinin bir parçası olarak önermektedir. Bir yandan toz bastırma sisteminin çalışmasını garanti altına alıp, diğer yandan kurum içi bakım ve işletme personeli



### GÜVENLİK HUSUSLARI

Toz bastırma sistemlerinde güvenliğe dair herhangi bir hususun merkezinde, bastırma sistemine ve esasen tüm konveyöre güç sağlayan su ve elektrik sistemleri arasındaki ilişkiye, uygun önemin verilmesi bulunur. Sistemler uygun şekilde topraklanmalı ve su doğrudan sistemlerin üzerine püskürtülmemelidir.

Birçok toz bastırma sistemi belirli bir seviyede basınç altında hava veya su taşıdığından, ister boru, ister hortum veya bunların bir birleşimi olsun, boru tesisat sistemine dikkat etmek önemlidir. Pompa veya hat basıncı uygun seviyelerde tutulmalı ve uygun tahliye mekanizmaları mevcut olmalıdır. Herhangi bir boru tesisat sistemi üzerinde çalışmaya başlamadan önce, hatlardaki basıncın boşaltıldığından ve pompa(lar)a giden elektriğin uygun şekilde kilitletiğinden emin olunmalıdır.

Soğuk hava şartlarındaki toz bastırma sistemleri, sistemin dondurucu şartlarda çalışmaya devam etmesi için önlemler içermeli veya sistem, yalnızca sıcaklık donma noktasının üzerinde olduğunda çalışacak şekilde tasarlanmalıdır. Sistemler; yollarda, yürüme yollarında veya merdivenlerde buzlanmış yerler veya malzeme tıkanmalarını açmak için personelin kontrollü alana girmesini gerektirecek, bir tekne içindeki donmuş malzeme kütleleri gibi güvenlik riskleri yaratmayacak şekilde tasarlanmalıdır.

Kimyasal katkı maddesi tedarikçileri, tüm güvenlik hususlarını, sağlık risklerini ve çevreyle ilgili konuları açıklayan geçerli tüm Malzeme Güvenlik Bilgi Formlarını (MSDS) sağlamalıdır.

Toz bastırma sistemlerinin montajı ve bakımı sırasında yerleşik kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürlerinin izlenmesi önemlidir.

diğer görevler için boşa çıkaracağından bu çözümü düşünmek akıllıcadır.

### TİPİK ÖZELLİKLER

Aşağıdaki tipik özellikler yalnızca köpükle toz bastırma sistemlerine aittir.

#### A. Köpüklü karışım

Konveyör yükleme bölgesi, asılı tozun kaçışını en aza indirmek için bastırıcı kimyasal ve suyun köpüklü bir karışımı uygulayan toz bastırma sistemiyle donatılacaktır.

#### B. Katkı maddesi

Toz bastırma sistemi, bir toz bastırma katkı maddesinin bir su kaynağına ölçülerek katılması, su ve katkının köpüklü bir karışımının oluşturulması ve bu karışımın bir malzeme kütlesine uygulanması şeklinde çalışacaktır. Bu karışım, ince parçacıkların toplanmasını destekleyecek ve asılı tozun kalkmasını engelleyecektir.

#### C. Pompa modülü

Toz bastırma sistemi, yüzde 0,2 ila 1.5 katkı maddesi ekiyle bir dozaj pompası [dakikada 0 ila 76 litre (0 ila 20 gal/dk)], bir regülatör [170 ila 520 kilopaskal (25-75 lb<sub>f</sub> /inç<sup>2</sup>), bir sürgülü valf ve bir akış ölçer [dakikada 0 ila 76 litre (0 ila 20 gal/dk)] içeren bir pompa modülü içerecektir.

#### D. Köpük oluşturma odası

Hava ve su/katkı maddesi karışımı bir köpük oluşturma odasında birleştirilecektir. Hava ve su/katkı maddesi hatları için girişler, geri akışı önlemek için çekvalflerle donatılacaktır. Köpük oluşturma

ma odasına yerleştirilen bir manometre, tam gelişmiş bir köpük oluşturmak için hava basıncının kontrol edilmesini sağlayacaktır.

#### E. Nozüller

Oluşturulan köpük, tek tip hortum uzunluklarına bağlanmış sekize kadar “ördek gagası” nozülünden konveyördeki malzemeye uygulanacaktır. Nozüller, bakım için basit çıkarma sağlamak amacıyla şut duvarında yerlerine sabitlenecektir.

### TİPİK TOZ BASTIRMA UYGULAMALARI

#### Toz Bastırma Uygulaması 1

Bir bant, maden artığı taşımaktadır. Bu bant, yük bölgesinde uygun şekilde desteklenmiştir ve transfer şutunun sızdırmazlığı etkili şekilde yapılmıştır. Konveyör yükleme bölgesinin çıkışı okuyan bir anemometre, havanın çıkış hızının 0,25 metre / saniye (50 ft/dk) olduğunu göstermektedir.

Malzeme.....Maden Artığı  
Transfer Noktası.....  
..... Sızdırmazlığı etkin şekilde sağlanmış  
Hava Hızı ..... 0,25 m/sn (50 ft/dk)  
Bastırma Yöntemi ..... Sis

TBu, bir sis sistemi için iyi bir uygulamadır, çünkü malzeme suya duyarlı değildir, zapt etme iyidir ve hava hızı 1,0 metre/ saniyenin (200 ft/dk) altındadır. (Bkz. 17. Bölüm: Toz Yönetimine Genel Bakış, Şekil 17.10)

Nozüller, transfer şutunun çökme bölgesinin üst tarafına yerleştirilmelidir. Hava akımını yavaşlatmak için nozüllerin her bir yanına toz perdeleri yerleştirilmeli, sisin tozu havadan temizlemesi sağlanmalıdır (Şekil 19.11).

#### Toz Bastırma Uygulaması 2

Bir agrega tesisinde bant kireçtaşı taşımaktadır. Transfer noktasının hiçbir muhafazası yoktur.

#### Şekil 19.11

Nozüller, transfer şutunun dinlendirme bölgesinin üst tarafına yerleştirilmelidir. Hava akımını yavaşlatmak için nozüllerin her bir yanına toz perdeleri yerleştirilmeli, sisin tozu havadan temizlemesi sağlanmalıdır.



Malzeme..... Kıırma Kireçtaşı  
 Transfer Noktası.....Açık (Muhafaza Yok)  
 Hava Hızı..... Bilinmiyor  
 Bastırma Yöntemi ..... Köpük

Bu bir köpük sistemi için iyi bir uygulamadır, çünkü malzeme neme duyarlı değildir, fakat hava hareketini kontrol etmek için herhangi bir şut mevcut değildir.

Köpük, kireçtaşına baş tamburundan çıktığında, malzeme hala çalkantıdayken uygulanabilir. Bu, nemin malzemenin tüm yüzeylerini kaplamasını sağlayacaktır. Tüm yüzeylerin nemle kaplanması, malzeme besleme yapılan banda indiğinde toz oluşmasını önleyecektir (**Şekil 19.12**).

### Toz Bastırma Uygulaması 3

Konveyör kömür taşımaktadır. Transfer şutunun sızdırmazlığı uygun şekilde yapılmıştır ve desteklenmektedir. Çökme bölgesinin sonunda okuma yapan bir anemometre, hava akımının çıkış hızını 1,5 metre / saniye (300 ft/dk) olarak göstermektedir.

Malzeme.....Kömür  
 Transfer Noktası..... Kapalı ve Destekli  
 Hava Hızı..... 1,5 m/sn (300 ft/dk)  
 Bastırma Yöntemi ..... Köpük

Bu bir köpük sistemi için, konveyör transfer nokta(lar)ının yeniden yapımıyla birlikte gerçekleştirilmiş iyi bir uygulamadır. Yüksek hava hızı, transfer noktası muhafazasının havayı yavaşlatacak kadar büyük olmadığına işaret eder. Yüksek hız genellikle, büyük miktarlarda tozun oluşacağı anlamına gelir. Havayı yavaşlatmak ve tozun çökmesini sağlamak için transfer noktası uzatılmalı ve yüksekliği artırılmalıdır.

Malzeme neme duyarlıdır, bu nedenle su miktarı en aza indirilmelidir. Köpük, malzeme çalkantıdayken uygulanabilir. Bu, nemin malzemenin tüm yüzeylerini kaplamasını sağlayacaktır. Tüm yüzeylerin nemle kaplanması, malzeme besleme yapılan banda indiğinde tozun oluşmasını önleyecektir.

Nemin aynı zamanda bir artık etkisi

olacak ve dışa istifleme konveyörüne kadar kömürü nemli tutabilecektir (**Şekil 19.13**).

### Toz Bastırma Uygulaması 4

Keççeli elevatör bir mavnadan kömür boşaltmaktadır. Hiçbir “transfer şutu” yoktur, bu nedenle boşaltıcı hava akımlarına maruz kalmaktadır.

Malzeme.....Kömür  
 Transfer Noktası..... Yok  
 Hava Hızı..... Ortam  
 Bastırma Yöntemi ..... Yüzey Etkin  
 Maddeli Su

Bu, su ve yüzey etkin maddeyle bastırma için iyi bir uygulamadır, çünkü malzeme suya duyarlı değildir ve malzemenin çevresindeki zapt etme zayıftır. Bir yüzey etkin



**Şekil 19.12**

Köpüğün yük çalkantıdayken uygulanması, toz oluşumunu önlemek için, nemin malzemenin tüm yüzeylerini kaplamasını sağlar.



**Şekil 19.13**

Nem, bir artık etkisine sahip olacak ve dışa istifleme konveyörüne kadar kömürü nemli tutabilecektir.



Tablo 19.5

Bir Kömür Yakıtlı Elektrik Santralinde Termal Ceza		
	Metrik	İngiliz
Isı/enerji ölçme birimi	Kilojul (kJ)	İngiliz Isı Birimi (BTU)
Suyun ağırlığı	1 kg/l	8.33 lb <sub>m</sub> /gal
Suyu buharlaştıracak enerji	Standart sıcaklık ve basınçta (STP) 1 kg (yaklaşık 0,5 l) suyu buharlaştırmak için 2675 kJ	1 lb <sub>m</sub> (yaklaşık 1 pt) STP suyu buharlaştırmak için 1150 BTU
Kömür birimi	ton (1000 kg)	kısa ton (2000 lb)
Kömür biriminin rutubet içeriğini %1 yükseltmek için gereken su	10 kg (10 l)	20 lb <sub>m</sub> (2.4 gal)
Bu %1'lik ek suyu kömür biriminden (ton/st) yakarak atmak için gerekli ısı	26750 kJ (2675 kJ/kg x 10 kg)	23000 BTU (1150 BTU/lb <sub>m</sub> x 20 lb <sub>m</sub> )
<i>Kömürün ısı içeriği</i> <i>Kaynak: ABD Enerji Bakanlığı, Enerji Bilgileri İdaresi tarafından yayınlanan Coal Data: A Reference. Metrik dönüşüm Martin Engineering tarafından yapılmıştır.</i>	Bitümlü = 27900 kJ/kg Düşük bitümlü = 20900 kJ/kg Linyit = 16300 kJ/kg	Bitümlü = 12000 BTU/lb <sub>m</sub> Düşük bitümlü = 9000 BTU/lb <sub>m</sub> Linyit = 7000 BTU/lb <sub>m</sub>
1 ton (1 st) kömürden %1 suyu yakarak atmak için gereken ısıyı sağlamak için gerekli kömür miktarı	Gerekli Isı (kJ) bölü Isı İçeriği (kJ/kg) = kg	Heat Required (BTU) divided by Heat Content (BTU/lb <sub>m</sub> ) = lb <sub>m</sub>
	26750 / kJ/kg = kg	23000 / BTU/lb <sub>m</sub> = lb <sub>m</sub>
	Bitümlü 0,96 kg	Bitümlü 1.9 lb <sub>m</sub>
	Düşük bitümlü 1,3 kg Linyit 1,6 kg	Düşük bitümlü 2.55 lb <sub>m</sub> Linyit 3.3 lb <sub>m</sub>
Özet	Bir ton kömüre eklenen %1 suyu yakarak atmak için 0,96 ila 1,6 kg arası gerekir	Bir kısa ton kömüre eklenen %1 suyu yakarak atmak için 1.9 lb <sub>m</sub> ila 3.3 lb <sub>m</sub> arası kömür gerekir.
Yüzde olarak	Bu, kömürün 0,0096 ila 0,016'sıdır (yüzde 1'in 1/10'u ila 1/6'sı arası)	Bu, kömürün 0.0095 ila 0.0165'idir (yüzde 1'in 1/10'u ila 1/6'sı arası)
Vagon içerikleri	91 ton (91000 kg)	100 st (200000 lb <sub>m</sub> )
Her vagon yükünden kayıp	~87 ila 146 kg arası	~190 ila 330 lb <sub>m</sub> arası
Her 120 vagonlu blok yük treninden kayıp	~10440 ila 17500 kg/tren yükü arası veya bir vagon yükü/trenin 1/10 ila 1/5'i arasında	~22800 ila 39600 lb <sub>m</sub> /tren yükü arası veya bir vagon yükü/trenin 1/10 ila 1/5'i arasında
Eğer bu 270-megavat (362000-bg) tesis, yılda 60 blok yük treni alırsa:		
Yıllık kayıp	~625000 ila 1,1 milyon kg veya ~625 ila 1100 ton veya 6 ila 12 vagon yükü/yıl	~1.35 ila 2.4 milyon lb <sub>m</sub> veya ~684 ila 1188 st veya 6 ila 12 vagon yükü/yıl

katkı maddesi içeren su, yalnızca sudan daha büyük su damlaları oluşmasını sağlar ve hava akımlardan o kadar etkilenmez. Su/yüzey etkin madde karışımının boşaltılırken mavnanın üzerine “yağması” için, nozüller ekskavatörün çevresine yerleştirilmiştir (**Şekil 19.14**).

## GELİŞMİŞ KONULAR

### Bir Kömür Yakıtlı Elektrik Santralinde Termal Ceza

270 megavatlık (362000 bg) elektrik santrali, haftada yedi gün, günde 24 saat boyunca yaklaşık olarak saatte 82 ton (90 st/s) yakabilir. Bu haftada 13776 ton (15120 st/hafta) yapar. İki haftalık bir bakım arası verilse bile, bu santralin yıllık kömür tüketimi 688000 ton / 50 hafta yıldı (759000 st/50 hafta yıl) fazla olacaktır.

Santral kömürünü, her biri 91 ton (100 st) kapasiteye sahip 120 vagondan oluşan blok yük trenlerinde alır. 10920 ton (12000 st) toplam tren kapasitesiyle, santralin kabaca haftada 1,25 tren veya ayda 5 tren alması gerekecektir. Bu da yılda yaklaşık 60 tren yapar. Bu rakamlar, kullanılan özel kömürün tipine (ısı kapasitesine) bağlı olarak değişecektir.

Termal ceza, yalnızca toz bastırma sistemi tarafından eklenen nemi atmak için yakılması gereken kömür miktarıdır. Kömüre eklenen suyun yüzde biri başına 1,0 ila 1,6 kilogram/ton (1.9 ila 3.3 lb<sub>m</sub>/st) arasına eşittir.

Bu ek yüzde birlik nemi ortadan kaldırmak için kullanılan kömürün yüzde 1'inin 0,1'i gibi bir oranla, santral, tren yükü başına 10440 ila 17500 kilogram (22800 to 39600 lbm) veya kabaca bir vagonun 0,1 ila 0,2'si kömürden elde edeceği ısıyı kaybedecektir.

Bu, yalnızca eklenen nemi yakıp atmak için yılda 6 ila 12 vagona, belki ayda 1 vagona kadar çıkar (**Tablo 19.5**).



**Şekil 19.14**

Kapatılmamış bir döner kepçeli kazıyıcı, su-yüzey etkin maddeyle toz bastırma sistemi için iyi bir uygulamadır.

## TOZ BASTIRMA: YAPBOZUN BİR PARÇASI

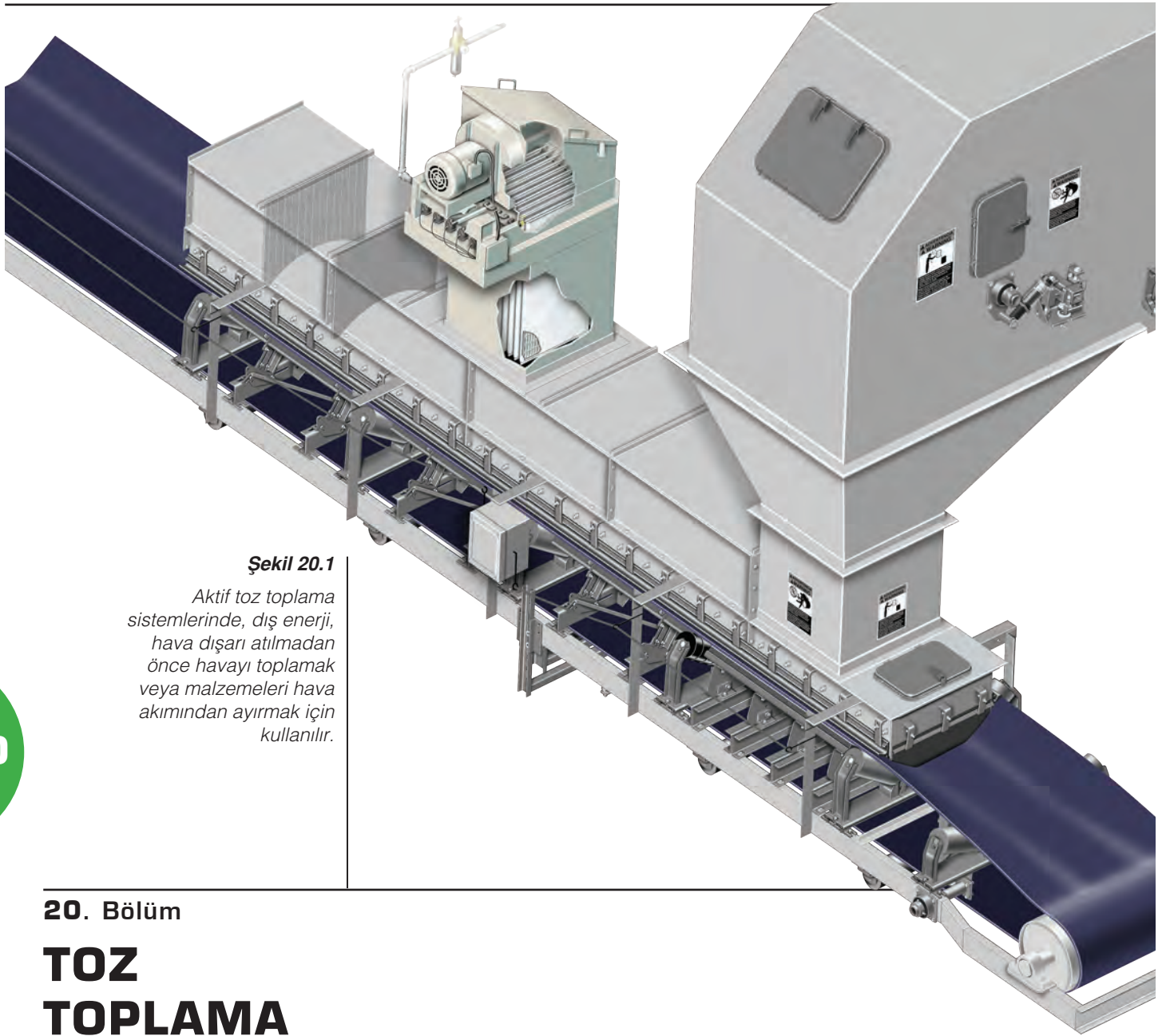
### Sonuç olarak...

Toz bastırma en çok makul büyüklükteki kapalı alanlara uygundur. Açık alanlarda veya vagon veya kasalı kamyonların boşaltma alanları gibi büyük yapıların içinde çeşitli toz bastırma şekillerinin herhangi birini uygulamak ve kontrol etmek zordur. Bu uygulamalarda kabul edilebilir sonuçlar, zapt etme, bastırma ve toplamının birleşimini gerektirebilir.

Toz bastırma, kaçak malzemelerin kontrolüne tek başına yanıt olamaz. Uygun şekilde seçilmiş, tasarlanmış ve bakımı yapılmış bir toz bastırma sistemi, toplam malzeme yönetimi programının kritik bir parçasını sağlayabilir.

### İlerideki bölümlerde...

Toz Bastırma hakkındaki bu bölüm, Toz Yönetimine Genel Bakış ve Pasif Toz Kontrolünden sonra Toz Yönetimi kısmındaki üçüncü bölümdür. Toz yönetimiyle ilgili son bölüm olan aşağıdaki bölüm, Toz Toplamaya odaklanarak aktif toz kontrolü konusunu sürdürmektedir.



**Şekil 20.1**

*Aktif toz toplama sistemlerinde, dış enerji, hava dışarı atılmadan önce havayı toplamak veya malzemeleri hava akımından ayırmak için kullanılır.*

20

## 20. Bölüm

# TOZ TOPLAMA

Toz Toplama.....	323
Toplama Teknolojileri.....	324
Merkezi, Ünite ve Eklenebilir Sistemler .....	329
Boyutlandırma ve Yerleştirme .....	331
Dezavantajlar .....	332
Sistem Bakımı.....	333
Tipik Özellikler .....	333
Güvenlik Hususları .....	333
Tipik Toz Toplama Uygulaması .....	334
Gelişmiş Konular .....	334
Toz Toplama: Yapbozun Bir Parçası .....	335

**Bu bölümde...**

Bu bölümde, başlıca beş tip aktif toz toplama sistemini ele alıyor, her birinin avantaj ve dezavantajlarına bakıyoruz. Aynı zamanda merkezi, ünite ve eklenebilir toz toplayıcılarını karşılaştırıyoruz. Toz toplayıcıların boyutlandırılması ve yerleştirilmesi yanında, toz toplama sistemlerinin bazı dezavantajları da konumuza dahil. Gelişmiş konular, bir eklenebilir toz toplama sisteminin seçimi ve uygulanması yanında üç tip hava hızını ve toz yönetimiyle ilişkilerini içeriyor.

Toz toplama (toz taşıyan havanın bir tür filtreleme veya ayırma sisteminden geçişi) toz kontrol sistemindeki son parçadır.

Hem aktif hem de pasif toz toplama sistemleri vardır. Pasif bir sistem yalnızca havanın filtreleme sisteminden geçmesini sağlarken, aktif sistemler, malzemeleri temizlemek için havayı bir filtreleme yöntemiyle iterek veya çekerek vakumlu bir temizleyici gibi çalışır. (*Pasif toplama yöntemleri hakkında daha fazla bilgi için bkz. 18. Bölüm: Pasif Toz Kontrolü*). Bu bölüm, dış enerjinin, hava dışarı atılmadan önce havayı toplamak veya malzemeleri hava akımından ayırmak için kullanıldığı aktif toz toplama sistemlerini (**Şekil 20.1**) ele alır.

**TOZ TOPLAMA****Toz Toplama Sistemleri**

Mekanik toz toplama sistemleri, toz taşıyan havayı, konveyör yükleme bölgesi gibi bir toz kaynağından uzağa çekmek; tozu havadan ayırmak ve temizlenen havayı dışarı atmak için monte edilir. Tipik bir toz toplama sistemi dört ana bileşenden oluşur (**Şekil 20.2**):

- Asılı tozu kaynak(lar)da yakalamak için egzoz davlumbaz(lar)ı veya toplama cihaz(lar)ı
- Yakalanan havayı/toz karışımını bir toplayıcıya nakletmek için hava kanalları
- Tozu havadan ayırmak için toplayıcı, filtre veya ayırma cihazı

- Gerekli emiş hacmini ve enerjisini sağlamak için fan ve motor

**Toz Toplama Sistemlerinde Dikkat Edilecekler**

Toz toplama sistemleri, tasarım, çalışma, etkililik, alan gereksinimleri, yapım ve işletme ve bakım maliyetleri açısından büyük ölçüde farklılık gösterir. Bir sistem seçimi aşağıdaki faktörlerin gözden geçirilmesini içermelidir:

**A. Toz konsantrasyonu**

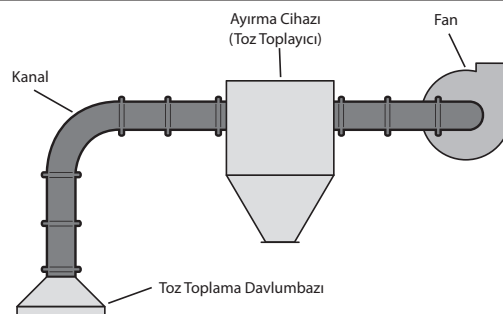
Dökme malzeme taşıma işlemlerinde, toz konsantrasyonları genellikle 230 ila 23000 miligram / metreküp (0.1 ila 10.0 lb<sub>m</sub>/ft<sup>3</sup>) toz arasında değişir ve parçacık büyüklüğü 0,2 ila 100 mikron (µm metrenin bir milyonda biridir) arasında farklılık gösterebilir. Bir toplayıcının seçimi, gerekli temizlik veya etkinlik seviyesine dayanmalıdır.

**B. Hava akımının özellikleri**

Kirletilmiş (veya kirli) havanın özellikleri, toplayıcı seçiminde önemli bir etkiye sahip olabilir. Faktörler arasında sıcaklık, rutubet içeriği ve bağıl nem bulunur.

**C. Tozun özellikleri**

Tozun kendisinin özellikleri, bir toz toplama sisteminin seçiminde önemlidir. Silika kumu veya metal cevherleri gibi birçok tozun orta – ağır derecede konsantrasyonları, doğal olarak aşındırıcı, higroskopik veya yapışkan olabilir. Parçacıkların büyüklüğü ve şekli dokuma toplayıcıların uygulanabilirliğini belirleyecektir; birçok ince malzemenin yanıcı doğası, elektrostatik çöktürücülerin kullanımını seçenek dışı bırakır.

**Şekil 20.2**

Bir toz toplama sisteminin temel bileşenleri arasında toplama cihazları, hava kanalları, filtre cihazı, fan ve motor bulunur.

## D. İmha yöntemi

Toplanan tozdan kurtulma yöntemi, malzemenin doğası ve miktarı, genel tesis prosesi ve kullanılan toplayıcı tipine göre değişecektir. Toplayıcılar sürekli olarak veya partiler halinde boşaltma yapabilir. Kuru malzemeler, boşaltma ve imha sırasında ikinci toz problemlerine neden olabilir. Sıvı çamur veya atık, nemli bir toplayıcı için ek bir malzeme taşıma problemi yaratabilir. Eğer atıksu uygun şekilde arıtılmazsa, pissu veya su kirliliği problemleri doğabilir.

## TOPLAMA TEKNOLOJİLERİ

## Toz Ayırma Teknolojileri

Tozu havadan temizlemek için kullanılan, her birinin kendine ait faydaları ve dezavantajları bulunan birtakım özel “donanım” yaklaşımları vardır. Endüstride kullanılan başlıca beş tip aktif toz toplama sistemi şunlardır:

- Eylemsiz ayırıcılar (genellikle siklonlar adı verilir)
- Sulu yıkayıcılar
- Elektrostatik çöktürücüler
- Kartuş filtreli toplayıcılar
- Dokuma toz toplayıcıları (çoğu zaman torba filtreler denir)

**Eylemsiz Ayırıcılar**

Eylemsiz ayırıcılar, merkezkaç, yerçekimi ve atalet kuvvetlerinin bir birleşimini kullanarak tozu hava akımından ayırır. Bu kuvvetler tozu, hava akımının uyguladığı kuvvetlerin minimum seviyede olduğu bir alana taşır.

Eylemsiz ayırıcıların başlıca üç tipi şunlardır:

- Aktif çökme odaları
- Deflektör odaları
- Siklonlar veya santrifüj toplayıcılar

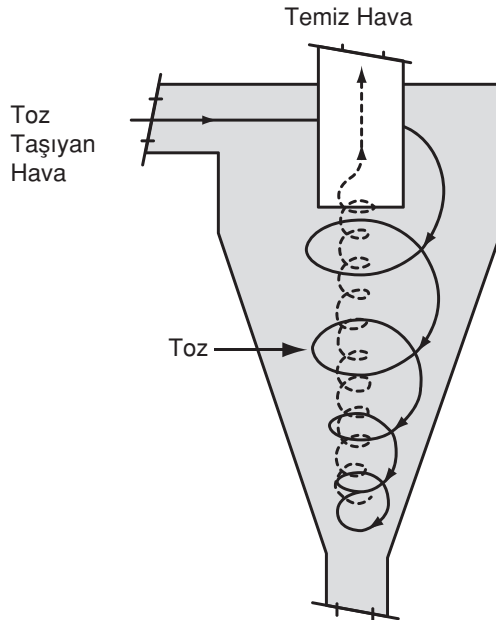
Aktif çökme odaları, yavaşlatmak için hava akışını hapsedmenin, asılı parçacıkların havadan düşmesini sağlayacağı varsayımıyla çalışır. Deflektör odaları, aktif çökme odalarına benzer şekilde, fakat havayı yavaşlatmak ve yönlendirmek için deflektörler kullanarak asılı parçacıkların havadan düşmesini sağlarlar. Aktif çökme ve deflektör odaları, boyut gereksinimleri ve zayıf etkinlikleri nedeniyle, bir tesis veya proses için yegane toplama yöntemi olarak yaygın biçimde kullanılmaz.

Siklonlar, bu eylemsiz ayırıcı sistemleri içinde en yaygın kullanılanıdır. Tozu hava akımından “savurarak döken” bir girdap, bir iç hortum yaratırlar (**Şekil 20.3**). Yapının içinde yaratılan bu girdap gibi dönen hava akışı, bir merkezkaç kuvveti yaratarak toz parçacıklarını dışarı, ünitenin duvarlarına doğru atar. Duvarlara çarptıktan sonra, parçacıklar toplanarak daha büyük parçacıklar oluşturur ve hava akımından, ünitenin tabanındaki bir toplama noktasına veya tahliye çıkışına düşer.

Bir muhafaza içinde iki girdap yaratan tek siklonlu ayırıcılar vardır. Ana girdap iri taneli tozu aşağı doğru sarmal şeklinde indirirken, daha küçük bir iç girdap alttan sarmal şeklinde yükselir ve ince parçacıkları yukarıya, bir filtreye doğru taşır. Çok siklonlu üniteler, ortak bir giriş ve çıkışla paralel çalışan birkaç küçük çaplı siklondan oluşur. Bu üniteler, tek siklonlu ayırıcıda görülen iki girdabı oluşturur. Bu çok siklonlu üniteler daha etkindir, çünkü boyları

**Şekil 20.3**

Siklonlu toz toplama sistemleri, tozu hava akımından “savurarak döken” bir girdap, bir iç hortum yaratırlar.





daha uzundur (havanın içeride kalması için daha fazla süre sağlarlar) ve çapları daha küçüktür (daha büyük merkezkaç kuvveti sağlarlar). Siklonlar, ayırma sürecini sürdürmek için yüksek bir hava akışı hızını korumalıdır.

Bazı siklonların, özellikle ince parçacıklar taşıyan siklonların etkinliğini artırmak için, bu ünitelerin toplayıcı yüzeyi suyla nemlendirilebilir.

Eylemsiz ayırıcı sistemleri çoğu zaman, daha etkin toz toplama sistemlerinde iş yükünü azaltmak için ön sıyrıcılar olarak kullanılır, çünkü ince veya solunabilir parçacıkların yeterli derecede etkin şekilde toplanmasını sağlamazlar. Yüksek nem koşullarında performans düşer. Tıkanma problemlerinin olmadığı durumlarda, bu sistemler, hareketli parçalara sahip olmadıklarından düşük bakım maliyetleriyle çalışabilir.

### Sulu Yıkayıcılar

Sulu yıkayıcı sistemlerinde, bir sıvı (en yaygın olarak su) toz taşıyan hava akımının içine püskürtülür (Şekil 20.4). Toz parçacıkları su damlacıkları tarafından yakalanır ve havadaki asılı konumlarından düşer. Toz ve su karışımı, toplayıcının altından sulu çamur olarak çıkar ve malzemeleri temizlemek için bir çökme veya arıtma sisteminde geçirilir.

Sulu yıkayıcıların bir avantajı da, yüksek sıcaklık uygulamalarında kullanılabilir. Tozun kaçma ve yeniden asılı hale gelme şansı çok azdır ve yıkayıcılarla ilişkili minimum yangın ve patlama tehlikesi vardır. Yıkayıcılar aynı zamanda hem parçacıklı madde (toz) hem de gazların toplanmasına olanak verir; bu nedenle bazı işletmeler için çifte fayda sağlar.

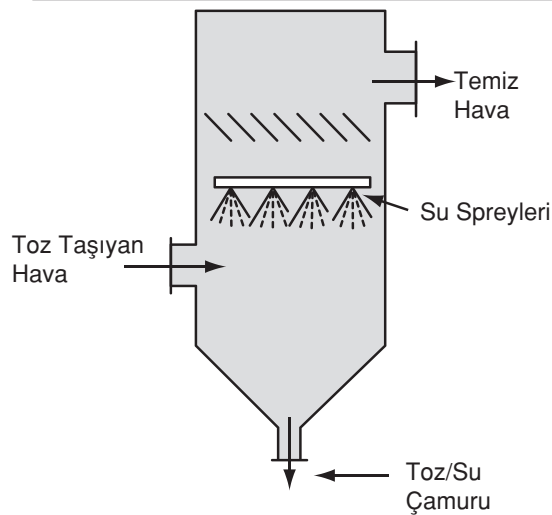
Sulu yıkayıcıların da bazı dezavantajları vardır. Bunlardan biri, bu sistemlerin yüksek işletme ve bakım maliyetlerine sahip olması ve soğuk hava şartlarındaki işletmelerde donmaya karşı koruma gerektirebilir. Ağır toz şartlarında, bu sistemler çoğu zaman siklon gibi bir ön sıyrıcı

gerektirir. Bu sistemler daha yüksek güç gereksinimlerine sahip olacaktır.

Su ve malzeme çamurunun taşınmasından kaynaklanan korozyon problemleri olabilir. Sistemdeki kirletilmiş su için genellikle su artırması gerekir. Malzemelerin yıkayıcı atığından geri kazanılması genellikle zordur.

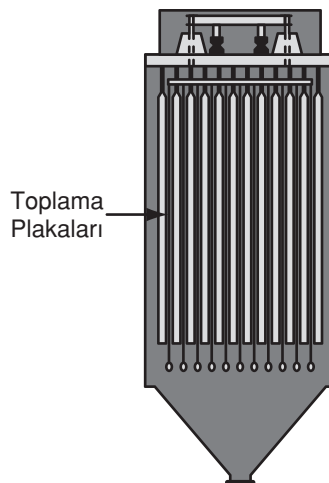
### Elektrostatik Çöktürücüler

Yüksek sıcaklık ve basınç aralıklarında büyük miktarda toz yüklü havayla başa çıkmak için çoğu zaman elektrostatik çöktürücüler kullanılır. Bu sistemler, bir negatif elektrik yükü uygulayarak, toplama alanına geçerken parçacıkları iyonize eder (Şekil 20.5). Yüklü parçacıklar daha sonra çekilir ve toplama bölgesinin içine yerleştirilmiş pozitif yüklü elektrot plakalarına yapıştırılır.



**Şekil 20.4**

Sulu yıkayıcı sistemlerinde, bir sıvı (en yaygın olarak su) toz taşıyan hava akımının içine püskürtülür. Toz parçacıkları su damlacıkları tarafından yakalanır ve havadaki asılı konumlarından düşer.



**Şekil 20.5**

Elektrostatik çöktürücüler bir negatif elektrik yükü uygulayarak, toplama alanına geçerken parçacıkları iyonize eder. Yüklü parçacıklar daha sonra çekilir ve toplama bölgesinin içine yerleştirilmiş pozitif yüklü elektrot plakalarına yapıştırılır.

Daha sonra bu elektrotlar “tıklanarak” veya titreştirilerek toplanmış toz boşaltılır ve yerçekimiyle aşağı doğru plakaların üzerine gitmesi sağlanır..

Tüm elektrostatik çöktürücülerin dört ana bileşeni şunlardır:

- Yüksek voltajlı, tek yönlü akım sağlamak için bir güç kaynağı
- Hava akımındaki parçacıklara yük uygulamak için bir iyonlaştırma kısmı
- Toplanan parçacıkları çıkarmak için bir araç
- Çöktürücü bölgesini kapatmak için bir yuva

Başlıca iki tip çöktürücü vardır:

- Yüksek voltajlı, tek kademeli  
Tek kademeli çöktürücüler iyonizasyon ve toplamayı tek bir adımda birleştirir. Bunlara yaygın olarak Cottrell çöktürücülerini denir.
- Düşük voltajlı, iki kademeli  
İki kademeli çöktürücüler, tek kademeli çöktürücülere benzer bir prensip kullanır; bununla birlikte, iyonlaştırma kısmını bir toplama kısmı takip eder.

Çöktürücüler, mikron altı parçacıklar dahil, tozda yüzde 99 etkili olabilir, fakat yüksek elektrik özdirenci nedeniyle düşük kükürt içerikli kömürün yanmasından çıkan uçan külde iyi çalışmazlar. Yüksek sıcaklık veya yüksek hava akışı bulunan ortamlar-

da, minimum enerji tüketimiyle, yapışkan ve aşındırıcı malzemeler de dahil diğer malzemelerde iyi sonuç verirler. Bu sistemler, büyük bir sermaye yatırımı gerektirir. Personelin sistemin yüksek voltajına maruz kalmasını önlemek için güvenlik önlemleri gereklidir. Elektrik sistemi çevresinde yanıcı gazlar toplandığında, çöktürücüler bir patlama tehdidi yaratabilir.

### **Kartuş Filtreli Toplayıcılar**

Kartuş filtreli toplayıcılar, toz toplayıcı yapısının içine, katlanmış, dokuma olmayan bir filtre aracı içeren delikli metal veya plastik kartuşlar yerleştirir. Bu sistemlerde kullanılan filtre aracı, diğer toz toplama sistemlerinden daha küçük bir birim büyüklüğünde, daha büyük bir toplama yüzeyi alanı sağlar. Sonuç olarak, tüm sistemin büyüklüğü azaltılabilir.

Bu sistemler, filtrenin sistem kapalıyken değiştirildiği tek kullanımlık sistemler ve sürekli temizlik sağlayan “pulse-jet” temizlik sistemleri şeklinde mevcuttur.

Bu sistemlerin dezavantajları arasında, yedek kartuşların nispeten yüksek maliyeti bulunur. Toplanan malzemelerdeki yüksek rutubet içeriği, filtre aracının körleşmesine (tıkanmasına) neden olabilir ve sistemin kendisi, diğer toplama yöntemlerinden daha yüksek seviyelerde bakım gerektirir. Kartuş filtreleri, aşındırıcı malzemeler veya yüksek sıcaklıkların görüldüğü uygulamalar için genellikle önerilmez.

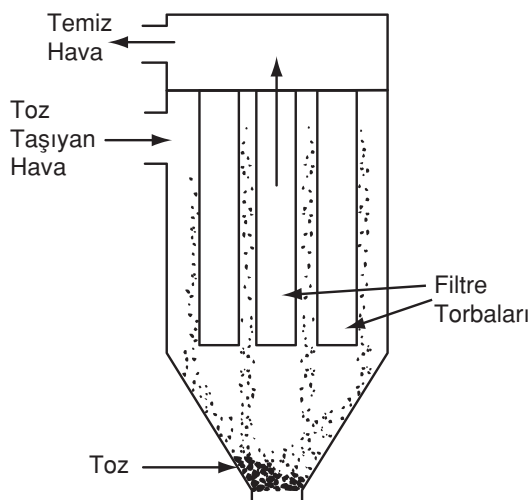
### **Dokuma Toz Toplayıcıları**

Belki de en yaygın toz ayırma teknolojisi, yaygın olarak torba filtre adı verilen yapılara yerleştirilen dokuma toplayıcıların kullanılmasıdır (Şekil 20.6). Dokuma toplayıcılar, toz parçacıklarını hava akışından ayırmak için filtreleme kullanır. Mevcut en etkili ve maliyet etkin toz toplayıcı tiplerinden biridir ve 1 µm veya altındaki parçacıklarda yüzde 99’un üzerinde bir toplama verimi sağlayabilirler.

Dokuma toplayıcılar, filtrelemenin gerçekleştirilmesine yardımcı olması için tozun kendisini kullanır. Filtre torbalarının yüzey-

**Şekil 20.6**

En yaygın toz ayırma teknolojisi, yaygın olarak torba filtre adı verilen yapılara yerleştirilen dokuma toplayıcıların kullanılmasıdır. Dokuma toplayıcılar, toz parçacıklarını hava akışından ayırmak için filtreleme kullanır.



lerinde toplanan tozdan bir “kek” oluşur ve torbalardan geçmeye çalıştıkça toz parçacıklarını yakalar.

Örülmüş veya keçeli pamuktan yapılan, sentetik veya bir tüp veya zarf şeklinin içinde cam elyaf malzemedan üretilen torbaların, toz kekinin seviyesini azaltmak ve egzoz fanını aşırı çalıştırmadan havanın çekilerek torbadan geçirilmesini sağlamak için, periyodik olarak temizlenmesi gerekir.

### Temel Prensipler

Dokuma toz toplayıcı veya torba filtre işlemlerinin üç temel prensibi vardır:

- Temizlik verimliliği, filtre yüzeyindeki toz keki birikmesine bağlıdır: Biraz kek birikmesi olan bir filtrenin performansı, yeni bir filtreden daha iyidir.
- Hava akışının miktarı, filtre aracının geçirgenliğine, hava akışındaki toz miktarına, filtre temizliğinden önceki birikme miktarına ve ters temizleme vuruşunun kuvvetine bağlıdır.
- Filtre dokuması ne kadar geçirgen olursa, bir toz keki bulunsun veya bulunmasın, toplaması daha az verimli olacaktır.

Toplayıcılar (kirli havanın toplayıcının içinden yukarı doğru geçtiği ve temiz havanın toplayıcının üstündeki filtrelerden çıktığı) “yukarı akış” veya (kirli havanın üstten girdiği ve aşağı doğru toplayıcının içinden geçerken temiz havanın alttan çıktığı) “aşağı akış” için tasarlanabilir. Aşağı akış tasarımı, temizleme hareketinin lehine çalışır ve genellikle daha etkilidir.

### Filtre Temizleme

Bir torba filtrenin içindeki filtrelerin temizlenmesi istek üzerine, filtre aracında belirli bir basınç düşüşü tarafından belirlendiği şekilde, filtre tamamen yüklendiğinde yapılabilir. Otomatik temizleme off-line (toplayıcı kapalı olduğunda) veya on-line (toplayıcının kesintisiz çalışmasını sağlar) yapılabilir.

Yaygın olan üç temizleme yöntemi şunlardır:

#### A. Mekanik silkeleme

Mekanik silkelemede, hava, torbanın içinden dışına geçer, toz torbanın içinde esir edilir. Torbalar, torbanın asılı olduğu üst montaj çubuğu sarsılarak temizlenir. Bu işlem sistem kapalıyken gerçekleştirilir: Sistemin temizlik için durdurulması gerekir.

#### B. Ters hava akışı

Ters havalı sistemlerde, torbalar alta bağlanır. Hava, torbanın içinden yukarı doğru hareket eder, malzeme iç tarafta toplanır. Torbalar, toz toplayıcının içine ters yönde temiz hava enjekte edilerek temizlenir, böylelikle torba kısmen çöker ve toz kekinin torba duvarından kopması ve bunker tabanına düşmesi sağlanır. Sistemin temizlik için durdurulması gerekir.

#### C. Ters jet

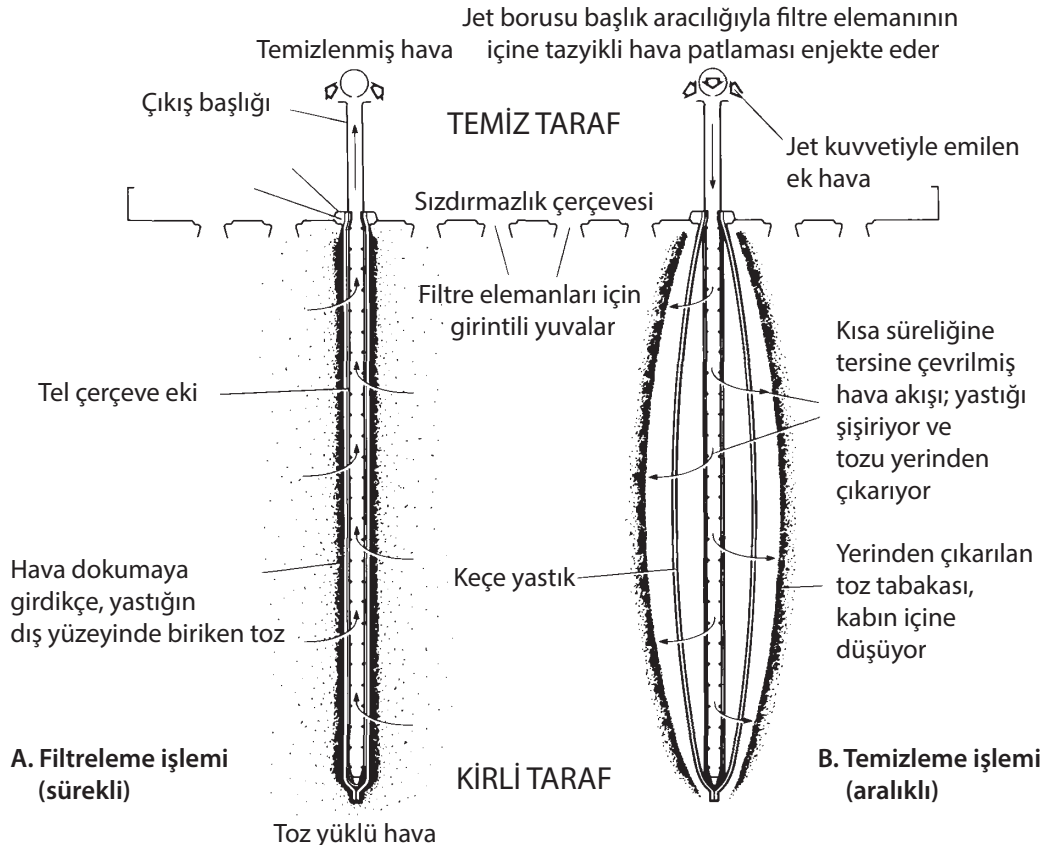
Ters jet sistemleri, sistem çalışırken temizlik sağlar. Bu ters jet sisteminde, filtre torbaları, torba filtrenin üstünden bağlanır ve metal kafeslerle desteklenir. Kirli hava dışarıdan torbaların içine akar, tozu torbanın dışında bırakır. Temizlenen hava torbanın içinden yukarı doğru hareket eder ve kafesin üstünden çıkar (**Şekil 20.7**). Torbalar, tepede torbaların içine verilen bir tazyikli hava patlamasıyla temizlenir. Torbanın üstündeki bir ventüri nozülü, tazyikli havayı hızlandırır. Tazyikli hava patlamasının süresi kısa olduğundan (genellikle saniyenin onda biri), hızla hareket eden bir kabarcık gibi torba duvarını esnetir, toz kekini kırar ve toplama bunkerine düşmesini sağlar (**Şekil 20.8**).

Ters jet sistemleri, silkeleyicili veya ters havalı temizlik tasarımlarından daha eksiksiz temizlik sağlar. Sürekli temizlik özelliği, bu sistemlerin daha yüksek hava-arac oranında çalışmasını sağlar; bu nedenle diğer tasarımlara kıyasla temizlik verimliliği daha yüksek ve alan gereksinimleri daha düşüktür.

Dokuma filtrelere sahip bir torba filtreli toplama sistemi, solunabilir toz emisyon-

**Şekil 20.7**

Bu ters jet sisteminde, filtre torbaları, torba filtrenin üstünden bağlanır ve metal kafeslerle desteklenir. Kirli hava dışarıdan torbaların içine akar, tozu torbanın dışında bırakır. Temizlenen hava torbanın içinden yukarı doğru hareket eder ve kafesin üstünden çıkar.



larını temizlemede yüzde 99'a kadar etkili olabilir. Filtreleme torbaları diğer yöntemlere kıyasla nispeten ucuzdur ve piyasadaki üreticilerin sayısının çokluğu, rekabetçi fiyatlandırma sağlar. Bu sistemlerin dezavantajları arasında, 260 santigrat derece (500°F) üzerindeki veya yüksek rutubet koşullarındaki uygulamalarda yaşanan problemler bulunur. Bazı sistemler, filtre torbalarının değiştirilmesi için torba filtresine girilmesini ve çalışanın - yüksek toz seviyeleri ve patlamaya neden olabilecek

bir kıvılcımın başlıca kaygılar olduğu - bir kontrollü alana maruz kalmasını gerektirir.

### Fanlar ve Motorlar

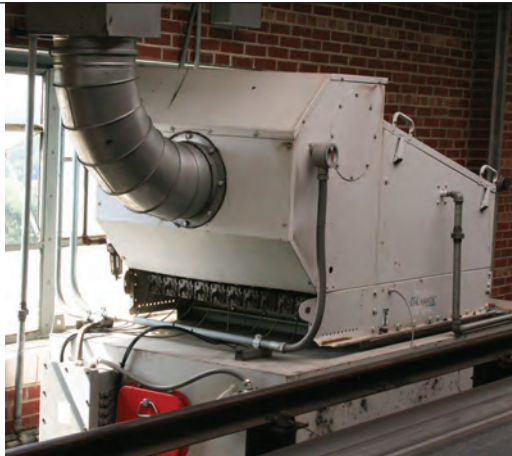
Fan ve motor sistemi, kirletilmiş havayı bir toz üreten kaynaktan toz toplayıcıya taşımak için gerekli mekanik enerjiyi sağlar. Santrifüj fanlar ve eksenel akış fanları, havayı toz toplama sistemlerinden geçirmek için kullanılan başlıca iki endüstriyel fan tipidir.

Bu fanlar, elektrik motorları tarafından çalıştırılır. Hem açık hem tamamen kapalı motorlar, potansiyel olarak tehlikeli toz yüklü ortamlarda yangın tehlikelerine karşı koruma sağlamak için, toz tutuşmasına dayanıklı ve tehlikeli iş için sınıflandırılmış modellerde mevcuttur.

Toz toplama sistemi tedarikçilerinin, uygun fan ve motor büyüklüğü ve tipi için tavsiyeleri olacaktır.

**Şekil 20.8**

Ters jet sistemleri sistem çalışırken temizlik sağlar. Ters jet temizlikte, filtreler, tepede torbaların içine verilen bir tazyikli hava patlamasıyla temizlenir. Bu hava torba duvarını esnetir, toz kekini kırar ve toplama bunkerine düşmesini sağlar.



## MERKEZİ, ÜNİTE VE EKLENEBİLİR SİSTEMLER

### Merkezi Sistemler

Bir konveyör sistemi için havadan toplanan tozu taşımanın merkezi yöntemi, tüm bireysel toplama noktalarını, tek, uzak bir lokasyona monte edilen tek bir toz toplayıcıya kanallarla bağlamak olacaktır (**Şekil 20.9**). Bu toplayıcı, fanlar, filtreler ve bir toplama bunkerini içerir. Filtreleme sistemi, bütün taşıma sisteminden ayıklanan tozun tamamını tutacak, imha için toplayacak veya uygun bir noktada konveyöre veya prosese geri besleyecektir.

Merkezi sistemler özellikle, proseste tüm toz oluşturan noktalar aynı anda çalıştığında ve/veya tüm tozun tek bir sahada işlenmesi arzu edildiğinde uygundur. Toz toplama ve işleme ekipmanı için konveyörlerin yakınında sınırlı alan bulunduğu veya patlama riskinin toz toplayıcının güvenli bir mesafeye yerleştirilmesini gerektirdiği durumlarda da faydalıdır. Bazı proseslerde, ince parçacıkları ana malzeme akışından çıkarmak daha iyidir. Sıcak toz taşırken merkezi toz toplayıcılar tercih edilebilir, çünkü sıcaklığı toz merkezi toplayıcıya giderken veya akışa “temiz hava” eklenerek düşürülebilir.

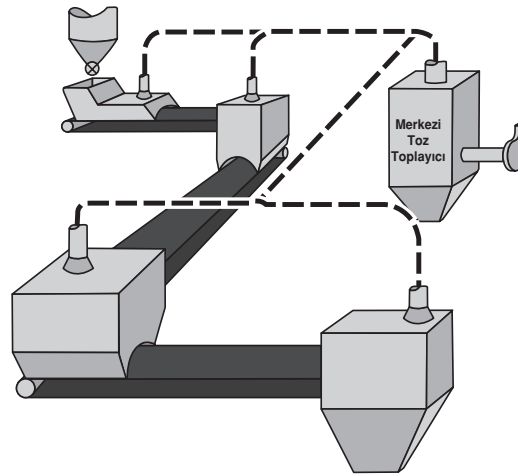
Merkezi toz toplama sisteminin dezavantajları, daha karmaşık mühendislik ve çok uzun kanal sistemleri gereksinimidir. Tüm toz toplama noktaları (toplama cihazları)

aynı anda çalışmak zorunda olduğundan, merkezi yöntemde daha yüksek işletme maliyetleri görülebilir. Herhangi bir bileşene bakım yapılması için tüm sistemin kapatılması gerekir. Bir merkezi toplayıcı için gereken fan motoru, statik basınçtaki artış ve sistem büyüdükçe kanal tertibatındaki kayıplar nedeniyle çok daha büyük olabilir.

Toplanan toz, uygun şekilde boyutlandırılmaz ve işletilmezse, kendi toz problemini yaratabilecek bir ek malzeme taşıma sistemi gerektirecektir.

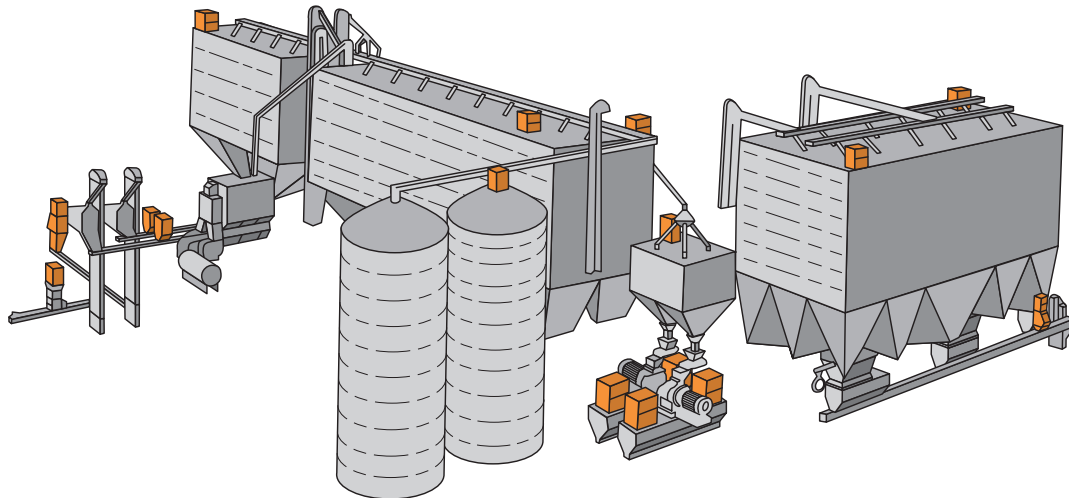
### Ünite Sistemleri

Ünite sistemleri, tek veya uygun şekilde gruplandırılmış toz oluşma noktalarında kullanılan küçük, bağımsız toz toplayıcılardan oluşur (**Şekil 20.10**). Toplayıcı üniteleri, hizmet ettikleri proses makinelerinin yakınına yerleştirilerek, kanal sistemi ihtiyacını azaltır. Genellikle, bu ünite toz toplama



**Şekil 20.9**

Merkezi toz toplayıcı sistemi, tesisteki farklı birtakım nokta ve işlemlerden tozu temizlemek için tek toplayıcı bir sistem (torba filtre) kullanır.



**Şekil 20.10**

Ünite sistemi, ayrı veya yakın gruplanmış toz oluşma noktalarının yakınına daha küçük toz toplayıcıları yerleştirir. (Not: Toz toplayıcılar turuncuyla gösterilmiştir.)

sistemleri, iri taneli toz uygulamaları için kullanılan siklon toplayıcılarla birlikte, ince toz için dokuma filtreler kullanır.

Ünite sistemleri, azaltılmış kanal sistemi ve bunun sonucunda düşen mühendislik ve montaj giderinden faydalanır. Bu sistemler, bazı ünitelerin yalnızca aralıklı olarak çalışması gerektiğinden azaltılmış işletme gideri sağlar. Tüm toz toplama sistemini kapatmaya gerek olmadan, her bir üniteye bağımsız olarak bakım yapılabilir.

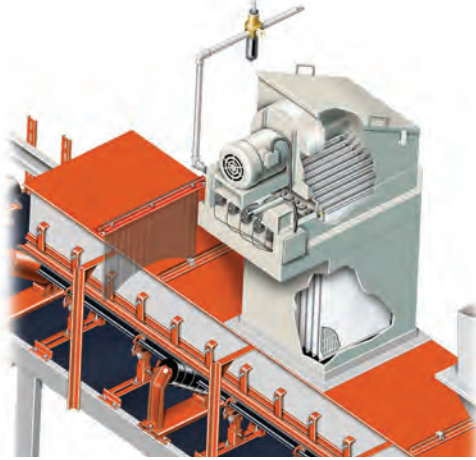
**Şekil 20.11**

Eklenebilir sistemler, konveyör transfer noktaları gibi toz oluşturan ekipmanın içine eklenebilir toz toplayıcıları yerleştirir.



**Şekil 20.12**

Eklenebilir toz toplayıcıları, kirlenmeyi kaynağında kontrol eder. Transfer noktalarının veya diğer toz kaynaklarının üzerine monte edilen bu toplayıcılar küçük ve bağımsızdır ve bir fan ve bir tür toz filtresinden oluşurlar.



**Şekil 20.13**

Bunkerler, silolar, transfer noktaları veya mobil konveyörler gibi ayrı, izole edilmiş veya portatif toz üreten işlemler için uygundur.



Ünite yöntemi her bir toz kaynağına bitişik alan gerektirir. Her bir ünite toplayıcısından tozun boşaltılması, ek toz taşıma mekanizmaları gerektirebilir.

Ünite toplayıcılarının avantajları arasında düşük alan gereksinimleri, toplanan tozun ana malzeme akışına dönüşü ve düşük ilk maliyet bulunur. Bununla birlikte, bu küçük boyutu elde etmek için, ayrı toz tutma kapasiteleri, bakım olanakları ve bakım süreleri feda edilmiştir.

### Eklenebilir Toplayıcılar

Ünite konseptinin bir uzantısı da, toz toplama sisteminin toz oluşma noktasının içine yerleştirildiği, eklenebilir sistemdir (Şekil 20.11). Filtre, tozu kaynağında kontrol etmek amacıyla, toz oluşma noktasının çevresindeki muhafazaya entegre edilir. Toz “ayıklanmaz”; toplanır ve periyodik olarak muhafaza içindeki malzeme akışına geri boşaltılır.

Eklenebilir toz toplayıcıları, kirlenmeyi kaynağında kontrol eder. Transfer noktalarının veya diğer toz kaynaklarının üzerine monte edilen bu toplayıcılar küçük ve bağımsızdır ve bir fan ve bir tür toz filtresinden oluşurlar (Şekil 20.12). Konveyör havasının pozitif basıncını kullanabilir veya fanla güçlendirilebilirler. Sistemler, filtre torbalarının veya kartuşlarının dikey, yatay veya herhangi bir açıda düzenlenmesine izin verecek şekilde tasarlanır. Eklenebilir toplayıcılar kanal sistemini ortadan kaldırarak, montaj maliyetleri yanında, işletme sırasında enerji maliyetlerini de azaltır. Bunkerler, silolar, transfer noktaları veya mobil konveyörler gibi ayrı, izole edilmiş veya portatif toz üreten işlemler için uygundur (Şekil 20.13).

Bu sistemin başlıca avantajı, kanal sisteminin ortadan kaldırılmasıdır. Yakın çevrede toz kontrolünü gerektiren birçok nokta yoksa, eklenebilir sistem çoğu zaman merkezi veya ünite sistemlerden daha ekonomiktir. Statik basınç çok daha düşük olduğundan ve kanal sisteminden dolayı basınçta hiçbir kayıp bulunmadığından, fan motoru normalde diğer sistemlerde oldu-

ğundan daha küçüktür. Eklenabilir sistem yalnızca gerektiğinde (üstüne monte edildiği ekipman parçası çalıştığında) çalışacak, enerji gereksinimlerini düşürecektir. Toz, oluşma noktasında prosese geri döndürülür, dolayısıyla ayrı bir toz taşıma ve imha sistemine ihtiyaç yoktur.

Eklenabilir sistemin dezavantajları arasında, filtreyi temizlemek için tazyikli hava kullanılması bulunur. Birçok tesiste tazyikli hava sistemleri zaten belirli bir kapasitede çalışmaktadır, dolayısıyla sistem standardı ters jetle temizleme sisteminin eklenmesi, tesisin hava sistemine aşırı yüklenebilir. Ayrıca, tozu kaynağına geri döndürmek için tazyikli havanın kullanılması, bir asılı toz kümesinin sistemin giriş ve/veya çıkış alanlarından kaçmasına neden olabilir.

## BOYUTLANDIRMA VE YERLEŞTİRME

### Filtre Malzemesi ve Büyüklüğü

Bir toz toplama sistemi tarzı belirlendikten sonraki adım, filtre aracı için malzemeyi seçmektir. Doğru malzemededen ve doğru büyüklükte bir filtre seçimi kritik bir unsurdur. Filtre tasarımındaki gelişmeler, tasarımcının, toplanacak tozun özelliklerine dayanarak bir uygulama için uygun tarz ve malzemeyi kesin olarak saptamasına izin vermektedir. Örneğin, eğer toplanan toz bir standart filtrenin sınırlarına yakın bir sıcaklıktaysa, bir yüksek sıcaklık aracı seçilebilir. Yanıcı malzemelerde, bir antistatik filtre aracı kullanılmalıdır.

Birçok filtre üreticisi, çeşitli ürünleri için hava-dokuma oranı listeleri yayımlar. Hava-dokuma oranı, metreküp/saniye cinsinden ( $\text{ft}^3/\text{dk}$ ) hava akışının metrekare cinsinden ( $\text{ft}^2$ ) filtreleme aracının alanına bölümü olarak tanımlanır. Uygun hava-aracı oranı, tozun tipine ve konsantrasyonuna ve filtre aracının tipine bağlıdır. Bu listeler, toz parçacığı büyüklüğü, proses sıcaklığı ve rutubet mevcudiyeti gibi değişkenler tarafından değiştirilecek kılavuzlar olarak kullanılmalıdır. Bir sistem tedarikçisinin temsilcisi, detaylı uygulama bilgisi sağlayabilir.

Çoğu filtre aracı, arzu edilen toplama

verimliliğini elde etmek için yüzeylerinde bir toz kekinin oluşmasını gerektirir. Birçok insan, torbalar ne kadar temiz olursa, emisyonların o kadar düşük olacağını düşünür. Bu doğru değildir: Toz torbalarının aşırı temizlenmesi, filtre üzerindeki toz kekinin sağlayacağı faydayı kaybedecek, dolayısıyla çalışma verimliliğini azaltacaktır.

Toz toplayıcı üreticileri genellikle, basınç farkı (filtrenin temiz ve kirli tarafları arasındaki fark) tavsiye edilen değerin üzerine çıktığında, filtreleri temizlemek için torba filtreyi otomatik olarak “tütreten” bir cihaz olan Delta P ( $\Delta P$ ) kontrol cihazında değerli bir opsiyon sunar.

### Toz Toplama Cihazı Büyüklüğü ve Yeri

Eski bir deyiş şöyle der: “Bir perakende işi için en önemli üç şey, yer, yer ve yerdir.” Aynı toz toplama için de doğrudur: Toz toplama sisteminin tasarımında en kritik eleman, toplama cihazlarının yeridir.

Malzeme tanelerine, toz toplama noktalarına ulaşılmadan önce, kendiliklerinden veya bir toz bastırma sistemi eklenerek çökmeleri için bir şans verilmesi önemlidir. Aksi takdirde, kendiliğinden çabucak çökecek tozu temizlemek için enerji harcanacak ve toz toplama sistemi gerekenden daha büyük ve daha pahalı olacaktır. Yer, çabucak çöken iri taneli parçacıkların yakalanmasını en aza indirecek ve bunun yerine yalnızca ince tozu yakalayacak şekilde seçilmelidir.

Transfer noktaları için, genellikle birden fazla toz toplayıcı toplama noktası gerekir (**Şekil 20.14**). Ana toz toplama noktası, hareketli hava hacminin dörtte üçünü toplamak için yük noktasından sonra bant genişliğinin yaklaşık iki katı mesafeye yerleştirilir. Çoğu zaman, transfer noktasının bant giriş alanına ikinci bir toz toplama cihazı yerleştirilir (kuyruk kutusuna ve yük bölgesinden hemen önce). Bu toplama cihazı, hesaplanan toplam hava hareketinin yaklaşık dörtte birini içine almalıdır (**Şekil 20.15**).

### Bir Toplama Sisteminin Büyüklüğü

Amerikan Kamu Endüstriyel Hijyenist-

ler Konferansının *Endüstriyel Havalandırma* başlıklı kitabı, toz kontrol sistemleri hakkında bilgi için yaygın olarak kullanılan bir kaynaktır. İlk olarak 1951'de yayınlanan bu kitap, konveyör transfer noktaları dahil birçok toz kontrol durumu için standart hesaplamalar sunmaktadır. Bununla birlikte, *Endüstriyel Havalandırma* kitabında sağlanan teknik özellikler bazı durumlarda faydalı olsa da, bu kitap konveyör sistemleri için bir başvuru kaynağı olarak düşünülmemelidir. *Endüstriyel Havalandırmadaki* verilerin çoğunun, transfer noktaları için artık uygun olmadığını tecrübe göstermiştir. Bantlı konveyörler için toz toplama sistemlerinin tasarımı, montajı ve bakımı konusunda pratik saha tecrübesine sahip saygın tedarikçiler, toz toplama sistemlerinin boyutlandırılması ve yerleştirilmesi için yeni ve daha ileri teknoloji yöntemler geliştirmiştir.

## DEZAVANTAJLAR

### Toz Toplama Sistemlerinin Dezavantajları

Toz yüklü havayı temizlemek için kullanılan kuru toplama sistemleri, hem ılık hem de soğuk hava şartlarında iyi performans

gösterir. Bu toz sistemlerinin, merkezi, ünite veya eklenebilir toplama sistemi seçimine bakılmaksızın, ekipman ve kanal sistemi için büyük miktarda alan gerektirebilmesi, bu sistemlerin montajını pahalı kılar. Sistemin büyüklüğü arttıkça işletme ve bakım maliyetleri de katlanır. Sistem işletmeye alındıktan sonra gerekli değişiklik veya tadilatların, tüm sistem değiştirilmeden uygulanması güç olabilir. Filtre torbalarının değiştirilmesi bile maliyetli ve zaman alıcı olabilir. Filtre torbasındaki bir sızıntı, tüm toplayıcının verimliliğini etkileyebilir; sızıntı yapan filtreyi tespit etmek veya değiştirmek zor olabilir. Eğer toplanan tozun malzeme akışına geri döndürülmesi gerekiyorsa, tozun yeniden havaya sürüklenmesini ve bir sonraki toplama noktasında toplanmasının gerekmesini önlemek için dikkatli olunmalıdır.

Bir toz toplayıcı boyutlandırırken belki de en büyük problem, taşınan dökme malzemelerin özellik ve miktarlarındaki çeşitliliğidir. Toz toplama sistemi, yalnızca ender rastlanan durumlarda görülmeleri beklense de, en kötü şartlar için tasarlanmalı ve işletilmelidir.

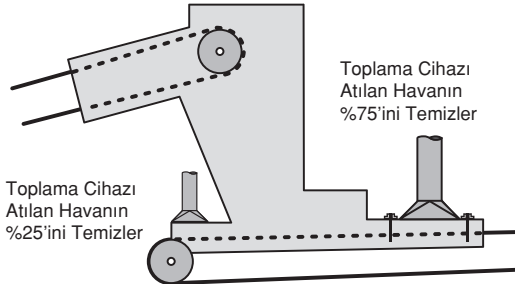
### Toplanan Malzemelerin Taşınması

Herhangi bir toz kontrol sistemindeki son gereksinim, toplandıktan sonra tozdan kurtulmak için bir mekanizma sağlanmasıdır. Dikkate alınması gereken adımlar arasında, tozun toplayıcıdan temizlenmesi, depolanması ve yeniden kullanım veya imha için işlenmesi bulunur.

Toplanan malzemenin taşınması, özellikle eğer malzeme prosese geri döndürülecekse problem olabilir. Herhangi bir noktada ince parçacıkların aşırı yüklenmesiyle prosesi etkilemekten sakınmaya özen gösterilmelidir. Ayrıca, toplanan tozun ana malzeme kütesine geri döndürülmesi, toza, bir sonraki toplama noktasında yeniden toplanmasını gerektirecek şekilde yeniden güç verilmesini önleyecek biçimde yapılmalıdır. Toplanan toz parçacıkları, yeniden kolaylıkla asılı hale gelecek kadar küçük olduğundan, çoğu zaman fazladan bir birleştirme sürecine tabi tutulurlar. Toplanan

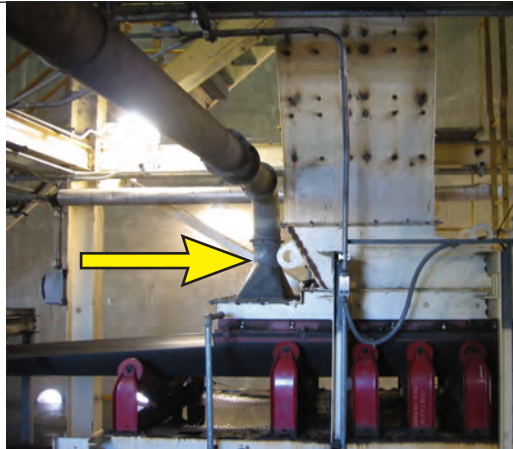
**Şekil 20.14**

Birçok transfer noktası, ana toplama cihazı yük noktasından sonra bant genişliğinin yaklaşık üçte ikisi mesafeye yerleştirilmiş halde, birden fazla toz toplama yeri gerektirir.



**Şekil 20.15**

Transfer noktasının bant giriş alanına ikinci bir toz toplama cihazı yerleştirilir (kuyruk kutusuna ve yük bölgesinden hemen önce).





toz, yeniden genel malzeme taşıma sistemine döndürülmeden önce bir mikser, çamur değirmeni veya peletleyiciden geçirilebilir. Bazı endüstrilerde, toplanan toz yeniden prosese verilemez, dolayısıyla bir atık sahasına gönderilmesi veya atık malzeme olarak başka şekilde imha edilmesi gerekir.

## SİSTEM BAKIMI

Verimli çalışmayı sürdürmek için uygun bakım aralıklarını ve prosedürlerini belirlemek amacıyla toz kontrol sistemi tedarikçilerine danışılmalıdır.

Toz kontrol sistemlerinin, muhafazaya etkin erişim sağlayacak ve filtre torbaları ve diğer bileşenlerin muayenesine ve bakımına izin verecek şekilde tasarlanması önemlidir.

## TİPİK ÖZELLİKLER

### A. Toz toplayıcı

Konveyör transfer noktası, asılı parçacıkları yakalamak ve bunları, ek toz taşıma ekipmanı kullanmadan ana malzeme kütesine geri döndürmek için bir toz toplayıcı sistemiyle donatılacaktır.

### B. Transfer noktasının yeri

Bu toz toplayıcı, toz yüklü havayı merkezi bir torba filtreye taşımak için gerekli kanal sistemi veya yüksek güçte fanlar olmaksızın çalışabilmesi için, transfer

noktası muhafazasının içine monte edilecektir.

### C. Tümleşik fan

Toz toplayıcının tümleşik fanı, toz yüklü havayı, muhafazanın içindeki filtre elemanlarından geçirerek çekecektir.

### D. Filtre torbaları

Toz toplama sistemi, optimum hava akışı ve derinlemesine temizlik için, bir dizi tel çerçeve monte edilmiş, zarf şeklinde filtre torbası içerecektir. Bu filtre sistemi, bir mikrondan büyük tüm parçacıkların yüzde 99'unu yakalayacaktır. Filtrelere, toplayıcı ünitesinin temiz hava tarafından bakım yapılabilecektir.

### E. Ters jetle temizleme

Filtrelerin periyodik temizliği, filtre torbalarına enjekte edilen bir otomatik ters tazyikli hava jetiyle gerçekleştirilecektir. Bu, hava akışını bir anlığına tersine çevirerek, birikmiş tozu yerinden çıkarmak için filtre elemanını şişirecektir. Toplanan filtre keki, ana malzeme akımına geri dönecektir.

### F. Erişim kapıları

Çıkarılabilir bir erişim kapısı, temiz hava odasına erişim sağlayacaktır.

### G. Güvenlik önlemleri

Patlama veya yangın riskini en aza indirmek için, herhangi bir toz toplama



## GÜVENLİK HUSUSLARI

Bu kitabın başka bir bölümünde belirtildiği gibi, asılı parçacıkların yoğunlaşabileceği bir toz toplayıcının içi gibi herhangi bir kapalı alanda önemli yangın ve patlama riskleri mevcuttur. (Bkz. 17. Bölüm: Toz Yönetimine Genel Bakış)

Birçok toz toplama sisteminin, kontrollü alana giriş izinleri ve prosedürleri gerektiren kapalı alanlar oluşturduğuna dikkat edilmelidir. Personeli, filtrelerin veya diğer bileşenlerin muayenesi veya bakımıyla görevlendirirken, uygun önlemler alınmalıdır.

sisteminde, uygun tehlikeli iş için sınıflandırılmış bir motora sahip kıvılcımsız fan, topraklanmış toz filtreleri ve toz toplama bunkerinin içinde paslanmaz çelik kaplama kullanılmalıdır.

### TİPİK TOZ TOPLAMA UYGULAMASI

Bir beton tesisindeki bant, transfer şutundan kaçan aşırı miktarda tozdan muzdariptir. Transfer şutunun yapısı iyidir, fakat herhangi bir şekilde genişletilemez.

Malzeme .....Çimento  
Transfer Noktası..... İyi, fakat genişletilebilir değil  
Hava akışı..... 0,75 m<sup>3</sup>/sn (1600 ft<sup>3</sup>/dk)  
Toplama Yöntemi ..... Eklenebilir Toz Toplayıcı

Bu, eklenebilir toz toplayıcı için iyi bir uygulamadır. Toz problemi vardır. Transfer noktası zaten kurulmuştur, fakat pasif toz kontrolü kullanmak için genişletilemez. Hava akışı, pasif filtre torbası kullanılamayacak kadar büyüktür.

Eklenebilir sistem, toplanan tozu konveyöre daha büyük katı maddeler olarak geri yerleştirecek, toplanan tozu taşımak için ikinci bir işlem ihtiyacını ortadan kaldıracaktır. Eklenebilir bir sistem, nispeten değerli yükü de konveyör bandı üzerinde tutacaktır.

Eklenebilir sistem, konveyör bandı transfer noktasının üzerine, transfer şutu çıkışı yakınına monte edilecektir. Fazla hava ve tozu bir dizi filtreden geçirerek çekecektir. Hava, düzenli aralıklarla filtrelere çarptırılacak ve toplanmış toz parçacıkları konveyörün üzerine geri düşecektir.

### GELİŞMİŞ KONULAR

#### Bir Eklenebilir Toz Toplama Sisteminin Seçimi ve Uygulanması

Bir eklenebilir toplayıcı, bağımsız bir toz toplama ekipmanı parçasıdır. Uygun şekilde boyutlandırmak için, toplam hava

akışı, malzemenin yanabilirliği ve transfer şutunun üstündeki alanın temel büyüklük kısıtlamalarının bilinmesi gerekir. Tasarımcı aynı zamanda, malzeme ve kullanılması düşünülen toplayıcı için tavsiye edilen hava-kumaş oranını da bilmelidir. Bu değer, toplayıcı üreticisinden alınabilir ve genellikle taşınan malzemeye dayalıdır.

Aşağıda, bir eklenebilir toplayıcı seçmek için gerekli proses ve hava-kumaş oranının o seçim üzerinde sahip olduğu etkiyi gösteren iki örnek verilmiştir:

#### A. Antrasit kömürü şutu

Eldeki veri: Bir antrasit kömürü şutu, 50 metre küp / dakika (1750 ft<sup>3</sup>/dk) hava üretmektedir; toplayıcı bu kömür için 2,75 metre / dakika (9 ft/dk) hava-kumaş oranı gerektirmektedir.

Bulunacak: Bir eklenebilir toz toplayıcının temel gereksinimleri

Çözüm: Gerekli filtre aracının toplam alanını bulmak için, hava akışını hava-kumaş oranına bölün; malzemenin yanabilirliğini dikkate alın.

Malzemenin kömür olduğunu farz edersek, bu uygulama, uygun tehlikeli iş için sınıflandırılmış bir eklenebilir toz toplayıcı gerektirecektir.

Cevap: Bu uygulama, dakikada 50 metre küp (1750 ft<sup>3</sup>/dk) çekebilecek, 18 metre kare (194 ft<sup>2</sup>) filtre aracına sahip ve uygun tehlikeli iş için sınıflandırılmış bir eklenebilir toz toplayıcıya ihtiyaç duyacaktır.

#### B. Düşük bitümlü kömür şutu

Eldeki veri: Bir düşük bitümlü kömür şutu, dakikada 50 metre küp (1750 ft<sup>3</sup>/dk) hava üretmektedir; toplayıcı bu kömür için 2,1 metre / dakika (7 ft/dk) hava-kumaş oranı gerektirmektedir.

Bulunacak: Bir eklenebilir toz toplayıcının temel gereksinimleri

Çözüm: Gerekli filtre aracının toplam alanını bulmak için, hava akışını ha-

va-kumaş oranına bölün; malzemenin yanabilirliğini dikkate alın.

Malzemenin kömür olduğunu farz edersek, bu uygulama, uygun tehlikeli iş için sınıflandırılmış bir eklenebilir toz toplayıcı gerektirecektir.

**Cevap:** Bu uygulama, dakikada 50 metre-küp (1750 ft<sup>3</sup>/dk) çekebilecek, 24 metrekare (250 ft<sup>2</sup>) filtre aracına sahip ve uygun tehlikeli iş için sınıflandırılmış bir eklenebilir toz toplayıcıya ihtiyaç duyacaktır.

24 metrekarelik (250 ft<sup>2</sup>) eklenebilir toz toplayıcı ünitesi, önceki örnekteki toplayıcıdan önemli oranda daha büyük olacaktır; bu nedenle, fiziksel boş alan (transfer şutunun üstündeki alan) doğrulanmalıdır.

### Hava Hızı ve Toz Yönetimi

Hava hızının (toplama hızı, yakalama hızı ve taşıma hızının) anlaşılması ve kontrol edilmesi, asılı hale gelen toz miktarını büyük ölçüde etkileyecektir.

### Toplama Hızı

Bir malzemenin toplama hızı, toz parçacığını dinlenme konumundan hava akımına kaldırmak için gerekli çevreleyen havanın hızıdır. Bir malzemenin toplama hızı, ince parçacıklarının büyüklüğüne ve rutubet içeriğine bağlıdır. Çoğu malzeme için toplama hızı 1 ila 1,25 metre/saniye (200 - 250 ft/dk) arasındadır; daha küçük, daha kuru toz parçacıkları hız aralığının alt ucuna ve daha büyük, daha nemli toz parçacıkları üst ucuna daha yakındır.

### Yakalama Hızı

Toz parçacığı bir kez havada asılı hale geldiğinde, hareket eden toz parçacığını toz toplama sisteminde toplamak için gerekli hava hızı miktarına yakalama hızı denir. Yakalama hızı, toz parçacığının yakalama (toplama) cihazından ne kadar uzakta olduğuna ve toz parçacığının büyüklüğüne ve rutubet içeriğine bağlıdır. Uygun şekilde tasarlanmış çoğu toplama davlumbazı, yakalama hızının 1 ila 3,5 metre/saniye (200 ila 700 ft/dk) arasında olmasını gerektirir;

daha ağır, daha nemli toz parçacıkları için daha yüksek ve daha az rutubetli daha hafif toz parçacıkları için daha düşük yakalama hızları gereklidir.

Yoğunluklarına ve çaplarına dayalı olarak toz parçacıklarının yakalama hızını belirlemek için basit bir formül vardır (**Denklem 20.1**).

Belirli bir transfer noktasından havanın çıkış hızını ve daha sonra geriye doğru, transfer noktasını terk etmeden önce hava akımına düşecek parçacığın büyüklüğünü hesaplamak mümkündür.

### Taşıma Hızı

Taşıma hızı, bir asılı toz parçacığını, tozu toz toplayıcıya taşıyan kanallarda asılı tutmak için gerekli hava hızıdır. Bu taşıma hızları, toz parçacığının büyüklüğüne dayalıdır (**Tablo 20.1**).

## TOZ TOPLAMA: YAPBOZUN BİR PARÇASI

### Sonuç olarak...

Bu bölüm, toz toplama ve kontrol ekipmanının yetenekleri ve dikkate alınacak hususlar hakkında yalnızca bir genel bakış sunmuştur. Özel tavsiyeler almak için bu ekipmanda uzman tedarikçilere danışmak akıllıca olacaktır.

Malzeme taşıma sistemlerine değerli eklemeler olsalar da, toz toplama sistemleri, toz yönetimi yapbozunun yalnızca bir parçasıdır. Bir transfer noktası, emilen hava miktarını en aza indirmede ve yükü besleme yapılan bandın yönünde ve hızında yüklemeye ne kadar başarılı olursa, o kadar az asılı toz oluşacaktır. Bir konveyör veya transfer noktasının muhafazası ve sızdırmazlığı ne kadar başarılı olursa, o kadar az kaçak toz çıkacaktır. Bir toz bastırma sistemi ne kadar başarılı olursa, havada toplanacak o kadar az toz bulunacaktır. Muhafaza ve bastırma prensiplerinin başarıyla uygulanması, bir toz toplama sisteminin gerekli büyüklüğünün en aza indirilmesini - ve o sistemdeki yıpranma ve aşınmanın ve

**Denklem 20.1**Toz Parçacıklarının  
Yakalama Hızı

$$v_t = k \cdot \rho_s \cdot D^2$$

**Eldeki veri:** Bir parçacığın çapı 0,006 metre (0.020 ft) ve yoğunluğu 800 kilogram / metreküptür (50 lb<sub>m</sub>/ft<sup>3</sup>). **Bulunacak:** Parçacığı yakalama hızı.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
$v_t$	Durgun Havada Düşen bir Parçacığı Yakalama Hızı	metre / saniye	fit / saniye
$k$	Dönüşüm Faktörü	3,187 X 10 <sup>3</sup>	15.6 X 10 <sup>3</sup>
$\rho_s$	Parçacık Yoğunluğu	800 kg/m <sup>3</sup>	50 lb <sub>m</sub> /ft <sup>3</sup>
$D$	Parçacığın	0,006 m	0.02 ft
<b>Metrik: <math>v_t = 3,187 \times 10^3 \cdot 800 \cdot 0.006^2 = 91,8</math></b>			
<b>İngiliz: <math>v_t = 15.6 \times 10^3 \cdot 50 \cdot 0.02^2 = 312</math></b>			
$v_t$	Durgun Havada Düşen bir Parçacığı Yakalama Hızı	91,8 m/sn	312 ft/sn

**Tablo 20.1****Toz Parçacığı Büyüklüğüne Dayalı Toz Taşıma Hızları**

Malzeme	Metrik	İngiliz
İnce Hafif Tozlar (un, PRB, kömür)	10 m/sn	2,000 ft/dk
İnce Kuru Tozlar (döküm kumu, çimento)	15 m/sn	3,000 ft/dk
Ortalama Endüstriyel Toz	18 m/sn	3,500 ft/dk
İri Taneli Toz (taş ocağı tozu)	20 - 23 m/sn	4,000 - 4,500 ft/dk
Ağır veya Rutubetli Toz (yeraltı kömürü)	23 m/sn ve üzeri	4,500 ft/dk ve üzeri

aşırı yüklemeye riskinin azaltılmasını sağlar. Üç sistemden (muhafaza, bastırma ve toplama) oluşan bir piramit, tesisin, ortama salınan tozun miktarını kontrolde başarılı olmasını sağlar.

Birçok toz kontrolü projesi, ekipman yanlış uygulandığında veya sistemleri boyutlandırmak için basit “göz kararı” yöntemler kullanıldığında beklenenin altında sonuçlar vermiştir. Toz kontrol sistemlerinin başarılı seçimi, montajı ve bakımı, ekipman tedarikçilerinden veya yetkili temsilcilerinden alınabilecek uzman bilgisi gerektirir.

**İlerideki bölümlerde...**

Toz Toplama başlıklı bu bölüm, Toz Yönetimi kısmındaki dördüncü ve son bölümdür. Aşağıdaki bölüm, Modern Konseptler kısmına Temiz, Güvenli ve Verimli Konveyör Tasarımları hakkında bir tartışmayla başlar; bunu, 22. Bölümde Tasarlanmış

Akış Şutları ve 23. Bölümde Hava Destekli Konveyörler takip eder.

24 ve 25. bölümler Bant Yıkama Sistemlerine ve Malzeme Bilimine odaklanır.

**REFERANSLAR**

- 20.1 *Dustcollectorexports.com* çeşitli toz toplama sistemleri için detaylı ve yararlı bir ders sunmaktadır. Bu ticari olmayan web sitesi, birtakım toz toplama ekipmanı tedarikçileri hakkında bilgi ve bağlantılar sağlamaktadır.
- 20.2 Mody, Vinit and Jakhete, Raj. (1988). *Dust Control Handbook (Pollution Technology Review No. 161)*, ISBN-10: 0815511825/ISBN-13: 978-0815511823. Park Ridge, New Jersey: Noyes Data Corporation.

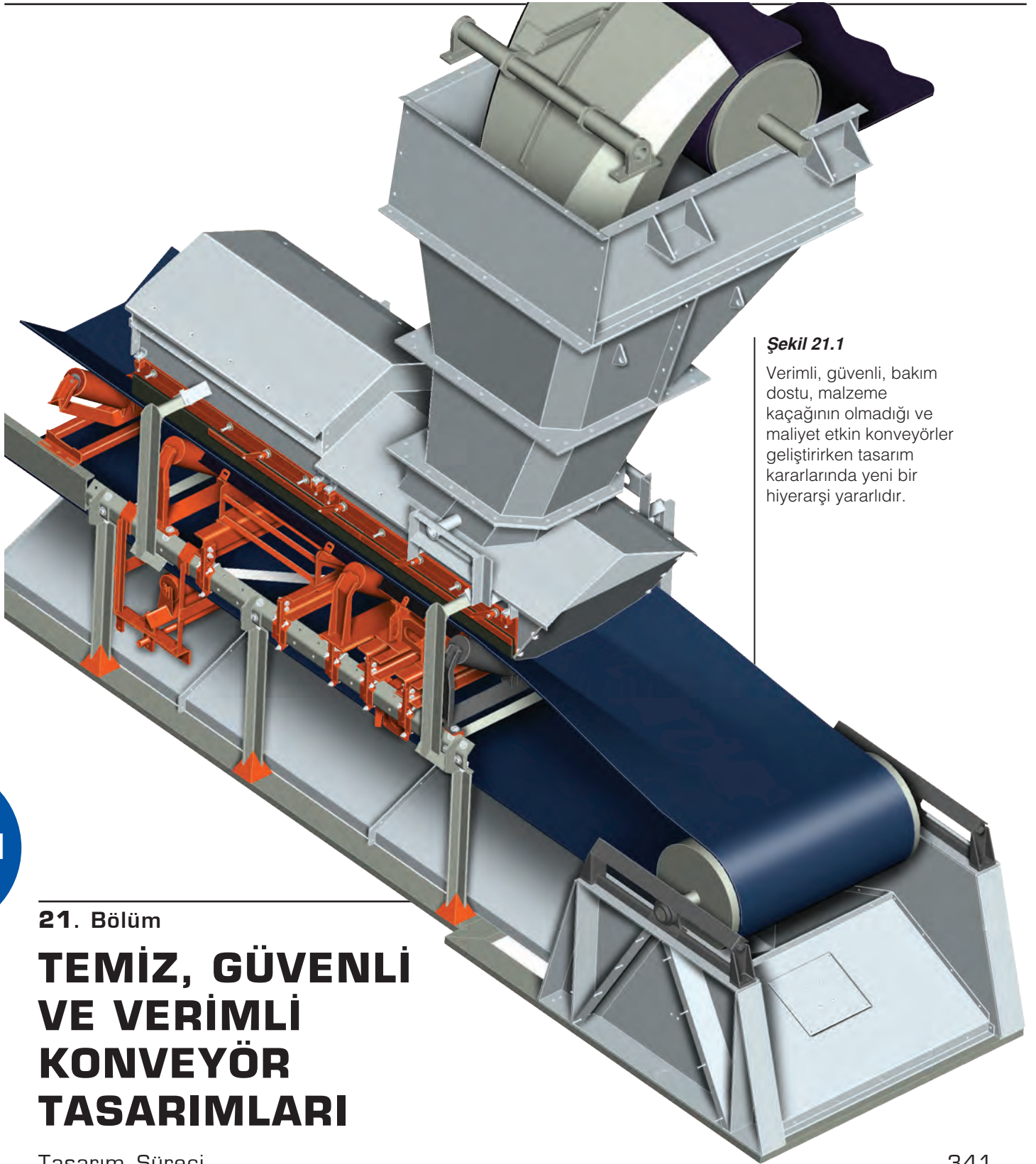




## 5. KISIM

# MODERN KONSEPTLER

- 21. Bölüm ..... 340  
TEMİZ, GÜVENLİ VE VERİMLİ KONVEYÖR TASARIMLARI
- 22. Bölüm ..... 348  
TASARLANMIŞ AKIŞ ŞUTLARI
- 23. Bölüm ..... 364  
HAVA DESTEKLİ KONVEYÖRLER
- 24. Bölüm ..... 376  
BANT YIKAMA SİSTEMLERİ
- 25. Bölüm ..... 398  
MALZEME BİLİMİ



**Şekil 21.1**

Verimli, güvenli, bakım dostu, malzeme kaçağının olmadığı ve maliyet etkin konveyörler geliştirirken tasarım kararlarında yeni bir hiyerarşi yararlıdır.

21

## 21. Bölüm

# TEMİZ, GÜVENLİ VE VERİMLİ KONVEYÖR TASARIMLARI

Tasarım Süreci .....	341
Güvenli Tasarım .....	342
Temiz Tasarım .....	343
Verimli Tasarım.....	346
Yeni Bir Hiyerarşi.....	347



### Bu bölümde...

Bu bölümde, geleneksel konveyör tasarımı hiyerarşisi sorgulanmaktadır - 1: kapasite, 2: minimum yönetmeliğe uyum (güvenlik dahil) ve 3: en düşük fiyat. Yalnızca uygun kapasiteye ve yönetmeliğe uyuma sahip değil, aynı zamanda 1: temiz (malzeme kaçağının kontrolü), 2: güvenli (bakım dostu) ve 3: verimli (maliyet etkin ve yükseltilebilir) konveyörlerin tasarlanmasına uygun yeni bir tasarım hiyerarşisi önerilmektedir (**Şekil 21.1**).

Bantlı konveyörün icadından beri, bu sistemlerin güvenlik kuralları, kirlilik yönetmelikleri, yapım standartları ve gerekli taşıma kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Ne yazık ki, bantlı konveyörlerin tasarım ve imalat detaylarında hala, bir tasarımcı jenerasyonundan diğerine aktarılan “göz kararı” kurallar ve tasarım yöntemleri hakimdir. Performansı tahmin etmekte kullanılan bilgisayarlardaki gelişmeler, bantlar için sentetik karkaslar ve gelişmiş kontrol teknolojileri dışında, konveyör sistemleri hala 50 yıl önceki gibi tasarlanmaktadır.

Çoğu mühendislik ve yapım projesi ihalesi, düşük teklif bazında verilir. Günümüzdeki tedarikçi uygulaması, bu düşük teklif sisteminde rekabetçi olabilmek için, teklifin minimum tasarım süresiyle üretim kilogramı (pound) başına fiyat üzerinden verilmesidir. Bu rekabetçi baskılar nedeniyle, tedarikçilerin bir teklifi, daha önce benzer bir sistem için hazırlanmış teknik özellikler, çizimler ve tasarımlara dayandırması yaygın bir uygulamadır. Konveyör sahipleri, operatörleri ve bakım hizmeti sağlayıcıları için üzücü olan, bu uygulamanın çoğu zaman 50 yıllık bir tasarımı son teknoloji fiyatlarında üretmesidir. Sistem eski kafayla tasarlandığından, günümüzün beklentilerini karşılayamaması muhtemeldir.

Bu bölüm, konveyör bileşenlerinin ve kritik kısımlarının tasarlanmasının, nasıl temiz, güvenli ve verimli dökme malzeme taşıma sistemlerine yol açacağını göstermektedir.

### TASARIM SÜRECİ

George E. Dieter tarafından ifade edildiği gibi, “Tasarlamak, toplumun bilinen bir ihtiyacını karşılamak için yeni bir şeyi bir araya getirmek veya mevcut şeyleri yeni bir şekilde düzenlemektir” (*Referans 21.1*). Tasarım, sanat olduğu kadar bilimdir de. Her şirketin tasarım süreci farklılık gösterecek, fakat çoğu aşağıdakileri içerecektir:

- A. Problemin tanımı
- B. Bilgi toplama
- C. Konsept oluşturma ve değerlendirme
- D. Modelleme ve simülasyonlar
- E. Malzeme seçimi
- F. Risk, güvenilirlik ve güvenlik incelemeleri
- G. Maliyet değerlendirmesi
- H. Detay tasarım
- I. Tasarımı aktarma

Bu sürecin incelikleri burada detaylı olarak ele alınmayacaktır, fakat sürecin, bir ihtiyacın tespiti ve problemin tanımlanmasıyla başladığına dikkat çekmek önemlidir. İlk adım, kritik olmasına rağmen, çoğu zaman göz ardı edilir. Problemin nasıl tanımlandığında bağlı olarak, nihai sonuç, büyük ölçüde fark gösterebilir.

Bir bantlı konveyör sisteminin amacı, bir veya daha fazla dökme malzemeyi bir noktadan diğerine taşımak için bir araç sağlamaktır. Bantlı konveyör sisteminin tamamı, birkaç kısma veya bölgeye ayrılabilir ve bu kısımların detayı ve tasarımı yeni ve farklı bakış açılarından incelenebilir. Geleneksel bir problem tanımı, belirli bir tip, büyüklük ve miktarda malzemenin A noktasından B noktasına taşınması şeklinde olacaktır. Eğer gereksinimler, güvenlik hususlarını ve kaçak malzemelerin kaçışını ve birikmesini en aza indirmeyi içerecek şekilde genişletilirse, konveyör sisteminin tamamı farklı bir perspektif kazanır. Montaj, bakım ve temizlik kolaylığı, bileşenlerin standartlaştırılması ve maliyet etkin, yükseltilebilir bir tasarım yaratılması gibi ek faktörler dahil

edildiğinde, bu kriterler altında tasarlanan bir konveyör bandı sistemi, bugün sağlanan tipik konveyör sisteminden oldukça farklı olacaktır.

Yeni, daha modern tasarımlara (temizliğin, güvenliğin ve bakım kolaylığının ilk tasarımda dikkate alındığı tasarımlara) doğru bir değişim başlatmak için, dökme malzemelerin nasıl taşındığına dair yeni ve daha kapsamlı bir bakış aranmalıdır.

## GÜVENLİ TASARIM

Personel, herhangi bir maden veya endüstriyel işletmenin en önemli kaynağıdır; bu nedenle, mühendis ve tasarımcılar, tasarımlara güvenliği iyileştirecek işlevselliği dahil etmelidir. Her ne kadar tasarımlar az değişmiş de, işyeri ortamı önemli ölçüde değişmiştir. Kaldırma ile ilgili kısıtlamalar, kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme gereksinimleri, kontrollü alana giriş yönetmelikleri ve diğer bir sürü güvenlik prosedürü yürürlüğe konmuştur. Aynı zamanda, sürekli ve giderek artan üretim için artan bir baskı vardır.

İşçi güvenliğinin sağlanması için tasarım prensiplerinin uygulanması, bariyerli muhafazaların kullanılmasını ve ekipmanın değiştirilmesi ve çevresinde temizlik yapılmasını kolaylaştıracak yeni tasarımların uygulanmasını içermelidir. Nitelik gereksinimlerine kadar geliştirilmiş farkındalık için çalışan eğitimi de başlatılmalıdır.

### Bariyerli Muhafazalar

Personeli, hareketli konveyör bileşenleriyle temastan daha iyi korumak için eğilim, tüm konveyörün çevresine (alan

koruması da denilen) bariyerli muhafazalar takmaktadır (**Şekil 21.2**). Bu bariyerli muhafazalar, tüm kısırtma noktalarının ve personelin hareketli parçalara temas edebileceği yerlerin çevresine takılmalıdır. Bariyerli muhafazalar, yetkili bakım personelinin gerekli işlemleri güvenle ve etkin bir şekilde gerçekleştirmesini ve iş tamamlandığında muhafazaların yerlerine geri takılmasını sağlayacak şekilde kolay montaj ve çıkarmaya uygun biçimde tasarlanmalıdır. (Bkz. 2. Bölüm: Güvenlik)

### Çalışma Sırasında Bakım

Birçok konveyörün gün boyunca çalıştığı durumlarda, programlanmış duruş süresi altın değerindedir. Dökme malzemeleri taşırken, problemler meydana gelir ve ekipman erken arıza yapar; bu da verimlilik kaybı, acil durum temizliği ve tamir gereksinimleriyle sonuçlanır.

Dünyadaki birçok güvenlik standardı, belirli bakım prosedürlerinin ekipman çalışır haldeyken yapılması gerektiğini kabul eder. Bu standartlar, ekipmanın bakım için kapatulmasını gerektiren kuralarda istisnalara izin verir. İstisnalar, çalışır haldeki ekipmanı, yalnızca yetkili ve potansiyel tehlikelerin bilincinde olacak şekilde eğitilmiş personelin ayarlayabilmesi için yazılır. Aslında, (Uluslararası Standardlaştırma Örgütü (ISO) dokümanı ISO/EN 14121’de belirtildiği şekilde) güvenlik standartlarındaki eğilim, göreve özgü kısıtlamalardan uzak, resmi bir risk analizine dayalı risk sıralaması yapılmış kısıtlamalara doğrudur. Ekipman çalışır haldeyken bakımının yapılmasından kaynaklanan personel yaralanmalarının esasen, ekipman durdurulduğunda, kilitlendiğinde ve etiketlendiğinde bakım yaparken personelin yaralanma riskine eşit veya bundan az olduğu ispat edilebilirse, yeni güvenlik standartları, en düşük riskli prosedürün tercih edilen yaklaşım olduğunu kabul edecektir.

Bazı konveyör bandı sistemi bileşenleri, optimum verimliliği korumak için sıkça bakım gerektirir (örneğin bant sıyrıcıları). Kaçak malzemelerin kontrolünde ve bir konveyörü sürekli çalıştırma yeteneğinde, bant sıyrıcıları kritik önem taşır. Güvenlik

**Şekil 21.2**

(Alan koruması da denilen) bariyerli muhafazalar, personeli, ekipmanla tehlikeli şekilde temastan uzak tutmak için takılır.



kaygıları nedeniyle, çoğu işletme, konveyör çalışır haldeyken bant sıyrıcılarına bakım yapılmasını yasaklar. Bir bant sıyrıcısına bakım yapılamaması, güvenlik tehlikeleri oluşturan geri taşınan malzeme ve döküntü problemlerine yol açabilir. Bant sıyrıcıları ve diğer konveyör bileşenleri, bant çalışırken güvenli şekilde bakım yapılabilecek şekilde tasarlanabilir. Özel aletler tasarlanabilir ve bant çalışırken belirli bileşenlere güvenli şekilde bakım yapabilecek yetkili bakım personeline veya alt işverenlere bakım teknikleri öğretilebilir (**Şekil 21.3**).

## TEMİZ TASARIM

Temiz tasarımlar, güvenli ve verimli bir malzeme taşıma sistemi çalıştırmak açısından kritik önem taşır. Bununla birlikte, günümüzün normal endüstriyel tesislerde veya madenlerde, kaçak malzemenin yüzde 100 arınmış bir konveyör sistemi işletmek mümkün değildir (**Şekil 21.4**). Kötü ilk tasarımlar, bakım takibinin olmaması, dökme malzemelerin özelliklerinin değişkenliği, konveyörün aşırı yüklenmesi ve sistem bileşenlerindeki sürekli aşınma, kaçak malzemelerin beklenmedik çıkışlarının güçlü sebepleridir.

Birçok tasarım detayı, kaçak malzemelerden mümkün olduğunca arınmış bir konveyör sistemi oluşturmaya yardımcı olur. Toza dayanıklı yapıların dahil edilmesi, uygun yükleme teknesi tasarımı, uygun tambur boyutlandırması ve bant merkezleme alternatifleri; çalışma alanının temiz ve şebeke bileşenlerinden arınmış olması; ve gelecekte yükseltilirliğe izin vermesi, malzeme taşıma işlemlerini iyileştirmek için ele alınacak konulardır. Malzeme kontrolünü iyileştirmek için bir konveyör sistemine dahil edilebilecek birtakım son teknolojiler vardır. Bu seçenekler arasında, tasarlanmış akış şutları (*bkz. 22. Bölüm: Tasarlanmış Akış Şutları*), hava destekli konveyörler (*bkz. 23. Bölüm: Hava Destekli Konveyörler*) ve bant yıkama sistemleri (*bkz. 24. Bölüm: Bant Yıkama Sistemleri*) bulunur.

Modern 3D taslak çizim ve üretim teknikleri, bu sistemlerin maliyetlerini büyük oranda artırmadan, bileşenleri

geleneksel olmayan şekillerde düzenlemeyi mümkün kılar. En basit detaylardan biri, bileşenleri, kaçak malzemenin birikebileceği mümkün olduğunca az düz yüzey sağlanacak şekilde konumlandırmaktır (**Şekil 21.5**).

## Toza Dayanıklı Yapı ve Bileşenler

Konveyörlerin çevresinde temizlik bir zorunluluktur. Kaçak malzemelerin biriktiği yerleri ortadan kaldırarak, temizlik gereksinimleri azaltılabilir ve basitleştirilebilir. Malzemeyi dökmek için yatay yapısal elemanlar, mümkün olduğunda 45 derecelik açılarda yerleştirilmeli, böylelikle temizlik ekibinin, birikmeyi temizlemek için aletlerle bantın altına uzanma zorunluluğu ortadan kaldırılmalıdır.

Toz birikmesini azaltacak şekilde konumlandırılmayan yapısal elemanlar, temizlemesi zor alanlarda malzeme birik-



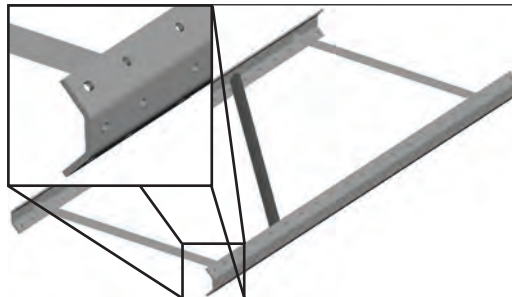
**Şekil 21.3**

Özel aletler ve güvenli tasarımlar, bant sıyrıcı bakımını kolaylaştırır.



**Şekil 21.4**

Kaçak malzeme düz yüzeylerde birikir.



**Şekil 21.5**

Kiriş ve yan kenar destekleri dahil, düz yüzeylerin en aza indirilmesi, malzeme birikmesini azaltabilir.

mesini azaltmak için toz plakaları veya kapaklarıyla donatılmalıdır (**Şekil 21.6**).

Katlı plakalar ve damlama tavaları, malzemeyi, kaçak malzemenin daha kolaylıkla toplanabileceği konveyörün dışına doğru dökülecek şekilde tasarlanmalıdır (**Şekil 21.7**). Toz birikmesinin azaltılmasına yardımcı olmak ve herhangi bir kaçak malzemenin konveyörün dışına akmasını sağlamak için, bu tavalar titreşim uygulanmasına uygun şekilde tasarlanmalıdır.

**Şekil 21.6**

Kaçak malzemenin birikmesini azaltmak için toz kapakları monte edilir.



**Şekil 21.7**

Konveyör yük bölgesinin altındaki açılı katlı plakalar, kaçak malzemeleri yapının dışına yönlendirecektir.



**Şekil 21.8**

Geleneksel bir yükleme teknesi tasarımı, aşınma astarını, yükleme teknesinin içine yerleştirir.



## Yükleme Teknesi Yüksekliği

Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliğinin (CEMA) *DÖKME MALZEMELER için BANTLI KONVEYÖRLER*, Altıncı Baskısında ve diğer başvuru kaynaklarında ve standartlarda sözü geçen yükleme teknesi (şut duvarı) yüksekliği, yükleme teknesi örtüleri olmayan konveyörde taşınacak en büyük boyuttaki topağa göre belirlenir. Bugün, birçok yükleme teknesinin üzeri, tozu zapt etmek için örtülüdür. Yükleme teknelerinin, dökme malzemenin üzerindeki hava akışına uyum sağlayacak şekilde tasarlanmaları önerilir. (*Bkz. 11. Bölüm : Yükleme Tekneleri*) Bu, üstü açık yükleme tekneleri için CEMA'nın önerdiği en az iki katı bir yükseklik gereksinimine yol açar. (*Üstü kapalı yükleme tekneleri için uygun yüksekliğin hesaplanması hakkında daha fazla bilgi için bkz. 11. Bölüm: Yükleme Tekneleri*) Yükleme teknelerinin üst kısımları, malzeme birikmesini önlemek için önemli miktarda yükseklik içerecek şekilde tasarlanmalıdır.

## Dış Aşınma Astarı

Yıllardır süregelen uygulama, aşınma astarını, dikey metal yükleme teknelerinin iç tarafına takmak olmuştur. Aşınma astarı daha sonra dökme malzeme ve metal yükleme tekneleri arasına konumlandırılır (**Şekil 21.8**). Yükleme teknesi, hem aşınma astarını hem de yükleme teknesi sızdırmazlığını destekleyen yapısal eleman vazifesi görür. Eğer hatalı monte edilirse, aşınma astarları yükleme teknesi sızdırmazlığını aşınmadan ve bazen banda sıkışan malzemedan koruyamayacak, bu nedenle bantta oluklaşma veya başka şekillerde hasar meydana gelecektir. Aşınma astarlarının yükleme teknesinin içine monte edildiği bu geleneksel kurulumda, astarların yükleme teknesinin arkasına yerleştirilmesi nedeniyle muayene ve değiştirme zordur. Yükleme teknesinin içine monte edilmiş aşınma astarlarının değiştirilmesi, dar alanlarda ağır kısımların elle hareket ettirilmesini gerektiren ve bazen kontrollü alana girişi de içeren karmaşık bir iştir.

Aşınma astarının yeniden konumlandırılarak yükleme teknesinin dışına (kolaylıkla muayene edilebileceği,

doğru şekilde monte edileceği ve kolaylıkla değiştirilebileceği bir yere) yerleştirilmesi, potansiyel olarak binlerce bakım saati tasarrufu sağlayan basit bir değişikliktir (**Şekil 21.9**). Yükleme teknesi yapısal destek sağlar; onu dökme malzemenin normal akış yolunun üzerine yükseltmek ve yan kenar sızdırmazlığı kelepçelerinde küçük bir tasarım değişikliği yapmak, aşınma astarının yüklem teknelerinin dış tarafına monte edilebilmesini sağlar. Aşınma astarı, hassas montaj için ayarlanabilir olarak da yapılabilir.

### Tambur Büyüklükleri

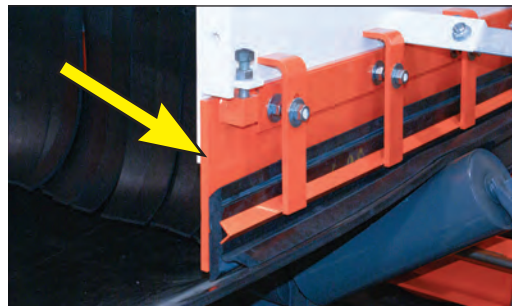
Onlarca yıldır, kuyruk, bükme ve tahliye tamburu büyüklükleri, bant tertibatı üreticileri tarafından yayınlanmış tablolardan, maliyetleri en aza indirmeye ve bant için güvenli gerilim seviyeleri sağlamaya dayalı minimum tambur çaplarıyla seçilmiştir. Tamburların doğru büyüklüğünün belirlenmesi süreci, bakım için erişim kolaylığının dikkate alınmasını da içermelidir. Minimum 600 milimetre (24 inç) tambur çapına sahip büyük çaplı bir tambur, taşıma ve dönüş yolları arasında, bir kuyruk tamburu koruma sıyrıcısının ve eğer gerekirse, bir dönüş bandı sıyrıcısının montajı için yeterli alan bırakacaktır (**Şekil 21.10**). Bandın taşıma ve dönüş yolları arasında sağlanacak ek boşluk, sıyrıcıların kolay muayene edilmesini ve sıyrıcılar için, kaçak malzemeleri banttan atmak için yeterli alanı sağlar. Bant tahliye noktasında daha büyük çaplı bir tambur, bant sıyrıcılarını optimum çalışma pozisyonunda monte etmek için gerekli alanı sağlar. Daha büyük tamburlar eklemenin maliyeti, kaçak malzemeleri etkili şekilde kontrol etmenin sağladığı maliyet tasarrufları ve daha kısa duruş süreleri ve daha az bakım gerekmesiyle dengelenir.

### Makaraları Ayarlama

Bandın merkezden kaçması, döküntünün başlıca sebeplerinden biridir; bu nedenle, bandı, yapıda merkezlenmiş halde tutmak için bant ayarlama cihazlarına özen gösterilir. Yeni bir kurulumun genel maliyetini düşük tutma çabasıyla, ayar makaraları çoğu zaman, birçok yeni kurulumda bant ayarlama cihazlarının yerine verilir. Ayar

makaraları kendilerini çoğu zaman, ya cihazın kapasitesini aşan bir durumu telafi etmek ya da cihazı, sürekli bir tarafa hareket eden bandın sebep olduğu aşırı aşınmadan korumak için bir tarafa veya diğerine bağlanmış bulur. Konveyör bantları, merkezden kaçık yükleme, konveyör yapısı hizalama problemleri, konveyör bileşeni hizalama problemleri, hava şartları veya diğer çeşitli faktörler nedeniyle, çoğu zaman bir tarafa veya diğerine hareket eder. Hareket eden bandın civarında, ayar makaralarını bağlamak için kullanılan gevşek tel veya halat parçaları güvenlik tehlikeleridir. Bu sorun ciddiye, bandı sabah bir yönde tutmak için bağlanan bir endeksleme makarasının, öğleden sonra bandı zıt yönde bağlamak için değiştirilmesini gerektiren değişen şartlar veya operatör tercihleriyle artabilir.

Konveyör yapısının uygun şekilde ayarlanmadığı, bant hizalama sorunlarına neden olan konveyör bileşenlerinin değiştirilmediği ve/veya hizalanmadığı, yükün uygun şekilde merkezlendiğinden emin olunmadığı ve bandı uygun şekilde hizalamak ve merkezlemek için bir veya birkaç bant ayarlama cihazının takılmadığı durumlarda, güvenli olmayan tel veya halat bağlama önlemlerine başvurmadan, bu ayar makaraları, yerlerine sabitlenmeleri sağlayan bir mekanizmayla donatılabilir (**Şekil 21.11**).



**Şekil 21.9**

Yükleme teknesinin dışına monte edilen aşınma astarı, potansiyel olarak binlerce bakım saatinden tasarruf ettiren basit bir değişikliktir.



**Şekil 21.10**

Kuyruk tamburu çapı, bir sıyrıcının montajı ve bakımı için bol açıklık olacak şekilde seçilmelidir.

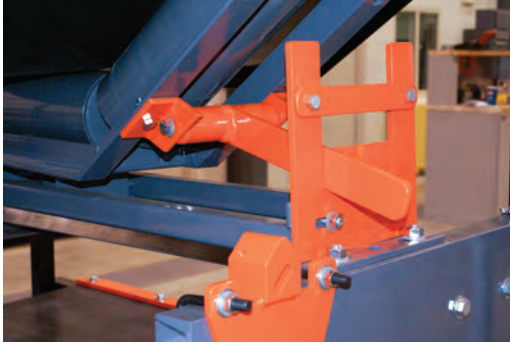
### Kablo Borusu ve Boru Tesisatı

Konveyörler, şebeke ve elektrik bileşenlerinin döşenmesi için uygun yollar sağlar. Onlarca yıldır, şebeke ve elektrik boruları, konveyör yapısı boyunca monte edilmiş, bu lokasyonun konveyör bileşenlerinin montajı, bakımı ve işletilmesi üzerindeki etkilerine çok az dikkat gösterilmiştir. Bu sorun özellikle konveyör bandı sisteminin tahliye ve yükleme bölgesi alanlarında fark edilir. Örneğin, sıyrıcı yerleştirildikten sonra monte edilmiş bir boru ağının arkasına gömülmüş sıyrıcılar yaygın şekilde görülür (**Şekil 21.12**). Sıyrıcıların, tasarımcı tarafından seçilen yerde, konveyörden yabancı maddeleri atabilmesi gerekir.

Özellikle tahliye ve yük bölgelerindeki şebeke borularının, kaçak malzemenin kontrolünde lüzumlu olan bileşenlere erişime engel olmadıkları yerlerden geçirilmesi gerekir. Ana boru baş üstünden geçirilerek, bileşenlere güç verilmesi veya iletişim kurulması gereken yere esnek bir boru indirilebilir. Boru, bakım erişimine müdahale etmediği veya ayrı bileşenlerin etkililiğini azaltmadığı müddetçe, yapı, konveyörün taşıma yolu boyunca boruları desteklemek için kullanılabilir.

**Şekil 21.11**

Bu ayar makarası, ayarlanabilir ve güvenli bir şekilde ve tel veya halatla bağlanmadan yerine sabitlenebilir.



**Şekil 21.12**

Konveyörün yanına yerleştirilmiş boru, bakım için erişimi imkansız kılar.



### VERİMLİ TASARIM

Güvenli, bakım dostu ve temizlenmesi kolay bantlı konveyör sistemleri kuran tasarım prensiplerine uyulması, daha iyi ve daha verimli çalışan sistemler ortaya çıkarır. Daha temiz, daha güvenli bir işletme, genellikle uzun vadede daha verimli bir işletmedir. Güvenlik sorunları normalde, ekipmana da zarar veren güvensiz çalışma koşullarından kaynaklanır. Asılı toz akciğerlere ve rulmanlara girebilir; malzeme, yürüme yolları ve konveyörlerin altında birikerek takılma, kayma ve düşme tehlikelerine yol açabilir. Bu güvenli olmayan çalışma koşulları yalnızca sağlık için değil, konveyör ekipmanının durumu için de tehlikeler arz eder. Ekipman, programlanmamış tamirler için kapatıldığında, verimli olamaz.

### Maliyet Açısından Etkin

Kaçak malzeme salımlarıyla uğraşmanın kilogram (pound) başına maliyeti dahil toplam sahip olma (mülkiyet) maliyeti, tasarım ve satın alma kararlarında dikkate alınmalıdır. Ne yazık ki, daha önce tartıştığımız yalnızca ilk satın alma fiyatını dikkate alan en düşük teklif süreci, temiz, güvenli ve verimli tasarımların gelişimini yavaşlatmıştır. İlk satın alma fiyatı, hiçbir ayar kabiliyetine sahip olmayan ve gelecekteki aşınma-bileşen değişimini dikkate almayan bir sistem için daha düşük olsa da, bileşenleri uygun şekilde monte etmek ve korumak, kaçak malzemeleri temizlemek ve ek ekipman duruş süresini telafi etmek için gerekli yüksek maliyetler, bu faktörleri ilk tasarımda dikkate alan bir sistemin maliyetlerini oldukça aşacaktır.

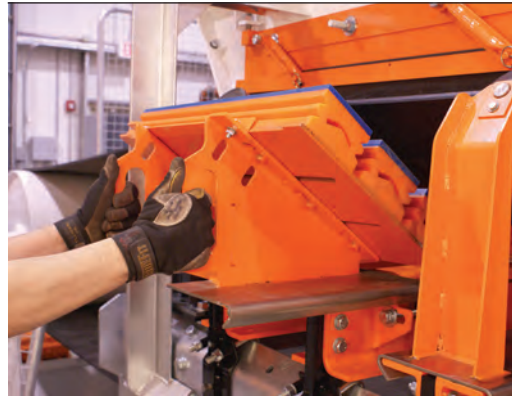
Tasarımda mümkün olan yerlerde standart bileşenler kullanılması ekonomik açıdan mantıklı gelebilir, çünkü satın alırken bir parça tasarruf sağlanabilir. Biraz öngörü ve küçük tasarım değişiklikleriyle, standart bileşenler (yapı, yataklar, yan kenar, vb.) çoğu zaman bu yeni tasarım prensiplerine adapte edilebilir. Standart bileşenlerin kullanımı, tesis çapında standartlaştırma nedeniyle montaj ve değişim kolaylığı sağlayabilir.

Bileşenleri raya monteli (**Şekil 21.13**) ve bakım dostu yaparak sistemin kolaylıkla

yükseltilebilir şekilde tasarlanması, duruş süresini azaltabilir ve kaçak malzemeleri kontrol edebilir.

### Yükseltilebilir

Tasarımcılar rutin olarak kapasite yükseltmelerini dikkate alır, fakat bileşen yükseltmeleri için hazırlıkları nadiren yaparlar. Raya monte bir sistem, farklı problem çözücü bileşenlerin çabucak monte edilmesi için esneklik sağlar. Konveyörün transfer noktası çevresindeki yapıda önceden tasarlanmış bir montaj deliği şekli kullanılması, yeni veya iyileştirilmiş bir sistemin çabucak ve kolaylıkla monte edilmesini sağlar (**Şekil 21.14**). Montaj için tek tip delik şekli, bileşen tedarikçilerini, kolay donanım iyileştirmeleri için modüler, cıvatalı veya kelepçeli tasarımlar kullanmaya teşvik edecektir. Raylar, modülarite ve kolay donanım iyileştirilebilirliği barındıran - yapısal platform tasarımlarının kullanılması, tasarımcıları, bugün ve gelecekte dökme malzemelerin taşınma şeklini modernize etmeye devam etme yönünde cesaretlendirecektir.



**Şekil 21.13**

Bu raylı sistem, içe/dışa sürgülü bakıma izin verir.



**Şekil 21.14**

Kelepçeli bir braket, bant destek bileşenleri için bir ray sisteminin basit montajına imkan verir.

## YENİ BİR HİYERARŞİ

### Sonuç olarak...

Üretim için 3D modelleme, yapı için Sonlu Eleman Analizi (FEA) ve şut tasarımı için Ayrık Eleman Modelleme (DEM) gibi modern tasarım teknikleri, toplam sahip olma maliyetini azaltırken konveyörün güvenilirliğini, verimliliğini ve güvenliğini artırmak için kullanılabilir. Temiz, güvenli ve verimli tasarımlar oluşturmak için, tasarımcılar, tasarım kararları için yeni bir hiyerarşi düşünmelidir:

- Kapasite
- Güvenlik ve yönetmeliğe uyum
- Kaçak malzeme kontrolü
- Bakım dostu olma
- Maliyet etkinlik
- Yükseltilebilirlik

Konveyör sisteminin tasarımı veya ayrı bileşenlerin seçimiyle ilgili kararlar, mümkün olan en iyi tasarımın oluşturulmasını sağlamak için bir hiyerarşi izlemelidir.

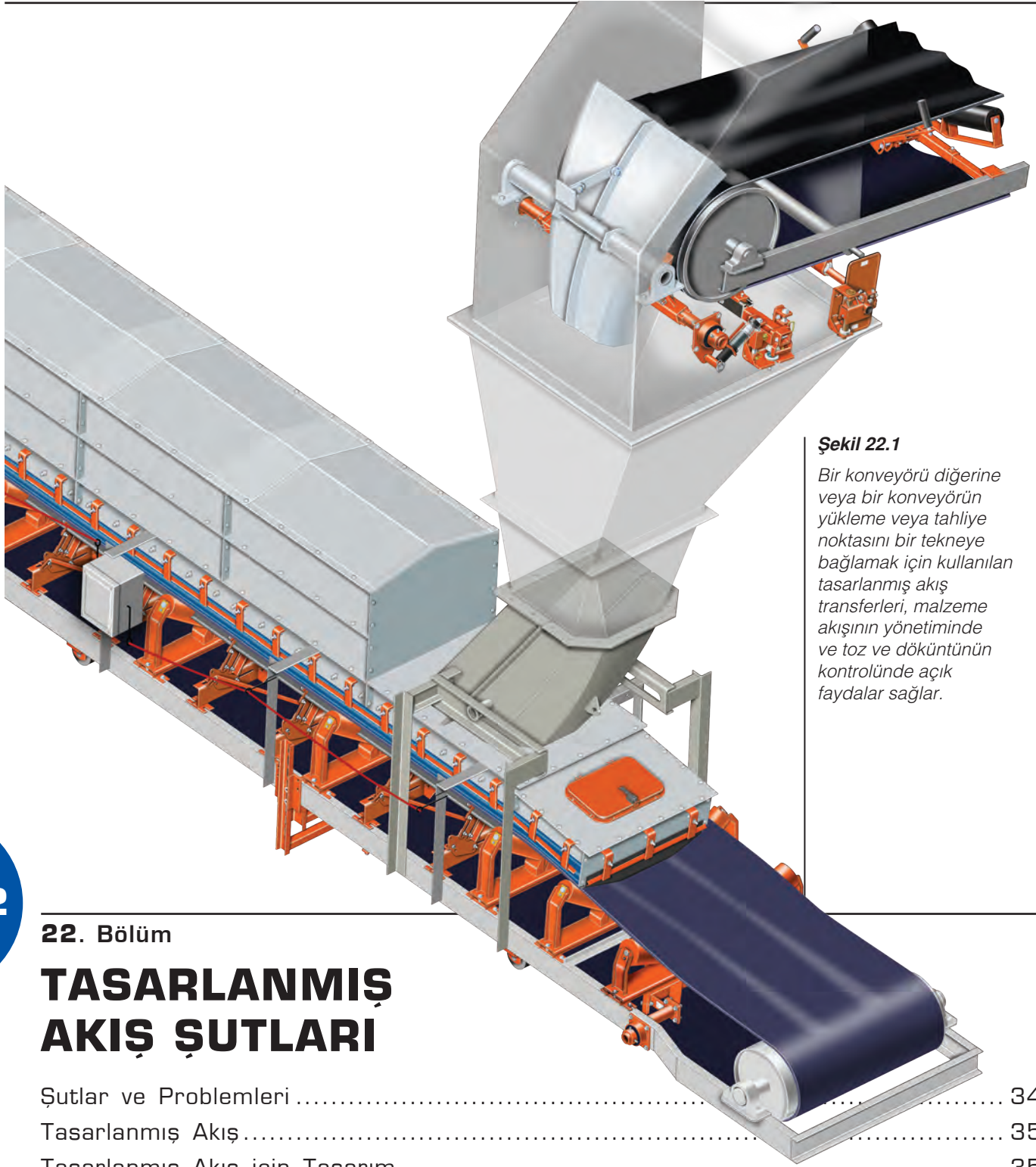
Gelecekte, tüm dökme malzeme taşıma sistemleri, gerekli malzeme miktarını A noktasından B noktasına bakım dostu ve maliyet etkin bir şekilde güvenle taşımak için tozu ve kaçak malzemeleri o anda ve daima kontrol eden tasarımlar içermelidir.

### İlerideki bölümlerde...

Modern Konseptler kısmındaki ilk bölüm olan Temiz, Güvenli ve Verimli Konveyör Tasarımları başlıklı bu bölümde, başlangıçta daha maliyetli olabilen fakat uzun vadede paradan tasarruf sağlayan dökme malzeme taşıma sistemleri tasarlamının arkasındaki mantık ele alındı. Tasarlanmış Akış Şutları başlıklı bir sonraki bölüm, daha temiz, daha güvenli ve daha verimli konveyör sistemleri için tasarımlar sunan üç bölümden ilkidir.

## REFERANSLAR

- 21.1 Dieter, George E. (1999). *Engineering Design: A Materials and Processing Approach*, Third Edition. McGraw-Hill.



**Şekil 22.1**

*Bir konveyörü diğerine veya bir konveyörün yükleme veya tahliye noktasını bir tekneye bağlamak için kullanılan tasarlanmış akış transferleri, malzeme akışının yönetiminde ve toz ve döküntünün kontrolünde açık faydalar sağlar.*

22

## 22. Bölüm

# TASARLANMIŞ AKIŞ ŞUTLARI

Şutlar ve Problemleri .....	349
Tasarlanmış Akış .....	350
Tasarlanmış Akış için Tasarım .....	353
Tasarlanmış Akış Sistemlerinin Montajı .....	358
Sistem Bakımı .....	359
Tipik Özellikler .....	359
Güvenlik Hususları .....	360
Gelişmiş Konular .....	360
Tasarlanmış Şutların Geri Ödemesi .....	361



**Bu bölümde...**

Bu bölümde, tasarlanmış akış şutlarının faydalarını ve transfer şutlarında yaygın olarak görülen problemleri nasıl çözdüklerini ele alıyoruz. Tasarlanmış şutların bileşenlerini (davlumbaz, saptırma şutu ve çökme bölgesi) tanımlıyoruz. Aynı zamanda, bunları tasarlamak için kullanılan süreci ve bunu gerçekleştirmek için tasarımcıların ihtiyaç duyduğu bilgileri anlatıyoruz.

Dökme malzemelerin taşınmasını iyileştiren modern bir gelişme, tasarlanmış akış şutlarının ortaya çıkışıdır (**Şekil 22.1**). Bir konveyörü diğerine veya bir konveyörün yükleme veya tahliye noktasını bir depolama teknesine veya diğer proses adımına bağlamak için kullanılan tasarlanmış akış transferleri, malzeme akışının yönetiminde ve toz ve döküntünün kontrolünde açık faydalar sağlar.

Her bir ayrı uygulama için özel tasarlanan akış şutları, tahliye konveyöründen besleme yapılan konveyöre malzeme akışını kontrol eder. (*Bkz. 8. Bölüm: Geleneksel Transfer Şutları*). İyi tasarlanmış bir akış şutu, bir transfer şutunun tüm işlevlerini yerine getirerek, toz oluşumunu ve aşınmayı en aza indiren, sıkıştırılmış bir malzeme profilinde tutar.

- A. Besleme yapılan bant hareket yönünde besleme
- B. Malzeme yükünü merkezleme
- C. Besleme yapılan bant üzerindeki darbeyi en aza indirme
- D. Malzemeyi besleme yapılan konveyörün hızında besleme
- E. Bant kazıntılarını ana malzeme akışına geri döndürme
- F. Toz oluşumunu ve salınmasını en aza indirme

Tasarlanmış bir akış şutunun başlangıç yatırımı, geleneksel bir transfer şutunun maliyetinden yüksek olabile de, tesise yatırımın geri dönüşü, azalan işletme ve bakım giderleri aracılığıyla hızlı olacaktır.

Bant hasarı, bant ve şutların erken aşın-

ması, şut tıkanmaları, döküntü, toz, kendiliğinden yanma ve malzeme bozunumu gibi problemler; tasarlanmış bir akış transfer şutundan geçen kontrollü malzeme akışıyla, ortadan kaldırılmasa da büyük ölçüde azaltılır.

**ŞUTLAR VE PROBLEMLERİ**

Dökme malzeme taşıma sistemlerinin tasarımı geçmişte büyük oranda tecrübeye, “göz kararına” ve akıllı tahminlere dayanmaktaydı. Fakat bugün, gelişmiş bilgisayarlar ve yazılım paketleri, malzeme akışının daha iyi anlaşılmasına ve yönetilmesine imkan veren tasarım ve modelleme teknolojileri sağlamaktadır. Bu yazılım ve donanım sistemleri, tasarımcının - en iyiden en kötü durum şartlarına - bir sistemin belirli bir malzemeyle nasıl performans göstereceğini belirleyen bir dizi yinelemeyle çalışmasına olanak sağlar. Bir bilgisayar, modelleri geliştirmek ve yinelemeleri üretmek (dökme malzemelerin taşınmasını iyileştirmek için alternatif çözümlerin karşılaştırılmasını sağlayan küçük, adım adım tasarım düzeltmeleri yapmak) için gerekli hesaplama gücünü sağlar.

Geleneksel olarak, şuttan geçen malzemelerin akışı üzerine, şutun malzeme akışını barındıracak ve aşınmayı en aza indirecek kadar büyük olmasını sağlamak dışında çok az kafa yorulmuştur. Yaygın uygulama, şutların, tıkanmayı azaltacak ve tozu kontrol edecek büyüklükte olmasıydı, fakat esasen bu, tasarım metodolojisinde bir eksiklik doğurdu. Şutlar, üretim maliyetini artırmamak için kutu gibi tutuldu. Şut açıları, yığın açısına dayanarak tasarlandığından, birikmelere ve tıkanmalara yatkındı. Konveyörden konveyöre akış yönünde yapılan değişiklikler ve malzeme hareketinin aşağı doğru enerjisiyle, şutlar, metal duvarlarında ve besleme yapılan bant veya teknenin yüzeyinde aşınmaya maruz kalacaklardı.

Geleneksel olarak tasarlanmış şutlar, konveyörün sonundan kontrolsüz bir malzeme akışını dışa atıp yayılmasına izin vererek toz üretir. Malzemenin hareketi,

malzeme kütlesi yayıldııkça havayı yerinden çıkarır. Hava malzeme akışından geçerek, küçük toz parçacıklarını dağıtır ve sürükler. Geleneksel şut, tozu yerinden çıkarılmış ve hareket eden havaya ekleyerek aslında bir “baca etkisi” yaratabilir.

Ayrıca, besleme yapılan alanlar genellikle küçük ve desteksizdi ve toz çıkardılar. Malzeme akışı “çarparak” besleme yapılan konveyöre “indiğinde”, malzemenin profili sıkıştırılır ve emilen hava kovulur. Bu hava beraberinde asılı toz olarak küçük malzeme parçacıkları götürür. Gevşek bir biçimde zapt edilmiş akış, daha büyük miktarda emilmiş hava taşıyacak, dolayısıyla daha fazla toz kovulacaktır. Eğer malzemenin şuttan çalkantılı bir akışla geçmesine izin verilirse (topakların birbirinin üzerinden ve şut duvarlarından sızdığı “bıardo akışı” da denilebilir) malzeme toprakları bozunarak, muhafazadan dışarı taşınabilecek daha fazla toz oluşturacaktır.

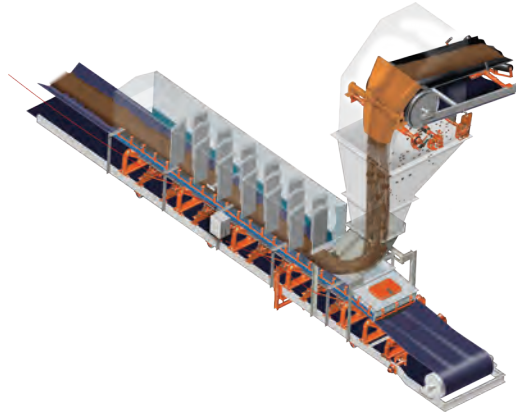
## TASARLANMIŞ AKIŞ

### Tasarlanmış Akış Nedir?

“Tasarlanmış akışlı” şutlar, akışkan mekaniği prensiplerinin ve parçacık hareketine dair bir anlayışın uygulanmasına dayanır. Tasarlanmış malzeme akışı, boşaltma yapan bir konveyör veya bir silo ve bunkerini terk ederken malzemenin hareketinin kontrol edilmesine dayanır. Akışın yönü ve hızı, akışı bilinen sürtünme değerleriyle yüzeylere doğru yönlendirerek ustaca değişikliklerle kontrol edilebilir.

### Şekil 22.2

Tasarlanmış bir akış transferinde, malzeme, sık ve birbirine yapışık bir akış halinde tutularak, emilen havanın miktarı en aza indirilir. Bu sayede, daha az hava salınır ve daha az asılı toz oluşur.



Kademeli yol değişiklikleri, toz oluşumunu en aza indirecek ve yükü bantta merkezleyecektir. Bu, sürtünmeyle kaybedilen enerjinin hesaplanabilir ve açıklanabilir olmasını sağlar.

### Tasarlanmış Akış Şutu Nedir?

Karmaşık malzeme testleri ve bilgisayarlı akış simülasyonlarıyla geliştirilen tasarlanmış akış şutları, bir tesisin işletme gereksinimlerini karşılamak için tasarlanır; bu sayede malzeme transfer şutundan geçerken sürekli hareket halinde olur, malzeme sıkı ve birbirine yapışık bir akış şeklinde ilerler.

Bu, malzeme akışıyla birlikte taşınan emilmiş hava miktarını en aza indirecektir. Sonuç olarak, daha az hava salınır ve daha az asılı toz oluşur. (Şekil 22.2). Ayrıca, malzemenin besleme yapılan banda nazikçe bırakılması için akış yönlendirilir veya kanalize edilir, darbe ve bant aşınması en aza indirilir.

Malzeme (musluktan akan su gibi) düzgünce hareket eder. Malzeme, geleneksel “bıardo akışındaki” gibi topakların birbirinin üzerinde sızmasına izin vermek yerine, bir “akışkan benzeri akış” içinde birlikte kayar.

### Tasarlanmış Akışın Faydaları

Bir tesise tasarlanmış akış şutu monte etmekten elde edilecek birtakım faydalar vardır. Bunlar şunlardır:

#### A. Pasif toz kontrolü

Aktif toplama yöntemleri ihtiyacını en aza indirerek veya ortadan kaldırarak toz kaçışını azaltırlar.

#### B. Artan malzeme akış hızı

Şutları bir üretim darboğazı olmaktan çıkarırlar.

#### C. Azaltılmış malzeme birikimleri ve tıkanmaları

Şut tıkanmasını azaltır veya önlerler.

#### D. Azaltılmış yükleme darbesi

Hasar ve aşınmayı azaltarak bant ömrünü uzatırlar.

E. Azaltılmış malzeme bozunumu  
Toz oluşumunu en aza indirirler.

F. Yükün kontrollü yerleştirilmesi  
Merkezden kaçma, döküntü ve bant kenarı hasarını önlerler.

Bununla birlikte, tasarlanmış akış şutlarının, dar bir parametre aralığını barındırmak üzere tasarlandığına dikkat edilmelidir. Aşağıdakiler dahil, koşullar değiştiğinde, bu şutların performansında (ve içlerindeki kaplamaların aşınma ömründe) değişiklikler olacaktır:

A. Tutarsız akış hızları  
Başlatma ve durdurma dışında, belirtilen akıştan yüzde 20'den fazla sapmalar

B. Tutarsız malzeme özellikleri  
Sistem tasarımından önce test edilen malzeme numunelerinin herhangi bir niteliğinde yüzde 20'den fazla sapmalar

C. Tutarsız çevresel şartlar  
Rutubet içeriğini, belirtilen özelliklere göre yüzde 10'dan fazla değiştiren yağış gibi malzemede değişikliklere neden olan sapmalar

### Tasarlanmış Akış Şutlarının Bileşenleri

Tasarlanmış bir akış şutu, şuttan geçerken malzeme akışını yakalayan ve yoğunlaştıran, havalandırmayı en aza indirme ve şütün içinde malzeme birikmelerini önleme şeklinde çift faydaya sahip bir geometri içerir. Bir şütün içinde malzemelerin birikmesini önlemek, özellikle kömür gibi yanıcı malzemelerle çalışırken önemlidir.

Tasarlanmış şutlar genellikle “davlumbaz ve saptırma şutu” transferi adı verilen bir tasarım kullanır. Bu tasarım, sistemin üstüne bir “davlumbaz” tahliye şutu ve malzemeyi yükleme yapılan banda yerleştiren bir “saptırma şutu” alıcı şutundan oluşur. Her ne kadar özel bir malzeme taşıma durumu yalnızca birini veya diğerini gerektirebilse de, davlumbaz ve saptırma şutu genellikle çift olarak takılır. Bu bileşenler, taşınan malzemenin ve şut yapımında kullanılan

malzemelerin özelliklerini kullanan özel tasarım bileşenlerdir. Davlumbaz ve saptırma şutunun hedefi, döküntü, aşınma, toz ve hasarı azaltmak için, malzemeyi minimum darbeye - veya “sıçramayla” - besleme yapılan bantta uygun yöne yerleştirirken, hareketli malzeme akışını zapt etmek, havanın sürüklenmesini azaltmak ve darbe kuvvetlerini en aza indirmektir. Bu kontrollü yükleme, bandın merkezden kaçmasına neden olan malzemenin yandan yüklenmesini de önler.

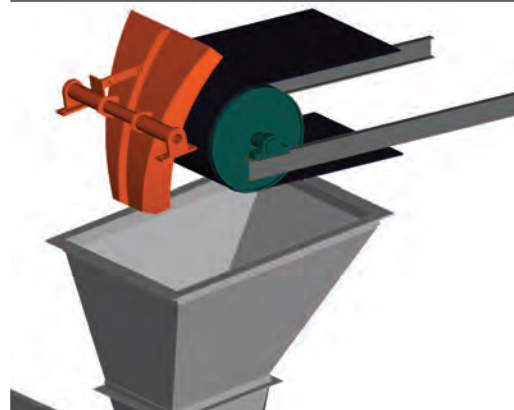
Ayrıca, birçok tasarlanmış akış şutu, toz zaptı için, çökme bölgesi veya dinlendirme bölgesi adı verilen bir ek alan içerir. Burada, artık tozun konveyörün üzerine geri çökebilmesi için malzeme akışının üzerindeki hava akımı yavaşlatılır.

### Davlumbaz

Tahliye şutuna takılan bir davlumbaz, hareket eden malzeme akışını düşük bir darbe açısında yakalar ve zapt eder (**Şekil 22.3**). Bu, darbe kuvvetini, birikmeyi ve aşınmayı en aza indirir. Davlumbaz, aşağıdaki konveyör sistemine doğru düzgünce akması için malzeme akışını dikey olarak yönlendirir (**Şekil 22.4**). Akış dikey hale geldikten sonra, akışı besleme yapılan konveyörle hizalamak için, malzeme akışının yönü nazikçe değiştirilir.

### Saptırma Şutu

Saptırma şutu transfer şutunun altına monte edilir, burada malzeme akışını alır ve besleme yapılan banda yerleştirir (**Şekil 22.5**). Saptırma şutu, malzemeyi besleme

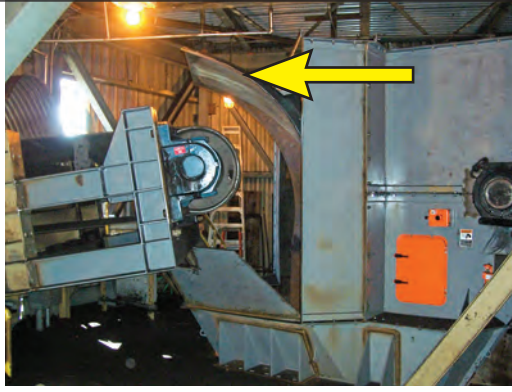


**Şekil 22.3**

Tahliye şutuna takılan bir davlumbaz, hareket eden malzeme akışını düşük bir darbe açısında yakalar ve zapt eder.

**Şekil 22.4**

Davlumbaz, aşağıdaki konveyör sistemine doğru düzgünce akması için malzeme akışını dikey olarak yönlendirir.

**Şekil 22.5**

Saptırma şutu transfer şutunun altına monte edilir, burada malzeme akışını alır ve besleme yapılan banda yerleştirir.

**Şekil 22.6**

Saptırma şutu, konsantre malzeme akışını uygun hız ve açıyla besleme yapılan bandın merkezine yönlendirerek, bandın üzerindeki darbeyi, bant aşınmasını, toz oluşumunu, merkezden kaçık yüklemeyi, aşınma astarlarındaki aşınmayı ve diğer problemleri azaltır.

**Şekil 22.7**

Genellikle besleme yapılan konveyörde saptırma şutundan sonra monte edilen çökme bölgesi, besleme yapılan konveyörün geleneksel çevrili ve üstü kapatılmış kısmına karşılık gelir.



yapılan konveyöre nazikçe, yük bantla aynı yönde ve bantın hızına yakın bir hızda hareket edecek şekilde yüklemek için tasarlanmıştır. Saptırma şutu, konsantre malzeme akışını uygun hız ve açıyla besleme yapılan bandın merkezine yönlendirerek, bandın üzerindeki darbeyi, bant aşınmasını, toz oluşumunu, merkezden kaçık yüklemeyi, aşınma astarlarındaki aşınmayı ve diğer problemleri azaltır (Şekil 22.6).

Tasarlanmış bir saptırma şutu aracılığıyla yükleme yapmanın başka bir faydası da, bandın yük bölgesine daha az bant desteği gerektirebilmesidir. Malzemenin bandın üzerine, bandın hareket ettiği benzer hızda ve aynı yönde yüklenmesi, bant üzerine daha az darbe oluşmasını ve bunun sonucunda, darbe yataklarına ve bant destek yataklarına daha az ihtiyaç duyulmasını sağlar.

Bazı karmaşık şutlarda veya büyük düşme mesafeleri olan transfer şutlarında, akışı kontrol etmek için birden fazla "davlumbaz ve saptırma şutu" çifti kullanılabilir.

### Çökme Bölgesi

Genellikle besleme yapılan konveyörde saptırma şutundan sonra monte edilen çökme bölgesi, besleme yapılan konveyörün geleneksel çevrili ve üstü kapatılmış kısmına karşılık gelir (Şekil 22.7). Bu alan, hızını yavaşlatmak için havayı yeterince uzun süre tutarak, toz yüklü havanın ve herhangi bir asılı tozun optimum seviyede çökmesini sağlamak amacıyla dikkatle tasarlanır. Çökme bölgesi, herhangi bir asılı tozun havadan çökmesini sağlamak için daha yüksek, üstü örtülmüş, tozun çoğunu dışarı salınmadan ana malzeme yatağına döndüren bir yükleme teknesi kullanır (Şekil 22.8). Hava akımları, çökme bölgesinin daha büyük alanı ve alan içinde toz perdelerinin kullanılmasıyla yavaşlatılır.

Bazı sistem tasarımcıları çökme bölgesini tasarımlarından çıkararak, yalnızca geleneksel, kapalı yükleme teknesi tasarımları kullanır. Bununla birlikte, mümkün olan her malzeme durumuyla başa çıkacak bir şut tasarlamak neredeyse imkansızdır. Bu

nedenle, öngörülemeyen durumlara uyum sağlamak veya malzeme özelliklerinde meydana gelecek değişikliklerle başa çıkmak için çökme bölgesini dahil etmek daha güvenlidir.

## TASARLANMIŞ AKIŞ İÇİN TASARIM

İki konveyör aynı hızda çalışsa dahi, eğer akış kontrolsüz bırakılırsa, yerçekimi malzeme hızının, bir konveyörden diğerine yapılan bir transfer sırasında artmasına neden olabilir. Hem davlumbaz hem de saptırma şutu, malzeme yolunu düşük bir geliş açısında kesecek şekilde tasarlanmalıdır. Bu, azaltılmış darbe ve aşınmayla besleme yapılan banda uygun şekilde yerleştirilmesi amacıyla, akışı yönlendirmek için malzeme hareketinin doğal kuvvetlerini kullanır. Davlumbaz ve saptırma şutu kriter olarak hem malzeme özellikleri hem de akış gereksinimlerine göre tasarlandığından, şut, işlemleri durduracak tıkanmalar için azaltılmış riskle, gerekli akışta çalışabilir.

Davlumbaz, saptırma şutu ve çökme alanının uygun tasarımını elde etmek için, tasarlanmış akış şutları, şutun geometrisini tanımlamak için bilgisayar tabanlı üç boyutlu (3D) modelleme kullanılarak tasarlanır (Şekil 22.9). Darbe açısı ve kuvveti, mümkün olduğunca fazla momenti korumak için en aza indirilmelidir. İdeal olarak, darbe açısı 15 ila 20 dereceden fazla olmamalıdır. Bu tasarım, kesin, hassas ve eksiksiz bir tasarım sağlamak için çok sıkı proses ve prosedürlere dayandırılmalıdır. Boyutsal veriler bir saha etüdünden veya (özellikle yeni tesisler için) saha planlarının ve konveyör özelliklerinin incelenmesinden elde edilebilir.

Bir tasarlanmış akış şutu tasarımcısının, şuttan geçecek malzeme ve konveyör sisteminin kendisi hakkında detaylı bilgiye sahip olması zaruridir. Bu bilgi şunları içerir:

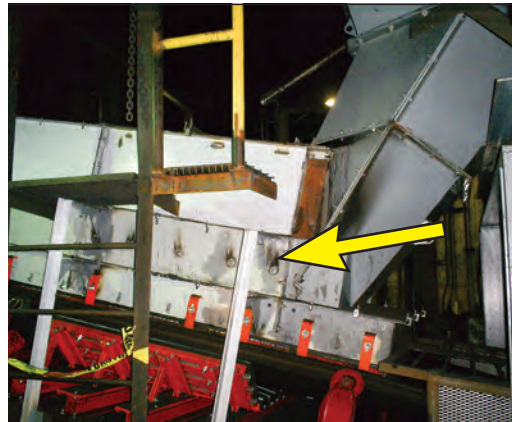
### A. Besleme sistemi

- Besleme sisteminin tipi (örn., kırıcı, titreşimli besleyici, stok sahası, kazıyıcı)
- Besleme sistemlerinin sayısı

- Çıkış veya iniş açısı (Şekil 22.10)
- Bant hızı
- Bant kalınlığı
- Bant genişliği
- Oluk açısı
- Transfer kapasitesi
- Konveyör yapısının tipi (kanal, kiriş, kablo)
- Malzemenin tesise teslim edilme yöntemi (örn., mavnalı, vagon, kamyon)

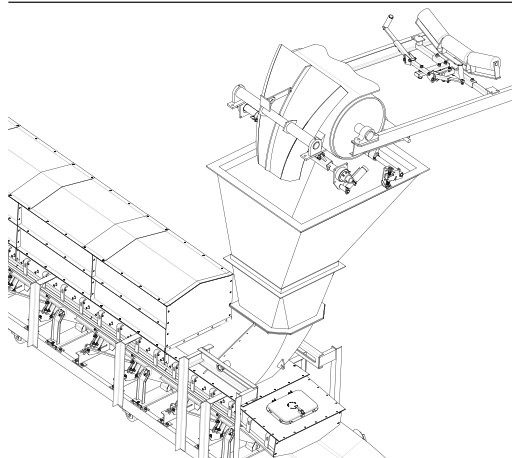
### B. Transfer

- Arayüz açısı (Şekil 22.11)
- Yükleme noktasına yatay mesafe (Şekil 22.10)
- Düşme yüksekliği (Şekil 22.10)
- Transfer kapasitesi
- Transfer sayısı
- Kapakların sayısı ve amacı (örn, akışı bölmek veya akışın yönünü değiştirmek)



**Şekil 22.8**

Çökme bölgesi, hızını yavaşlatmak için havayı yeterince uzun süre tutarak, toz yüklü havanın ve herhangi bir asılı tozun optimum seviyede çökmesini sağlamak amacıyla dikkatle tasarlanır.

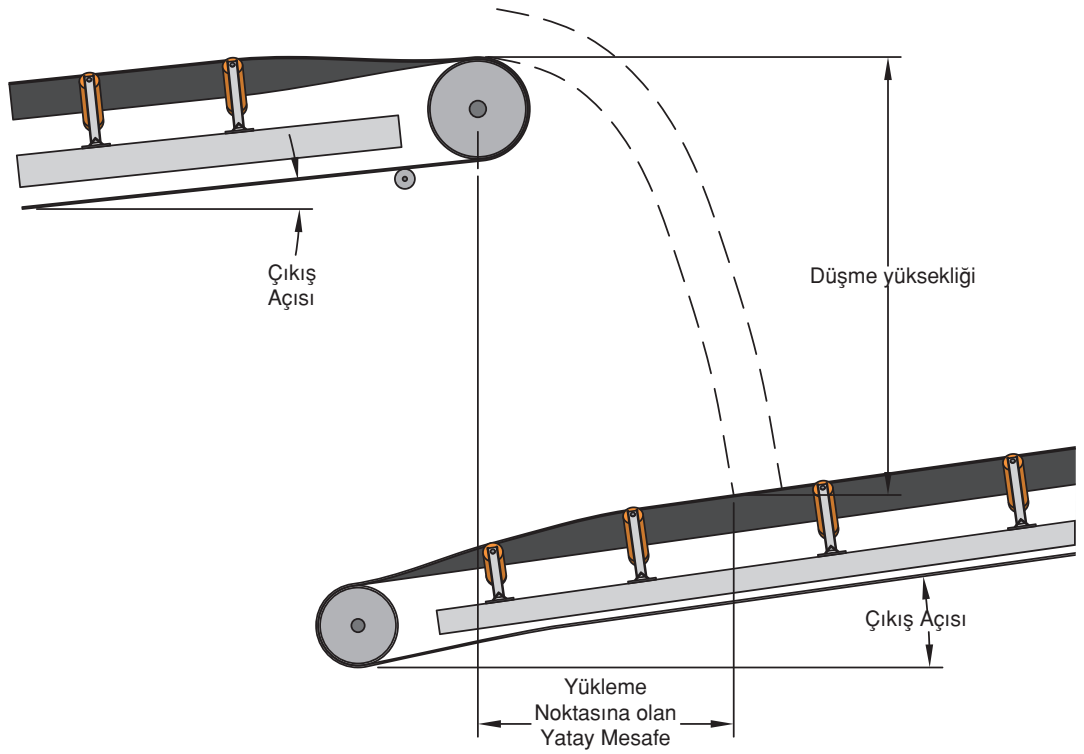


**Şekil 22.9**

Davlumbaz, saptırma şutu ve çökme bölgesinin uygun tasarımını elde etmek için, tasarlanmış akış şutları, şutun geometrisini tanımlamak için bilgisayar tabanlı 3D modelleme kullanılarak tasarlanır.

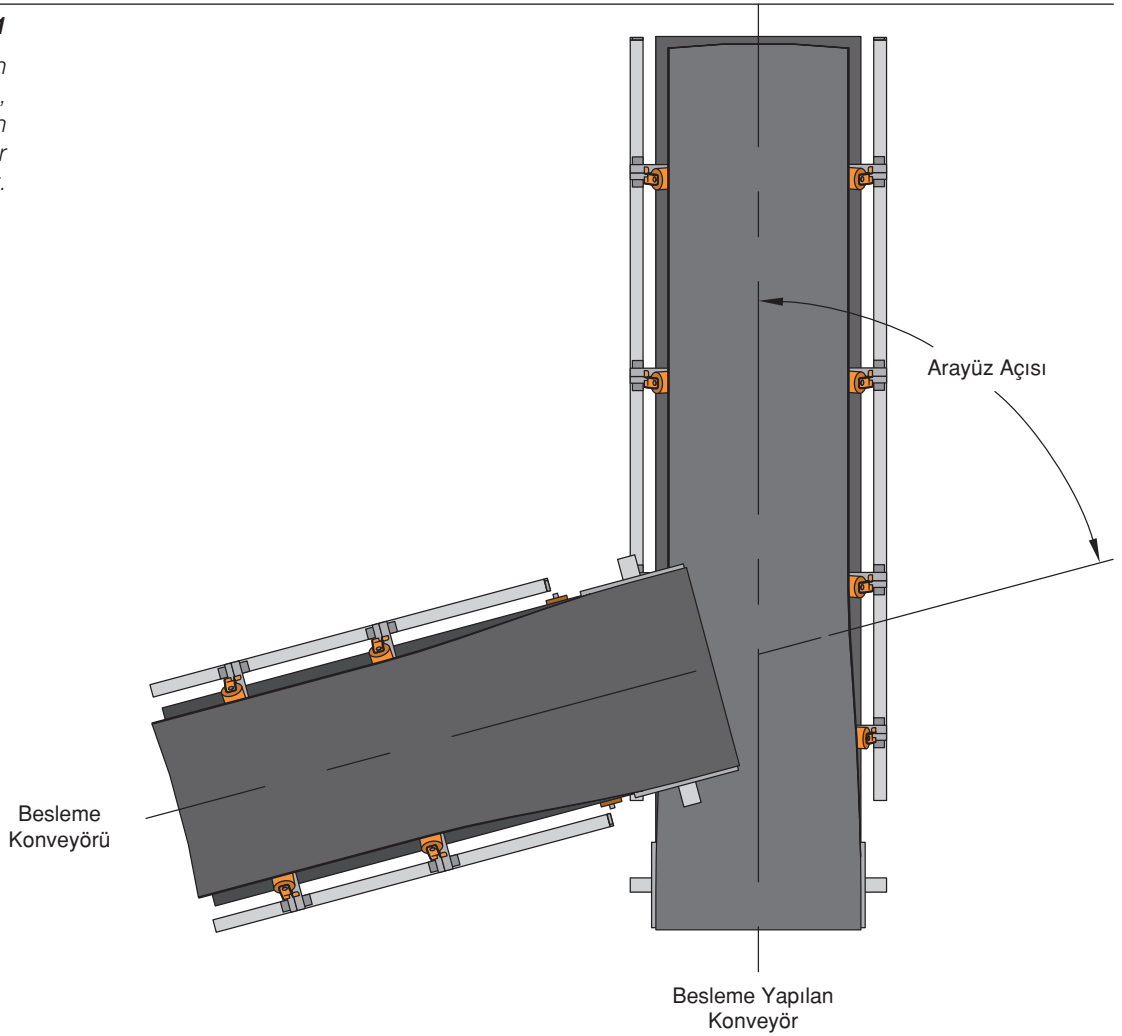
**Şekil 22.10**

Tasarlanmış akış şutu tasarımcılarının, konveyör sistemi ve taşıdığı malzeme hakkında detaylı bilgiye sahip olmaları gerekir.



**Şekil 22.11**

Bir transfer noktasının arayüz açısı, tasarlanmış şutların tasarımında kilit bir unsurdur.



- g. Çevredeki yapı nedeniyle müdahale
- C. Besleme yapılan sistem
- Besleme yapılan sistemin tipi
  - Besleme yapılan sistemlerin sayısı
  - Bant hızı
  - Bant kalınlığı
  - Konveyörün çıkış/iniş açısı (**Şekil 22.10**)
  - Bant genişliği
  - Konveyör yapısının tipi (kanal, kiriş, kablo)
  - Oluk açısı
  - Transfer kapasitesi
  - Bant/yük destek sistemi
  - Konveyörün çökme bölgesi için eğriye veya girişime mesafesi
- D. Taşınan malzeme
- Malzeme tipi
  - Sıcaklık aralıkları (yüksek ve düşük)
  - Rutubet içeriği
  - (Numunenin alındığı kaynak/tedarikçi ve yere mesafe dahil) malzemenin durumunu etkileyen çevresel şartlar
  - Malzeme büyüklüğü
  - Dökme yoğunluğu
  - Arayüz sürtünmesi
  - Kohezyon/adezyon özellikleri
  - Parçacık büyüklüğü ve yüzde dağılımı
  - Ortalama ve maksimum topak büyüklükleri
  - Dinamik duruş açısı
  - Yığın açısı
- E. Yapı malzemeleri
- Şut yapım malzemeleri
  - Şut astarı malzemeleri
  - Üretim ve montaj toleransları
  - Dökme malzemeyle temasta olan yapı malzemeleri için arayüz sürtünmesi değerleri

### Tasarlanmış Akış Transferlerinin Tasarımı

Tasarlanmış akış transfer şutları, üç adımlı bir mühendislik sürecinde geliştirilir. Birinci aşama, malzemenin özelliklerini ve malzeme taşıma sistemlerindeki performansını tespit etmek için, taşınan malzeme özelliklerinin ve bant ve yapı malzemele-riyle ilgili arayüz sürtünmesi değerlerinin test edilmesidir. Çeşitli konveyör ve malzeme parametreleri tanımlandıktan sonra, Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliğinin (CEMA) yöntemi gibi geleneksel yöntemler kullanılarak malzeme boşaltma yolu belirlenebilir.

Sürecin ikinci aşaması, geçerli saha boyutlarının doğrulanması ve ön mühendisliğin geliştirilmesidir. 3D yazılımı kullanılarak şut tertibatının bir dizi iki boyutlu kavramsal çizimi ve üç boyutlu bir resimsel anlatımı oluşturulur ve Ayrık Eleman Modelleme (DEM) yöntemi kullanılarak akış karakteristikleri doğrulanır.

Üçüncü ve son aşama olan son tasarımın oluşturulmasını, detaylı mühendislik ve sistemin üretimi ve montajı takip eder.

#### 1. Aşama: Malzeme Analizi

Tasarlanmış bir şutun tasarımındaki ilk adım, içinden geçecek gerçek taşınan malzemenin test edilmesidir. Elde edilen bilgiler arasında malzeme bileşimi ve fiziksel özellikleri, rutubet içeriği, topak büyüklüğü aralığı ve ince tanelerin büyüklüğü bulunur. Test işlemi genellikle, değişen malzeme şartlarına tolerans göstermek için, dökme malzeme gücünün birkaç rutubet içeriğinde “alındığı şekilden” “doğunluk” seviyesine analizini içerir. Doğrudan kesme, arayüz sürtünmesi ve dökme yoğunluğu dahil, bu rutubet içeriği seviyelerinin her birinde genel olarak üç farklı tipte test bulunmaktadır. Malzeme akışını ve arayüz özelliklerini ölçmek için çoğu zaman doğrudan lineer veya döner kesme test cihazları kullanılır. Test işleminde genellikle malzemenin ince bileşenleri kullanılır, çünkü ince taneler en kötü durum akış özelliklerini tanımlar.

Bu önemli verileri sağlamak için, kullanılacak gerçek bant tertibatı ve yapı malzemeleriyle ilgili olarak taşınacak gerçek malzeme numunelerinin testi gerçekleştirilmelidir. (*Malzeme testi ve analizi hakkında ek bilgi için bkz. 25. Bölüm: Malzeme Bilimi*)

Malzeme testi, şut açılıları için, bir transfer şutundan geçen güvenilir akışla, şut ve bant aşınmasının kabul edilebilir seviyeleri arasında bir denge bulmak için gerekli sınır sürtünmesine dayanan bir tavsiyeyle sonuçlanır. Şutun içinde astar olarak kullanılacak malzeme(ler) için tavsiyeler de buna dahil edilebilir.

Transfer şutu tasarımını geliştirmek için çeşitli konveyör ve malzeme parametreleri ve malzeme boşaltma yolu kullanılır.

## 2. Aşama: Ayrık Eleman Modelleme (DEM) Yöntemi

1. aşamada geliştirilen parametreler, şut sisteminin bilgisayarda oluşturulmuş bir 3 boyutlu (3D) ayrık eleman modelini geliştirmekte kullanılır (**Şekil 22.12**).

DEM, bir tasarım doğrulama aracıdır. Temel işletim denklemi Newton'un İkinci Yasasıdır: Kuvvet = kütle çarpı hız ( $F = ma$ ); parçacıkların ve etkileşen elemanların özellikleriyle değiştirildiği şekliyle, parçacık ile parçacık ve parçacık ile şut duvarı arasındaki her etkileşim için çözülür. Her bir parçacığı etkileyen kuvvetler, ilk verilerden ve ilgili fiziksel kanunlardan hesaplanır. Parçacık hareketini etkileyen kuvvetlerden bazıları şunlardır:

### A. Sürtünme

İki parçacık birbirine dokunduğunda veya duvara sürtündüğünde ortaya çıkar

### B. Darbe

İki parçacık çarpıştığında ortaya çıkar

### C. Sürtünmenin veya akışmazlığın (yapışkanlığın) yok olması

Bir çarpışmada parçacıkların sıkıştırılması ve geri tepmesi sırasında enerji kaybolduğunda meydana gelir.

### D. Kohezyon ve/veya adezyon

İki parçacık çarpıştığında ve birbirine yapıştığında meydana gelir

### E. Yerçekimi

Bir DEM yaklaşımına dayalı çözümler, temel tasarım denklemlerine ve "göz kararı" kurallarına dayananlardan daha anlamlıdır; çünkü tasarımcının besleme yapılan konveyörün merkezine yükleme yapılması gibi önemli konuları daha doğru değerlendirmesini sağlar. Şut tasarımcısı aynı zamanda, şuttaki, düşük malzeme hızına, dolayısıyla tıkanmaya yatkın alanları kestirebilir ve bunları önlemek için düzeltici önlemler alabilir. Temel denklemlerle birleştirildiğinde, DEM bir tasarımcının bir dizi yineleme yoluyla optimum şut tasarımını çabucak belirleyebilmesini sağlar. DEM'in küçük bir dezavantajı, her ne kadar bilgisayar teknolojisindeki ilerlemeler bu problemi hızla ortadan kaldıracak olsa da, yaygın olarak mevcut bilgisayarlarla, malzeme akışındaki toplam parçacık sayısı ile karşılaştırıldığında nispeten yalnızca birkaç parçacığın makul bir sürede simülasyonunun yapılabilmesidir.

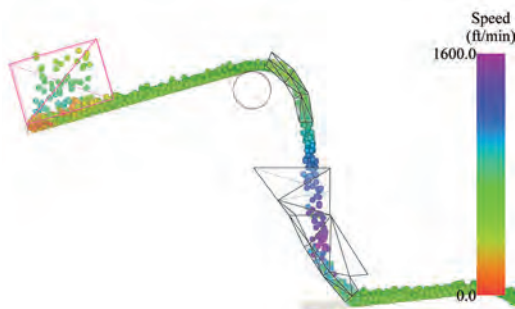
Bu bilgisayar tabanlı sistemin ek bir avantajı, sistem karakteristiklerindeki değişikliklere uyum sağlamak için değişikliklerin çabucak geliştirilebilmesidir. Bu nedenle, taşınacak gerçek malzemenin ("en kötü durum" dahil) taşınacağı çeşitli şartlarda test edilmesi kritik önem taşır.

## 3. Aşama: Son Tasarım

Bilgisayar tabanlı modelleme tekniklerinin kullanımı, bir şut tasarımının özel bir banttın banda transferin gereksinimlerini karşılaması için çabuk ve etkin şekilde geliştirilmesine izin verir. Üretim ve montaj

**Şekil 22.12**

1. aşamada geliştirilen parametreler, şut sisteminin bilgisayarda oluşturulmuş bir 3D ayrık eleman modelini geliştirmekte kullanılır.





çizimlerini üretmek için 3D model kullanılır.

Tamamlanan tasarlanmış şut projesi, davlumbaz(lar), düşme şutu, saptırma şut(lar)ı, aşınma astarı, bant destek yatakları, bant merkezleme sistemi, bant temizleme sistemleri, damlatma şutu, erişim kapıları, yükleme teknesi sızdırmazlığı, arka kapak sızdırmazlığı kutusu ve çökme bölgesi içerir.

### **Diğer Konular**

Şut tasarımı sırasında dikkate alınacak diğer konular; ısıtıcılar, yalıtım, şutun içine erişim, aydınlatma, erişim platformları, tıkalı şut anahtarları, uygun muhafazalarla ilgili gereksinimler ve bant sıyrıcıları, akış yardımcıları veya diğer bileşenlerin değiştirilmesi için yeterlidir.

### **Tasarımda Dikkate Alınacak Diğer Hususlar**

En basit anlamda bir transfer şutu, en kötü akış özelliklerine sahip malzemeyi taşıırken bile, malzeme birikmeleri ve tıkanma gibi akış problemlerini önlemek için, yeterince dik ve pürüzsüz, köşeleri yuvarlanmış iç yüzeylere sahip olmalıdır. İdeal olarak, bu geometriye yalnızca yerçekimi etkileri hakim olacaktır. Gerçek şu ki, tasarlanmış akış transferlerinin montajı planlanırken, dahil edilmesi ve hesaplanması gereken diğer birtakım hususlar vardır. Bu faktörler şunlardır:

#### **A. Malzeme yolu**

Boşaltma yapan konveyörü terk ettiğinde malzeme akışının yolunun hesaplanması, malzeme kütesinin merkezinin, hızların, tahliye tamburunda yolun başladığı noktanın ve yükün şeklinin dikkate alınmasını içerir. (Tahliye yolu hakkında detaylı bir tartışma CEMA'nın *DÖKME MALZEMELER için BANTLI KONVEYÖRLER*, *Altıncı Baskı* kitabının 12. Bölümünde bulunabilir.)

#### **B. Aşınma**

Darbe, korozyon ve aşınma, malzeme akışı şut yüzeyine çarptığında gerçekleşen şut aşınmasının başlıca sebepleridir. Kayma aşınması, malzeme akışının şut

duvarının yüzeyi boyunca geçmesidir. Gerçekleşen aşınmanın miktarı, malzeme akışı ve aşınma astarı arasındaki sertlik farkına ve aşınma astarı yüzeyindeki yük miktarına, hızına ve kuvvetine bağlıdır. Tasarlanmış akış şutlarının tasarımı, malzeme davranışını şut duvarlarındaki arayüzle birleştirdiğinden, malzeme akışının şeklinin ve hızının kontrolünde darbe ve kayma aşınmasının analiz edilmesi önemlidir.

#### **C. Toleranslar**

Bileşenlerin montajındaki küçük farklar dahi transfer noktasından malzeme ve havanın düzgün geçişini etkileyebilir. Bileşenlerin montajı ve malzemelere dair üreticilerin tavsiyelerine harfiyen uyulmalıdır.

#### **D. İki aşamalı akış analizi**

İki aşamalı akış analizi, hem bir transfer şutundan geçen malzeme akışını hem de onunla birlikte besleme yapılan konveyörün çökme bölgesine hareket eden emilmiş havayı dikkate alır. Eğer malzeme akışı, üzerinden sıçramak yerine, şut yüzeyiyle temas halinde kalırsa, yükleme bölgesinde daha az havalanma ve azaltılmış darbe kuvveti olur. Şutun tasarım aşamasında, hem transfer şutundan geçen malzeme parçacıklarının hem de havanın hareketinin analizi, şut tasarımcısının emilen havayı en aza indirmesine, dolayısıyla toz oluşumunu azaltmasına imkan verir. İki aşamalı akışı modellemek için DEM, Sayısal Akışkanlar Dinamiği (CFD) ve Sonlu Eleman Analizi (FEA) dahil, çeşitli bilgisayar tabanlı teknik kullanılır. Bu analiz, yerinden çıkarılan, emilen ve üretilen havayı içermelidir. (Bkz. 7. Bölüm: Hava Kontrolü)

Hesaplanan hava akışına ve parçacık büyüklüğü dağılımı ve kohezyon seviyesi dahil, malzemenin özelliklerine bağlı olarak, transfer şutunun içindeki hava akımlarının etkilerini en aza indirmek için kauçuk perdelerden toz bastırmaya ve filtre torbalarına kadar çeşitli sistemler kullanılabilir.

## E. Yapısal kaygılar

Bir transfer şutu için destek yapısının tasarımı genellikle dört faktörün incelenmesini gerektirir:

## a. Ölü yük

Şütün kendisinin (ve yapının) ağırlığı

## b. Canlı yükler

Rüzgar, kar ve buz birikmeleri ve düz yüzeylerde biriken kaçak malzeme

## c. Dinamik yük

Şut ve diğer proses ekipmanının içindeki malzemenin hareketinden ve darbesinden kaynaklanan kuvvetler

## d. Yüklü kapasite

En kötü şut tıkanma senaryosunda malzemenin en yüksek dökme yoğunluğu değeri kullanılarak hesaplanan, şuttaki malzemenin ağırlığı

Bu analizin hedefi, destek yapısında aşırı miktarlar harcamadan transfer şutunu etkin ve etkili şekilde desteklemektir. Yerel bina yönetmeliğine uyan bir destek yapısının geliştirilmesi de dikkate alınması gereken başka bir önemli konudur.

## TASARLANMIŞ AKIŞ SİSTEMLERİNİN MONTAJI

### Proje Montajı

Tasarlanmış şutlar, yeni konveyör sistemlerine kolaylıkla yerleştirilebilir. Yapım maliyetini azaltmak için, kolaylıkla donatılan, kaldırılan ve yerine cıvatalanan yönetilebilir düzenlerde önceden monte edilebilir ve

hizalanabilirler.

Tasarlanmış akış şutları aynı zamanda, genellikle pahalı “torba filtre” sistemleri kurmadan, işlemleri iyileştirmek ve toz üzerindeki düzenleyici sınırlara uymak amacıyla tozu kontrol etmenin bir yolu olarak mevcut bir işletmeye uyarlanabilir. Yeni veya iyileştirme için yapılan bir montaj olmasına bakılmaksızın, tasarlanmış şutların tasarımı ve montajı teknolojiye deneyimli şirketlere bırakılmalıdır.

### İyileştirme Uygulamaları için Şutlar

Tasarlanmış akış şutlarının en erken uygulamalarından biri, mevcut konveyör sistemlerindeki transfer noktalarının iyileştirilmesiydi. Bu tasarlanmış sistemlerin mevcut tesislere dahil edilmesi, mevcut yapıların içine adapte etmeyle ilgili bazı problemlere yol açabilir.

Tasarımların hatasız olması yanında tasarlanan sistemin sahada ayarlama gerektirmeden yerine uygun şekilde oturacağından emin olmak için, lazer ölçüm teknikleriyle sahada bir ölçüm yapılması tavsiye edilir (**Şekil 22.13**). Bu hassas ölçüm, hedef alanları tarayan ve bir sahnenin detaylı şekilde oluşturulmasına benzeyen bir 3D “nokta bulutu” döndüren, darbeli lazer teknolojisi kullanır (**Şekil 22.14**). Bu nokta bulutu, üç boyutlu olduğundan, herhangi bir perspektiften izlenebilir ve her nokta tam x, y ve z eksenini koordinatlarına sahiptir. Noktaların geometrisi daha sonra, şut geometrisinin geliştirilmesi için bir başlangıç noktası olarak 3D modelleme yazılım paketlerine aktarılabilir. Bu, sistemlerin mühendisliğinin mevcut açıklıklara uymasını garanti edecektir.

Bir iyileştirme uygulamasında, test ve analizin kaçak malzemelerin salınmasından önce ve sonra yapılabilmesi, projenin doğrulanması için performans ve iyileştirmelerin karşılaştırmasına da fırsat verir.

### Akış Yardımcıları ve Tasarlanmış Şutlar

İyi tasarlanmış bir şut bile, orijinal tasarıma montaj braketleri ekleyerek gelecekte

**Şekil 22.13**

Tasarımların hatasız olması yanında tasarlanan sistemin sahada ayarlama gerektirmeden yerine uygun şekilde oturacağından emin olmak için, lazer ölçüm tekniğiyle sahada bir ölçüm yapılması tavsiye edilir.



akış yardımcılarının montajı için hazırlık yapmalıdır. Malzeme akışı özelliklerindeki değişiklikler veya optimumun altında tasarım kısıtlamaları, bir tasarımcıyı belirli bir tasarımda titreşim veya hava şokları gibi akış destekleyici cihazlar gerektirmeye itebilir. Özellikle iyileştirme uygulamalarında, optimum bir tasarım lüksüne sahip olmak zordur. Tavizler çoğu zaman kaçınılmazdır, çünkü besleyen ve besleme yapılan konveyörlerin yerleri ayarlanmıştır ve bunların taşınması ekonomik olarak olanaksızdır. Gelecekte malzeme özelliklerindeki değişikliklerin neden olduğu potansiyel akış problemleri, bu durumda vibratör veya hava şoklarının monte edilmesiyle tolere edilebilir. Şütün ilk montajında braketlerin dahil edilmesi, daha sonra bir braketin iyileştirilmesiyle kıyaslandığında paradan ve zamandan tasarruf sağlayacaktır (Şekil 22.15).

Akış yardımcıları, optimum seviyede olabilecek bir tasarımdan tavizlerin verildiği durumlarda malzeme akışını artırır. (Bkz. 9. Bölüm: Akış Yardımcıları)

## SİSTEM BAKIMI

Bir işletme, gerektiğinde yedek astarların üretimini ve montajını basitleştirmek için şut ve astar tasarımı ve yerleşiminin tam kayıtlarını tutmalıdır.

Astarların değiştirilmesini basitleştirmek için, şut, şütün bir duvarının (çoğu durumda arka duvar veya astarı taşıyan duvarın) yerinden kaydırılmasına izin veren bir kolay açılır flanş sistemiyle tasarlanmalıdır (Şekil 22.16). Bu, şut yapılarının içindeki astarların muayenesi ve değiştirilmesi için daha etkin erişime izin verecektir (Şekil 22.17).

## TİPİK ÖZELLİKLER

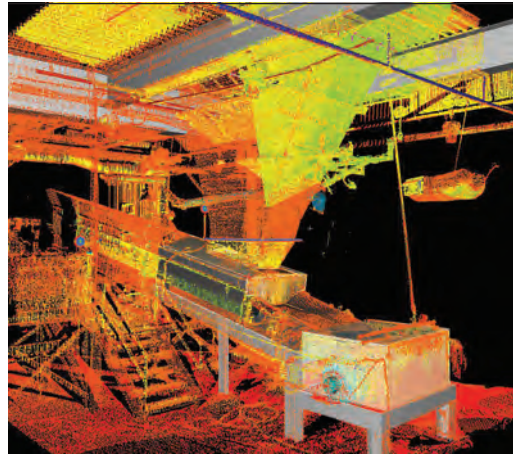
### A. Malzeme Özellikleri

Malzeme transfer sistemi, malzeme özelliklerine ve akış gereksinimlerine uyacak şekilde özel tasarlanmış, banttan banda transfer şutları içerecektir. Malzeme özelliklerinin test edilmesiyle, şut sistemi,

tıkanma olmadan gerekli akış hızını sağlayacak ve malzemenin bozunumundan ve havanın sürüklenmesinden kaynaklanan ek toz oluşumunu ortadan kaldıracak şekilde tasarlanacaktır.

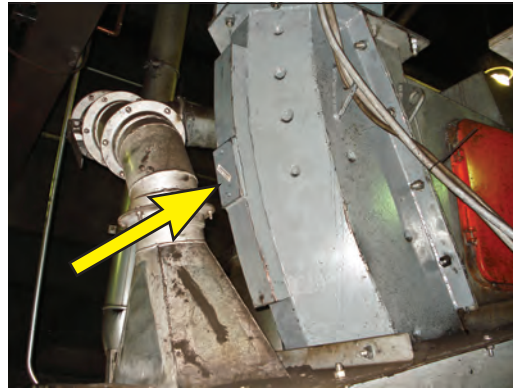
### B. “Davlumbaz” ve “saptırma şutu”

Şut sistemine bir “davlumbaz” tahliye şutu ve bir besleme yapılan “saptırma



**Şekil 22.14**

Hedef alanları taramak ve bir sahnenin detaylı şekilde oluşturulmasına benzeyen bir 3D “nokta bulutu” elde etmek için darbeli lazer teknolojisi kullanılır.



**Şekil 22.15**

Şütün ilk yapımında akış yardımcılarının montajı için braketlerin dahil edilmesi, daha sonra bir braketin iyileştirilmesiyle kıyaslandığında paradan ve zamandan tasarruf sağlayacaktır.



**Şekil 22.16**

Astarların değiştirilmesini basitleştirmek için, şut, şütün bir duvarının-çoğu durumda arka duvar veya astarı taşıyan duvarın yerinden kaydırılmasına izin veren bir kolay açılır flanş sistemiyle tasarlanmalıdır.

**Şekil 22.17**

Şutun flanşlı arkası, şut yapılarının içinde astarların muayenesi ve değiştirilmesi için daha etkin erişime izin verecektir.



şutu” eklenecektir. “Davlumbaz” malzeme akışını boşaltma yapan banttın alacak, hava sürüklemesini sınırlamak için onu zapt edecek ve besleme yapılan “saptırma şutunun” üzerine giden yolda tutarlı bir serbest akış yaratacak. Besleme yapılan “saptırma şutu” malzeme akışını alacak ve malzemeyi, malzeme çalkantısını, darbeyi, bant aşınmasını ve bandın merkezden kaçmasını en aza indirmek için uygun yön ve hızda besleme yapılan banda yerleştirecektir.

**C. Hacim**

Hava hızını ve türbülansı azaltmak için baş şutunun ve çevrili alanın hacimsel tasarımı hesaplanacaktır. Kaçak ve solunabilir toz seviyeleri, tasarımın çöktür-

**GÜVENLİK HUSUSLARI**

Tasarlanmış şutlar, muhafazanın akış olmayan tarafında bir erişim açıklığıyla tasarlanmalıdır. Bu kapılar, bir açıklıktan dışarı fırlayan malzemelerin arz ettiği tehlikeyi azaltmak için sınırlı erişim kafesleriyle donatılmalı ve uyarı etiketleri takılmalıdır.

Herhangi bir şuta personel girişinde, kontrollü alana giriş kuralları geçerli olmalıdır.

me özellikleri aracılığıyla büyük ölçüde azaltılacaktır.

**D. Erişim**

Şut, şut yapılarının içinde astarların muayenesini ve değiştirilmesini basitleştirmek için kolay açılır bir flanşlı kapatma sistemiyle donatılacaktır.

**E. Çökme bölgesi**

Besleme yapılan konveyörün çıkışı, bir çökme bölgesi oluşturmak için, uzatılmış, kapalı bir yükleme teknesi sistemiyle donatılacaktır. Çökme bölgesi, hava hızını azaltan ve asılı parçacıkların yerçekimiyle ana malzeme yüküne geri dönmesi için zaman sağlayan kıvrımlı bir plenum oluşturmak için birden fazla toz perdesi içerecektir.

**GELİŞMİŞ KONULAR****Mühendislik Hesaplaması: Süreklilik**

Süreklilik hesabı, bir transfer şutu içindeki malzeme akışının enine kesitini belirler ve ideal şut büyüklüğünün belirlenmesinde önemlidir (**Denklem 22.1**). Bu, şut üretiminin maliyetini kontrol altında tutmaya yardımcı olur. Endüstri ve CEMA'nın standardı, şutun, herhangi bir pozisyonda malzemenin enine kesit alanının en az dört katı olması gerektiğini göstermektedir. Alanın hesaplanmasından daha önemli olan, hız ve enine kesit alan arasındaki ilişkinin kabul edilmesidir.

Bir tasarımcı, malzeme hızının besleme yapılan bandın hızına ve yönüne uyması gerektiğinde bu süreklilik ilişkisini akılda tutmalıdır (**Denklem 22.1**). Malzeme hızı, düşüş yükseklği, akış yönünde değişiklik, yüzey sürtünmesi, iç sürtünme ve anlık yoğunluk gibi birçok şeyden etkilenir. Bu faktörler akış hızını kestirilebilir bir şekilde değiştirecektir, fakat hızdaki bu değişikliğin akışın enine kesit alanını da etkileyeceğine dikkat edilmesi önemlidir. Bunun tersine, alan da hızı etkileyecek şekilde değiştirilebilir. Akışın enine kesit alanı, şut tıkanmasıyla ilgili problemleri önlemek üzere tasarım yaparken hayati önem taşır.

## TASARLANMIŞ ŞUTLARIN GERİ ÖDEMESİ

### Sonuç olarak...

Bir tasarlanmış transfer şutu neredeyse her transfer şutu uygulamasında kullanılabilir; bu nedenle tesis yönetimi, işletmeye geri ödemesini değerlendirmek için çoğu zaman bir maliyet doğrulama prosedürü kullanacaktır. Banttan banda önemli bir dökülüş yüksekliği bulunan şut uygulamaları genellikle yatırımı garanti altına alır. Düzenleyici gereksinimleri karşılamaya veya çevre ve güvenlik konularını yerine getirmeye çalışan tesisler, tasarlanmış bir akış şutuna yapılan yatırımın kısa vadede kendini amorti ettiğini görecektir. Geleneksel bir transfer şutunun maliyetiyle

karşılaştırıldığında, tasarlanmış bir akış şutu için gereken ek yatırım, kaçak malzemeleri temizlemek, tıkalı şutlarla uğraşmak veya hatalı şekilde yüklenmiş bir bandı merkezlemek yerine verimlilikte artış, kazaların azalması ve çevre yönetmeliklerinin gereğinin yerine getirilmesiyle hızlı şekilde geri alınacaktır.

### İlerideki bölümlerde...

Modern Konseptler kısmındaki ikinci bölüm olan Tasarlanmış Akış Şutları başlıklı bu bölümde, kaçak malzemeleri azaltmanın başka bir yöntemi hakkında bilgiler verildi. Hava Destekli Konveyörler ve Bant Yıkama Sistemlerine odaklanan sonraki bölümler bu kısmı sürdürmektedir.

$A = \frac{Q \cdot k}{Y \cdot v}$			
<b>Eldeki veri:</b> 800 kilogram/metreküp (50 lb <sub>m</sub> /ft) yoğunlukla saatte 1800 ton (2000 st/s) taşıyan bir kömür akışı, saniyede 4,0 metreyle (800 ft/dk) yol almaktadır. <b>Bulunacak:</b> Kömür akışının enine kesit alanı.			
Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
<b>A</b>	Enine Kesit Alan	metrekare	fit kare
<b>Q</b>	Akış Hızı	1800 t/s	2000 st/s
<b>Y</b>	Malzeme Dökme Yoğunluğu	800 kg/m <sup>3</sup>	50 lb <sub>m</sub> /ft <sup>3</sup>
<b>v</b>	Söz Konusu Enine Kesitte Ortalama Malzeme Hızı	4,0 m/sn	800 ft/dk
<b>k</b>	Dönüşüm Faktörü	0,278	33.3
<b>Metrik:</b> $A = \frac{1800 \cdot 0,278}{800 \cdot 4,0} = 0,16$			
<b>İngiliz:</b> $A = \frac{2000 \cdot 33,3}{50 \cdot 800} = 1,67$			
<b>A</b>	Enine Kesit Alan	0,16 m <sup>2</sup>	1.67 ft <sup>2</sup>

### Denklem 22.1

Malzeme Akışının Enine Kesit Alanı için Süreklilik Hesabı

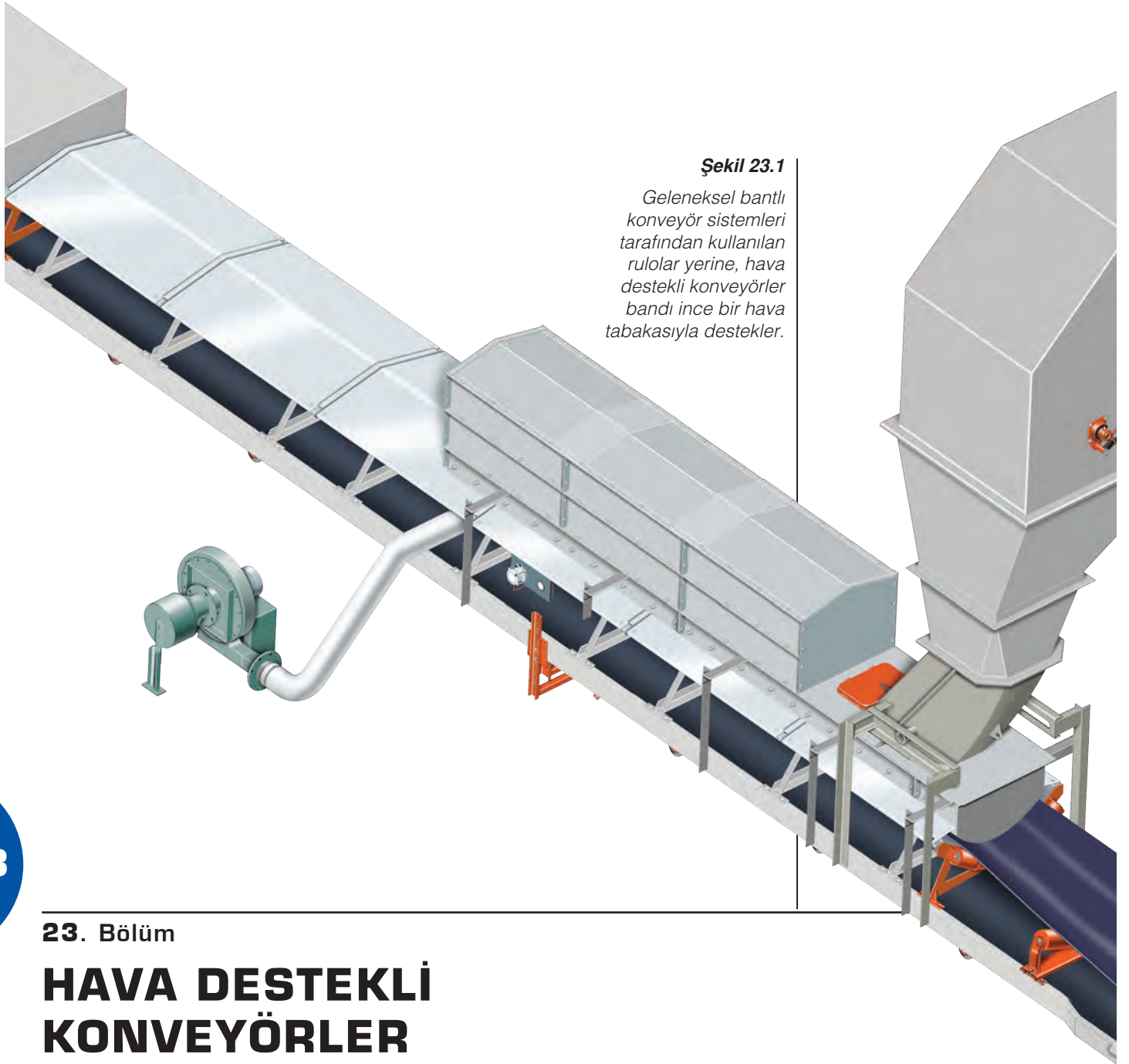
Not: Akışın enine kesit alanı, taşınan yoğunluk ve gevşek dökme yoğunluğu arasındaki farklar nedeniyle malzeme bantta olduğundaki enine kesit alandan farklı olacaktır. (Ek fazla bilgi için bkz. 25. Bölüm: Malzeme Bilimi)

### REFERANSLAR

---

- 22.1 Stuart, Dick D. ve Royal, T. A. (Eylül 1992). "Design Principles for Chutes to Handle Bulk Solids," *Bulk Solids Handling*, Cilt. 12, No. 3., sf. 447-450. PDF olarak [www.je-nike.com/pages/education/papers/design-principles-chutes.pdf](http://www.je-nike.com/pages/education/papers/design-principles-chutes.pdf) adresinden ulaşılabilir.
- 22.2 Roberts, A.W. and Scott, O.J. (1981). "Flow of bulk solids through transfer chutes of variable geometry and profile," *Bulk Solids Handling*, Vol. 1, No. 4., pp. 715-727.
- 22.3 Roberts, A.W. (August 1999). "Design guide for chutes in bulk solids handling operations," *Centre for Bulk Solids & Particulate Technologies*, Version 1, 2nd Draft.





**Şekil 23.1**

Geleneksel bantlı konveyör sistemleri tarafından kullanılan rulolar yerine, hava destekli konveyörler bandı ince bir hava tabakasıyla destekler.

23

## 23. Bölüm

# HAVA DESTEKLİ KONVEYÖRLER

Hava Destekli Konveyörlerin Temelleri .....	365
Sistem Bileşenleri.....	366
Hava Destekli Sistemlerin Avantajları .....	370
Uygulamalar ve Montaj.....	372
Sistem Bakımı.....	374
Güvenlik Hususları .....	374
Tipik Özellikler.....	374
Doğru Şartlar için Doğru Konveyör.....	375



**Bu bölümde...**

Bu bölüm, hava destekli konveyörlerin temel konseptlerine ve kullanılmalarının uygun olacağı uygulamalara odaklanmaktadır. Çeşitli konveyör uzunlukları ve genişlikleri için gerekli fan büyüklüğü hakkında bilgi yanında, kullanılmalarının fayda ve dezavantajlarını da sunuyoruz.

“Son” konveyör teknolojilerinin örneklerinden biri de hava destekli konveyör sistemleridir (**Şekil 23.1**). Geleneksel bantlı konveyör sistemleri tarafından kullanılan rulolar yerine, hava destekli konveyörler, bantı ince bir hava tabakasıyla destekler. Bu dökme malzeme taşıma yöntemi, mekanik sürtünme alanlarını sınırlar; bu sayede bakım ve işletme maliyetlerinde ciddi bir azalma sağlar. Tamamen kapalı, hava şartlarına dayanıklı, hava destekli bir konveyör, geleneksel bir konveyörden daha az yapısal destek gerektirir ve malzeme ayrışmasını, döküntüyü ve tozu en aza indirir (**Şekil 23.2**). Tüm uygulamalar için uygun olmasalar da, hava destekli konveyörler, dökme malzemeler için düzgün bir yolculuk ve tozun zapt edilmesi dahil, birtakım avantajlar sunar. Hava destekli konveyörler, geleneksel konveyörler gibi, tecrübeli bir konveyör mühendisi tarafından tasarlanmalıdır.

**HAVA DESTEKLİ KONVEYÖRLERİN TEMELLERİ**

Hava destekli konveyör, bant ve yükü yükseltmek ve desteklemek için düşük basınçlı hava kullanır. Hava, düşük basınçlı bir santrifüj fanı tarafından sağlanır ve konveyör bandının altındaki oluk şeklindeki bir tavadan salınır (**Şekil 23.3**). Konveyör boyunca—hava taşıyan oda (plenum) ve bant arasında—tavanın merkezinde açılmış bir dizi delik, blower tarafından tavadaki deliklerden verilen havanın, yüklü bantı kaldırmasını ve desteklemesini sağlar (**Şekil 23.4**). Oluklaştırılmış bantın kenarları bir basınç regülatörü vazifesi görerek, yükü kaldırmak için gerekli basıncı otomatik olarak dengeler. Hava, konveyörün taşıyıcı tarafındaki çoğu makaraya duyulan ihtiyacı ortadan kaldırır; geleneksel dönüş makaraları bantın dönüş yolu için kullanılabilir. Oluk makaraları bulunmadığında, genellikle döner bileşenlerin değiştirilmesi için ayrılmış bütçeler ve bu değişimi gerçekleştirmek için gerekli bakım işçiliği azalır.

Plenum tavanının altından geçer. Tava, plenumun üstü olarak, bantın oluşu için şekli sağlar. En yaygın oluk açılırları 30 ve 35 derecedir. Plenum, geleneksel konveyör yapısı kirişlerine oturan bir kutu veya V şekli olabilir (**Şekil 23.5**). Bu plenumlar, montajı basitleştirmek için modüler olabilir (**Şekil 23.6**).

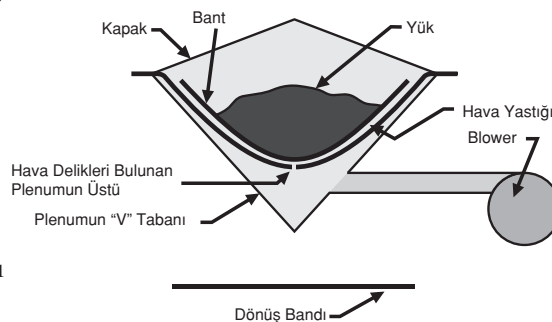
Hava destekli konveyör, konveyör bandını desteklemek için yaklaşık 1 ila 2 milimetre

**Şekil 23.2**

Tamamen kapalı, hava şartlarına dayanıklı, hava destekli bir konveyör, malzeme ayrışmasını, döküntüyü ve tozu en aza indirecektir.

**Şekil 23.3**

Hava destekli konveyör, bant ve yükü yükseltmek ve desteklemek için bir hava akımı kullanır.

**Şekil 23.4**

Konveyör boyunca, (plenum) ve bant arasında, tavanın merkezinde açılmış delikler, blower tarafından verilen havanın, yüklü bantı kaldırmasını ve desteklemesini sağlar.

**Şekil 23.5**

Plenum, geleneksel konveyör yapısı kirişlerine oturan bir kutu veya V şekli olabilir.

**Şekil 23.6**

Hava destekli bir konveyörün plenumlarının yapısı, montajı basitleştirmek için modüler olabilir.

**Şekil 23.7**

180 metrenin (600 fit) altında uzunluğa sahip tipik bir hava destekli konveyör, tek bir santrifüj fan gerektirir.

**Şekil 23.8**

Bir tesis, fan arızası durumunda konveyörün çalışmaya devam etmesini sağlamak için fazladan veya yedek bir fan monte edilmesini isteyebilir.



(0.04 ila 0.08 inç) kalınlığında ince bir düşük basınçlı hava tabakası kullandığından, hava tüketimi düşüktür. Tüketim genellikle, bant uzunluğunun metresi başına dakikada 180 ila 270 litredir (2 ila 3 ft<sup>3</sup>/dk/ft). Hava tabakası, 5 ila 7 kilopaskal (0.7 ila 1.0 lb<sub>f</sub> / inç<sup>2</sup> veya su terazisinde 20 ila 30 inç) hava basıncı sağlayan bir blower tarafından oluşturur.

Hava tabakasının hızı ve basıncı, malzemenin bant ve tava arasında birikmesinin önlenmesine yardımcı olacak yeterlidir, fakat ek tozun oluşmayacağı kadar da düşüktür.

## SİSTEM BİLEŞENLERİ

### Plenum

Fandan gelen havanın içinden geçtiği plenum, konveyör uygulaması için gerekli bant tertibatına uygun şekilde boyutlandırılmış plastik veya galvaniz (veya paslanmaz) çelik oluklardan oluşturulabilir.

Plenum pürüzsüz olmalı, profil veya yüzeyinde düzensizlik olmamalıdır. Plenum kısımları, modüler ünitelerin her bir bağlantısında hizalı ve sızdırmazlığı sağlanmış olmalıdır. Yapı, plenumların arasındaki sızdırmazlığın bütünlüğünü korumak için, çeşitli yük ve hava şartları altında sapmayı en aza indirecek şekilde tasarlanmalıdır.

### Hava Kaynağı

Bandı desteklemek için hava bir veya daha fazla santrifüj fan tarafından sağlanır (Şekil 23.7). 180 metrenin (600 ft) altındaki tipik bir konveyör için tek bir fan gerekir, bununla birlikte, fan arızası durumunda konveyörün çalışmaya devam etmesini sağlamak için, tesis fazladan veya yedek bir ünitenin monte edilmesini isteyebilir (Şekil 23.8).

Bandı destekleyecek hava kaynağının, söz konusu konveyör için tüm yüklem şartlarıyla başa çıkacak yeterlilikte olması önemlidir. Gerekli blower sayısı, konveyörün uzunluğuna ve bandın genişliğine göre değişir. Uzun konveyörler için, hacim

ve statik basınç kaybını önlemek amacıyla birden fazla hava kaynağı gerekebilir. Hava hacmi minimumdur, çünkü bandı yükseltmek için gerekli hava tabakasının kalınlığı yalnızca 1 ila 2 milimetredir (0.04 ila 0.08 inç).

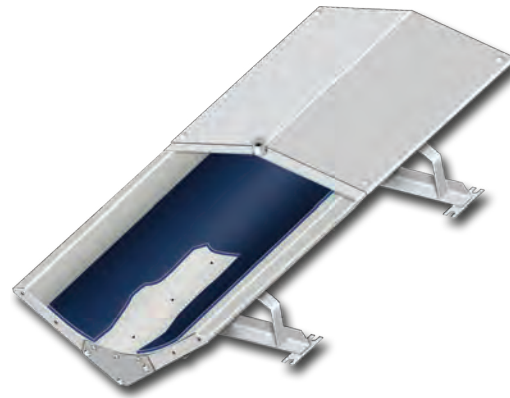
Gereken santrifüj fanın büyüklüğü, bandın genişliğine ve konveyörün uzunluğuna bağlıdır; yaygın fan büyüklükleri 2,5 ila 12 kilovat (3 ila 15 bg) arasında değişir (**Tablo 23.1**). Belirtildiği şekilde doğrudan tahrikli fanlar, verimi artırır ve mekanik kaplinlerden kaynaklanabilecek bakım problemlerini azaltır. Tahıl veya kömür taşıma gibi tehlikeli iş durumlarında, kıvılcım çıkarmaz uçlar ve tehlikeli iş motorlarının kullanılması istenmelidir.

Tavanın merkezindeki aralıklı delikler, havanın bandı yükseltmesine izin verir (**Şekil 23.9**). Tavadaki deliklerin büyüklüğü ve aralığı uygun çalışma için kritik önem taşır, çünkü bant ve plenum/tava arasındaki arayüzde statik basıncı ve hacmi doğrudan etkilerler.

En iyi sonuçları almak için, hava kaynak(lar)ı, sistemin ortasına (konveyörün başı ve kuyruğundan eşit mesafeye) yerleştirilmelidir; eğer bir veya daha fazla fan varsa,

bunlar birbirinden ve konveyörün başından ve kuyruğundan eşit mesafeye yerleştirilmelidir.

Fan, genellikle konveyörün baş kısmına, kablo borusu ve işçilik maliyetlerinden tasarruf etmek için elektrik kaynağının yakınına yerleştirilen bir basınç anahtarıyla kontrol edilir. Fan konveyöre kilitlenmiştir; bu nedenle tahrik başlamadan önce fanın çalışması gerekir. Konveyörün normal başlatma prosedürü, ilk önce fanı başlatmak ve tahrik motorunu çalıştırmadan önce gerekli basınca ulaşmasına izin vermektir. Eğer fan çalışmaz veya gerekli basınca ulaşmazsa, basınç anahtarı düşük hava basıncını algılayacak ve konveyör çalışmayacaktır. Fan içine giren hava, temiz bir hava kaynağın-



**Şekil 23.9**

Tavanın merkezindeki aralıklı delikler, havanın bandı yükseltmesine izin verir. Düzgün çalışma için tavadaki deliklerin büyüklüğü ve aralığı kritik önem taşır.

Hava Destekli Bantlı Konveyörlerle Kullanılan Santrifüj Fanların Tipik Boyutları				
Bant Genişliği	Konveyör Uzunluğu			
mm (inç)	45 m'ye kadar (150 ft)	45-90 m (150-300 ft)	90-140 m (300-450 ft)	140-185 m (450-600 ft)
500-650 (24)	Fan Boyutu A	Fan Boyutu B	Fan Boyutu C	Fan Boyutu D
650-800 (30)	Fan Boyutu A	Fan Boyutu B	Fan Boyutu C	Fan Boyutu D
800-1000 (36)	Fan Boyutu A	Fan Boyutu B	Fan Boyutu C	Fan Boyutu D
1000-1200 (42)	Fan Boyutu A	Fan Boyutu B	Fan Boyutu C	Fan Boyutu D
1200-1400 (48)	Fan Boyutu A	Fan Boyutu B	Fan Boyutu C	Fan Boyutu D
1400-1600 (54)	Fan Boyutu A	Fan Boyutu B	Fan Boyutu C	Fan Boyutu D
1600-1800 (60)	Fan Boyutu B	Fan Boyutu C	Fan Boyutu D	Fan Boyutu D
1800-2000 (72)	Fan Boyutu B	Fan Boyutu C	Fan Boyutu D	Fan Boyutu D
Fan Boyutu	Güç Çıkışı			
Fan Boyutu A	2,5 kW (3 bg)			
Fan Boyutu B	6 kW (7.5 bg)			
Fan Boyutu C	7,5 kW (10 bg)			
Fan Boyutu D	12 kW (15 bg)			

**Tablo 23.1**

Metrik ölçüler ve fan boyutu derecelendirmeleri, İngiliz birimlerinde verilen teknik özelliklerin dönüşümleridir.

Fan boyutu, yalnızca (bandı yükseltmek ve sürtünmeyi azaltmak için hava sağlayan) santrifüj fanın büyüklüğünü temsil eder. Konveyörün tahrik gücünü İÇERMEZ.

dan olmalı ve fan ve tavada toz birikmesini azaltmak için filtrelenmelidir. Bazı durumlarda, bandın tavaya yapışmasını veya ince tanelerin tavadaki delikleri tıkamasına neden olabilecek yoğunlaşmayı önlemek için hava ısıtılmalıdır.

### Geleneksel veya Hava Destekli Dönüş Yolu

Hava destekli bir konveyörün dönüş yolu da hava destekli olabilir (**Şekil 23.10**) veya geleneksel dönüş makaralarına sahip olabilir (**Şekil 23.11**).

Dönüş yolunda makaralar olmadığında, tamamen hava destekli bir konveyörün bakım maliyetleri düşer. Aslında, bu sistem, minimum bakım gereksinimleri nedeniyle konveyör boyunca yürüme yollarının ortadan kaldırılmasına izin verebilir. Hava destekli bir dönüş yolunun üzeri tamamen kapalı ve bant yalnızca konveyörün başında ve kuyruğunda görülür olduğundan, daha temiz bir sistem sağlayabilir.

**Şekil 23.10**

Hava destekli bir bantlı konveyör, hava destekli bir dönüş yolu içerebilir.



**Şekil 23.11**

Hava destekli konveyörün dönüş yolunda geleneksel dönüş makaraları bulunabilir.



Optimum bant sıyırıcısı performansının korunamadığı uygulamalarda, makaralı dönüş sistemleri tercih edilebilir, çünkü kaçak malzeme, hava destekli dönüş yolunun işlemlerine müdahale edebilir. Dönüş makaraları konveyörün altındaki braketlere asılabilir veya hava destekli plenumun altındaki yapının içine yerleştirilebilir. Tipik bir dönüş yolunda makaralar, her 3 metrede (10 ft) bir monte edilecektir.

Bir hava destekli konveyörün dönüş yolunun üzerinin kapatılması, yalnızca kirlenme kritik bir problem olduğunda önerilir. Kapalı bir dönüş yolu, taşıyıcı taraf kadar çok enerji kullanabilir ve muhafazanın maliyeti, çoğu zaman sunacağı herhangi bir faydadan fazla olur. Ayrıca, dönüş yolu odasında toz ve ince tanelerin birikmesi problemi de bulunmaktadır. Genellikle, iyi bir bant temizleme sistemi monte etmek ve bakımını yapmak daha ekonomiktir. Hava destekli bir dönüş yolunda, bant, merkezden kaldırılmak ister ve eğer bant uygun sertlikte değilse kenarlar tavaya dokunur. Dönüş yolu ve taşıma yolu için gerekli hava akışımı ve basıncı bir fanla dengelemek bazen güçtür. Konveyör dönüşünün hava desteği de üretim maliyetini artırır. Etkili bir bant temizleme sisteminin ve ilgili bakımın maliyeti genellikle, dönüş yolunu kapatmanın doğurduğu ek maliyetten çok daha azdır.

### Hava Destekli Konveyörler için Destek Yapısı

Geleneksel kirişli veya takviye iskeletli konveyörlerle karşılaştırıldığında, hava destekli konveyörler, hava destekli sistemin plenum/tavalarının yapısal mukavemeti sayesinde, daha az yapıyla daha uzun mesafelere uzatılabilirler. (**Şekil 23.12**). Bu, konveyör sistemine yapılan sermaye yatırımı azaltma faydası sağlar.

Geleneksel bir konveyörde, örneğin yaklaşık her 15 metrede (50 ft) bir destek ayağı gerekir. Bir hava destekli konveyör, plenumlarının mukavemeti sayesinde, daha az destek ayağı gerektirerek beton kolonlar ve yapısal çeliğe yapılan yatırımı azaltır. Bunun bir örneği, Almanya, Emden yakınında Kuzey Denizine yakın bir artık

kereste yakıtlı elektrik santraline monte edilen hava destekli konveyör sistemidir. Üçgen kiriş sistemiyle tasarlanmış bu hava destekli konveyör, yaklaşık 50 metrelik (160 ft) mesafelere uzanıyor ve konveyörün 167 metrelik (550-ft) uzunluğunu yalnızca iki ara destekle destekliyor. Her bir uygulama, temel ve yapı gereksinimlerini belirlemek için nitelikli mühendisler tarafından gözden geçirilmelidir.

### Geleneksel Bileşenler

Hava destekli konveyörler, standart ağırlıklı konveyör tahrikleri, yükleme ve tahliye şutları ve destek yapıları kullanabilir. Bu, mevcut birçok standart konveyörün hava destekli sistemlere dönüştürülmesine veya bağlanmasına izin verir.

Her ne kadar bir hava destekli konveyör geleneksel konveyör bandı kullanacak olsa da, bant mekanik eklemelerle birleştirilmek yerine vulkanize edilmelidir. Bu, tava ve bant ekinin, sistemin üzerinden geçen mekanik eklemelerle ilişkili metal-metal teması nedeniyle hasar görmesini önleyecektir. Bant ekleri uygun şekilde gömülüp üzerleri bir bant yama kauçuğuyla kapatıldıktan sonra, mekanik bant sabitleme elemanları kullanılabilir.

### Hava Destekli Konveyörü Yükleme

Banttaki düşük sürtünme nedeniyle, özellikle merkezden kaçık yükleme gibi kuvvetlerden kaynaklanan kaçıklık, hava destekli konveyör sistemlerinin baş belasıdır. Bu nedenle, yükün uygun şekilde yerleştirilmesi, bir hava destekli konveyörün başarıyla çalışması için kritik önem taşır. Yük uygun şekilde merkezlenmeli ve mümkün olan en az darbeye yerleştirilmelidir. Malzemeyi uygun hız ve yönde bandın üzerine nazikçe yerleştirmek için bir saptırma şutu aracılığıyla yükleme yapmak gerekebilir. Birçok açıdan, hava destekli konveyörler, “davlumbaz ve saptırma şutuna” sahip tasarlanmış akış transferleriyle kullanım için idealdir (**Şekil 23.13**). (Bkz. 22. Bölüm: *Tasarlanmış Akış Şutları*)

Yükün bir hava destekli konveyöre aktarılmasını düzenlemek için, bazen besleyi-

ciler ve akışı kontrol eden kapaklar, yükü merkezleyen bir saptırma şutuyla birlikte kullanılır. Bu kapaklar, hava destekli konveyöre tutarlı bir yük aktarımına yardımcı olur ve malzemenin bir alanda yığılmasını önler. Malzemenin banda düzenlenmiş bir şekilde aktarımı, sistemin düzgün çalışmasını engelleyen “kıtık ve bolluk” benzeri şartları ortadan kaldırır.

Hava destekli konveyörün yüklü değilken çalıştırılması önerilmez. Bantta hiçbir yük olmadığında, bandın altındaki hava boşluğu artar ve kullanılan hava hacmini artırır. Basınç düşse de, hacim, basınca kıyasla tüketilen güçte daha fazla artışa neden olur.

Hava destekli konveyörler, Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliğinin (CEMA) yayımı olan CEMA STANDARDI 575-2000 *Darbe Kızağı/Yatağı* Standardında verilen hafif iş darbe derecelendirmelerinin üzerindeki yük darbelerine maruz bırakılmamalıdır. Yüksek darbeli yükleme şartlarına bir çözüm, yükleme bölgesinde darbenin etkisini azaltmak için (darbe yatakları ve darbe makaraları gibi) geleneksel transfer



**Şekil 23.12**

Bir üçgen şasi sistemi kullanıldığında, bu hava destekli konveyör, sistemin 167-metrelik (550-ft) uzunluğunu desteklemek için, yalnızca iki ara desteğe ihtiyaç duyar; bir geleneksel konveyörün ihtiyaç duyacağından çok daha az.



**Şekil 23.13**

Yükün uygun şekilde yerleştirilmesi, bir hava destekli konveyörün başarıyla çalışması için kritik önem taşır; bu da “davlumbaz ve saptırma şutuna” sahip tasarlanmış akış şutlarını hava destekli sistemler için ideal kılar.

noktası bileşenleri kullanmak ve daha sonra yükselme bölgesinin dışında hava destekli sisteme geçmektir. Geleneksel konveyörün parçaları, kantar gibi aksesuarların kullanımına izin vermek için hava destekli konveyör sistemlerine kolaylıkla eklenebilir. Yükü bu karma sistemlerin hava destekli kısmında uygun şekilde merkezlemek hala önemlidir.

## HAVA DESTEKLİ SİSTEMLERİN AVANTAJLARI

### Düzgün Bir Yolculuğun Faydası

Yük bölgelerindeki geleneksel bant destek sistemleri, birbirine mümkün olduğunca yakın yerleştirilen standart veya darbe makaralarından (rulolarından) oluşur. Bununla birlikte, en iyi kurulumlarda dahi, oluk makaraları mükemmel olmayan bir bant hattı sağlar. Malzeme, lunaparktaki hız trenine benzer bir yol izler (**Şekil 23.14**). Bant, makaralardan geçerken yukarı veya aşağı hareket eder. Bu yukarı aşağı hareket malzemeyi çalkalar, bazı parçacıkların asılı hale gelmesine, malzemenin büyüklüğe göre ayrışmasına veya bir kısım malzemenin, banttın dökülebileceği bandın dış taraflarına itilmesine neden olur.

Eğer rulolar 225 milimetre (9 inç) aralıksa, bant ruloların arasında yine sarkabilir ve toz ve döküntünün banttın kaçmasına neden olabilir. Ayrıca, bu sarkma, bant ve yükleme tekneleri veya aşınma astarlarının-

daki dikey çelik arasında sıkıştırma noktaları oluşturur.

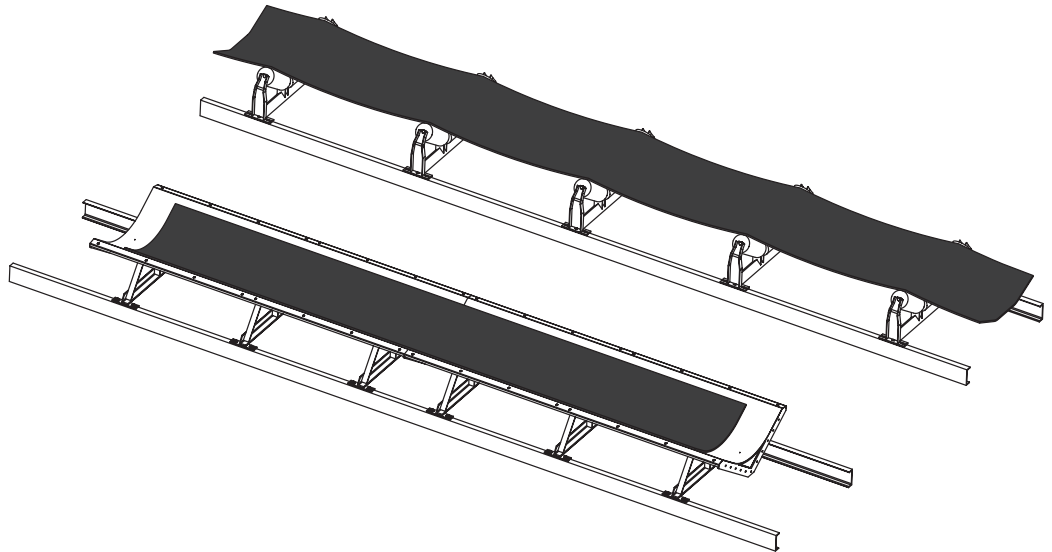
Bu sıkışma noktaları, malzemeyi yakalayabilir ve daha sonra bant yüzeyini aşındırabilir. Birçok durumda, bant hasarı için sızdırmazlık sistemi suçlanır, oysa bu aşınmaya gerçekte neden olan malzeme sıkışmasıdır.

Hava destekli konveyörler, bant hattını oluşturmak için rulolar yerine bir tava kullandığından, merkeze yüklemeyle birleştirildiğinde yükleme teknesi ve sızdırmazlık sistemlerinin ortadan kaldırılmasına izin verebilecek pürüzsüz bir yüzey ve düz bir bant hattı sağlarlar. Dengeli bant desteği ve yükleme teknelerinin ortadan kaldırılması, malzemenin sıkışmasına neden olan sıkışma noktalarının oluşmasını önler.

Dik bir eğime sahip konveyörlerde, bandın makaralar üzerinden hareketi, malzemeyi, bant eğimden yukarı ilerlerken, malzeme topaklarının konveyörün üstüne geri yuvarlanmasına neden olacak kadar rahatsız edebilir. Hava destekli konveyör, dengeli yoluyla, geleneksel bir konveyörde ruloların üzerinden geçerken meydana gelen yükün rahatsız edilmesini ortadan kaldırır. Bu düzgün yol, hava destekli konveyörlerin makaralı konveyörlerden daha dik bir açıda çalışmasına izin verecektir. Bu fayda, konveyörde geri yuvarlanma eğilimine sahip dökme malzemeler taşıyan işlet-

### Şekil 23.14

Geleneksel konveyörün makaraları mükemmel olmayan bir bant hattı oluşturur, bu nedenle bant "hız trenininkine" benzer bir yol izler. Hava destekli konveyör, bant ve yük için düzgün, dengeli bir yolculuk sağlayan oluklu tava kullanır.



melerin çıkarıncadır. Şevde tipik bir kazanım üç derecedir. Açıldaki bu artış, konveyörün genel uzunluğunun azaltılmasını sağlayarak, bir makaralı konveyöre kıyasla kurulu maliyeti düşürür.

## Tozun Zapt Edilmesi

Toz, malzeme akışı hava hareketiyle karıştığında oluşur; buna malzemenin düşüş hızı, mekanik ekipman veya diğer dış etkiler neden olabilir. Malzeme akışından daha

### Hava Destekli Konveyörlerin Faydaları ve Dezavantajları

#### Faydaları

- A. Etkili Toz Kontrolü:** Yükleme alanından baş şuta bir hava destekli sistem kullanıldığında, toplam toz kontrolü başarılıdır.
- B. İyileştirilmiş Bant Merkezleme:** Hava destekli konveyörlerin kendiliğinden merkezleme işlevi vardır.
- C. Dengeli Bant Yolu:** Konveyör boyunca yerleştirilen oluk makaraları, bant hattında, yükün çalkalandığı ve ayrılmaya başladığı; ince tanelerin alta ve büyük parçaların üste çıktığı tepeler ve vadiler oluşturur. Hava destekli konveyör, yük için, daha az döküntü, ayrışma ve malzeme bozunumu olan düzgün bir yolculuk sunar.
- D. Daha Düşük İşletme Maliyeti:** Yatay konveyörlerde, hava destekli konveyörler yüzde 30'a kadar daha az enerji kullanabilir; eğimli konveyörlerde, enerji tasarrufu yüzde 5'e kadardır.
- E. Azaltılmış Bakım Gideri:** Taşıyıcı tarafta makaralar bulunmadığından, değiştirilecek rulo ve makara yağlama ihtiyacı yoktur.
- F. Toz Baskısı Sızdırmazlığının Olmaması:** Şut duvarı/aşınma astarı, yüklenen malzeme zapt edecek bir bariyer oluşturduğundan, yükleme alanında yan kenar gerekli değildir.
- G. Donanım İyileştirmesine Uygunluk:** Yeni tasarımlar, hava destekli konveyörlerin mevcut (geleneksel konveyör) giriş ve destek sistemlerine monte edilmesine izin vermektedir. Hava destekli ve geleneksel makaralı parçalar tek bir konveyörde karıştırılarak, yükleme bölgeleri, merkezleme makaraları, bant tartıları veya diğer gereksinimler karşılanabilir.
- H. İyileştirilmiş Ürün Durumu:** Hava destekli bir konveyör yüke nazik davranır. Makaraların üzerinden inişli çıkışlı "hız treni" yolculuğu yoktur, bu nedenle malzeme ayrışması, ürün bozunumu ve kırılması olmaz. Konveyör tamamen kapalı olduğundan, taşınan malzeme kirlenmez.
- I. İzin Verilen Daha Büyük Eğimler:** Yük çalkalanmasını ortadan kaldırdığından, hava destekli konveyörler, dökme malzemenin özelliklerine bağlı olarak daha dik eğimlere izin verebilir.
- J. Yürüme Yollarından Tasarruf:** Oluk makaralarını ortadan kaldırıp, dolayısıyla rutin yağlama ve konveyör bakımını azaltarak, hava destekli konveyörler yürüme yollarının çıkarılmasına izin verebilir.
- K. Gelişmiş Güvenlik:** Sistem işçiler için risk taşıyan daha az hareketli parçaya sahiptir.

#### Dezavantajları

- A. Tasarlanmış Bant Temizleme Sistemlerinin Gerekmesi:** Hava destekli konveyörler, geri taşınan malzemenin kontrol edilmesini sağlamak için agresif bant temizleme sistemleri gerektirir. Plenum alanına girmesine izin verildiğinde, geri taşınan malzeme hava besleme deliklerini de tıkaabilir.
- B. Merkezlemenin Malzeme Birikmesinden Etkilenmesi:** Bant merkezlemesi, sistem bileşenlerinde kaçak malzeme birikmesinden etkilenebilir.
- C. Merkeze Yükleme Gerekmesi:** Hava destekli sistemde merkeze yükleme yapılmalıdır, aksi takdirde bant merkezden kaçacaktır. Hava destekli sisteme hiçbir bant merkezleme cihazı monte edilemez.
- D. Dengeli Akış Gerekmesi:** Ani malzeme dalgaları önlenmelidir, çünkü sistem tamamen kapalıdır ve tıkanma ve sistem kapanması meydana gelebilir.
- E. Darbeli Yüklemedeki Sınırlamalar:** Yükleme bölgesinde darbe en aza indirilmelidir, aksi takdirde plenumda hasar oluşacaktır.
- F. Daha Yüksek İlk Yatırım:** İlk maliyet, geleneksel konveyör sisteminde olduğundan daha yüksektir.
- G. Gözlem için Azaltılmış Erişim:** Konveyör tamamen kapalı olduğundan, yükü veya sistemin içini muayene etmek zordur.
- H. Ağır İş Uygulamalarına Uygun Olmama:** Sistem, ağır hizmet uygulamaları için uygun olmayabilir.
- I. Tasarım veya Montajda Düşük Hata Toleransı:** Montajın başarısı bant yoluna ve plenum/tavalar arasındaki ek yerlerine bağlı olabilir.

yüksek hızlarda geçen hava, daha büyük miktarlarda toz sürükleyebilir. İyi tasarlanmış ve uygun şekilde monte edilmiş hava destekli konveyör, oluşan tozun ortama atılmasını önleyebilecek tamamen kapalı bir taşıma sistemine sahiptir (**Şekil 23.15**). Hava destekli konveyörler genellikle, benzer geleneksel konveyörler ve transfer noktalarına kıyasla, eklenebilir toplayıcı gibi daha küçük bir toz toplama sistemine ihtiyaç duyar (**Şekil 23.16**).

Geleneksel konveyör bantlarının oluk tarafına monte edilen “saptırma şutu tipi” konveyör kapakları, rüzgarın malzemeyi

banttan savurmasını önlemeyecektir, fakat birçok durumda, konveyörün dönüş tarafından hızla esen rüzgar nedeniyle, hava hızı artacaktır.

İyi tasarlanmış bir hava destekli sistem, taşıyıcı tarafında tamamen kapalıdır; bu nedenle, malzemeyi “kabartacak” veya onu banttın savuracak hiçbir dış etki yoktur.

Hava destekli konveyör sistemi tarafından oluşturulan muhafazanın uzunluğu arttırdığından, asılı toz “çökmek” ve banttaki malzeme yatağına geri dönmek için daha fazla zaman kazanır. Sonuç olarak, hava destekli konveyörler, toz kömür veya tahıl dahil yangın veya patlama tehlikeleri arz eden malzemeleri taşımak için çok uygundur.

Toz kontrolünü iyileştirmek için, bazı işletmeler, bantın hem üst hem alt kenarında hem de ağırlık kulesinde tamamen kapalı hava destekli konveyörler seçer (**Şekil 23.17**). Konveyörün yük taşıyan tarafının tamamen kapatılması, toz toplayıcı sistemlerin performansını artıracaktır, çünkü açık alanı minimuma indirecek ve dışarıdaki havanın toplayıcının girişinden girmesini önleyecektir.

**Şekil 23.15**

*İyi tasarlanmış ve uygun şekilde monte edilmiş bir hava destekli bantlı konveyör, toz kaçışını sınırlandırmak için taşıyıcı tarafında tamamen kapalıdır.*



**Şekil 23.16**

*Asılı tozun kaçmasını önlemek için bir hava destekli konveyörle birlikte bir eklenebilir toz toplayıcı kullanılabilir.*



**Şekil 23.17**

*Bu çimento tesisinin hava destekli konveyörü, kaçak malzemenin tamamıyla zapt edilmesi için tamamen kapalı bir yerçekimiyle gerdirme cihazı içeriyor.*



## UYGULAMALAR VE MONTAJ

### Hava Destekli Konveyörler için İdeal Uygulamalar

Hava destekli taşımının en avantajlı yatırım getirisini sağlayacağı uygulama, yükün havada kolaylıkla sürüklenebilecek hafif bir malzeme olduğu uygulamadır. Bu malzemeler arasında, zemin çimentosu, toz kömür, taş, ağaç kabuğu yakıtı ve tahıl bulunur.

Hava destekli sistem, malzemenin kendisine maruziyete dair güvenlik kaygıları bulunduğu veya herhangi bir döküntü veya tozun çevresel bir tehlike arz ettiği durumlarda daha da avantajlıdır. Tamamen kapalı olmaları nedeniyle, hava destekli konveyörler, toz kömür veya tahıl dahil, yangın veya patlama tehlikeleri arz eden tozlu malzemeleri taşımak için çok uygundur.



## Hava Destekli Konveyörler için Uygun Olmayan Uygulamalar

Yalnızca standart bir konveyörden hava destekli bir konveyör sistemine geçmek, önceden mevcut problemleri ortadan kaldırmayacaktır. Hava destekli konveyörler çok çeşitli endüstriyel ortamlarda başarıyla monte edilmiş ve çalıştırılmış olmasına rağmen, bu ekipmanın önerilmediği belirli uygulamalar vardır:

### A. Yüksek darbe derecesi

Yükleme bölgesinde yüksek bir darbe derecesi bulunan durumlar, hava destekli taşımaya müsait değildir.

### B. Tıkanmaya yatkın

Malzeme ve şutun tıkanmaya yatkın olduğu uygulamalar, hava destekli konveyörler için iyi uygulamalar değildir.

### C. Güç devresinin atması

Eğer, operatörler geleneksel bir sistemi fazla yüklediği için konveyör güç devresi atıyorsa, operatörler hava destekli sistemi aşırı yüklediğinde de muhtemelen “atacağı”.

### D. Önemli kafa yükü basıncı

Bir besleme bunkerini veya tamamen yüklü bir şutun altı gibi, önemli kafa yükü basıncının bulunduğu uygulamalar hava destekli taşımaya uygun değildir.

### E. Yüklemeye noktasında ağır yük

Hava destekli konveyörler 975 kilogram/metrekare (200 lb<sub>m</sub>/ft<sup>2</sup>) kaldıracabilir. Eğer bandın yüklemeye noktasındaki yük bu miktarı aşarsa, makaraları olan geleneksel bir konveyör uygulama için daha uygun olabilir.

### F. Büyük topaklar

125 milimetreden (5 inç) büyük rastgele topaklar içeren malzemenin hava destekli taşımaya uygun olması için, önemli bir kısmının ince tanelerden oluşması gerekir.

### G. Bakım eksikliği veya yapışkan malzemeler

Bant sıyrıcısı ve fan filtresine bakım yapılmadığında veya yapışkan malzemeler bulunduğunda plenum ve tavadaki delikler tıkanabilir.

### H. Dar eğriler

Dar yatay veya dışbükey dikey eğrilerin olduğu montajlar genellikle hava destekli konveyörler için iyi uygulamalar değildir. Dışbükey eğriler, eğik kısımda geleneksel makaraların kullanılmasıyla mümkündür.

## Hava Destekli Konveyör Montajı

Hava destekli konveyörün yeni bir yapı veya bir iyileştirme olmasına bakılmaksızın, montaj, etkin çalışmayı garanti etmek için bazı özel detaylar ve yüksek seviyede işçilik gerektirecektir. Plenumun yerleştirilmesi sırasında, kısımları kaldırarak yerine yerleştirmek için ağır ekipman veya vinçler gerekebilir. Plenumların dikkatle hizalanması ve kısımların tabanından hava geçişinin, hava kaçacağını önlemek için (kalafat veya conta malzemeleriyle) sıkıca kapatılması gerekir. Yükseltilmiş herhangi bir kenarın bant kaplamasını traşlamasını önlemek için tava kenarlarının tam olarak hizalanması gerekir.

## İyileştirme ve Yeni Yapı

Hava destekli konveyörlerin modüler yapısı, onları, iyileştirme uygulamaları için uygun kılar. Tasarımları CEMA veya Uluslararası Standartlaştırma Örgütü'nün (ISO) mevcut makara profillerine uyduğundan, hava destekli konveyörler mevcut konveyör sistemlerine kolaylıkla dahil edilebilir (**Şekil 23.18**). Plenumlar mevcut girişlerin üstüne monte edilebilir. Bu, hava destekli



**Şekil 23.18**

Tasarımları CEMA veya ISO'nun mevcut makara profillerine uyduğundan, hava destekli kısımlar, mevcut konveyör sistemlerine kolaylıkla dahil edilebilir.

konveyörlerin mevcut bir sistemin iyileştirilmesi için kullanılabilmesine ve hava destekli konveyörlerin CEMA veya ISO standartlarına uyumu, sistemlerin mevcut bantlı konveyör sistemi kısımlarını yükseltmekte kullanılmasına izin verir. Tüm konveyörü kapatmadan, her defasında bir kısmı monte ederek, mevcut bir konveyörü hava destekli sisteme dönüştürmek mümkündür. Fan tamamlanan montaj için boyutlandırılır ve hava akışı, monte edilen kısımların sayısına uyması için bir damperle ayarlanır.

Gelişmemiş bölge projeleri (yeni yapı) için, hava destekli konveyör plenumları konveyör destek yapısına entegre edilebilir.

### SİSTEM BAKIMI

Bir hava destekli konveyörde makaralar tamamen (veya neredeyse tamamen) ortadan kaldırıldığında, sistemin sürekliliğini sağlamak için gerekli olan hem döner bileşenleri değiştirme hem de işçilik adam-saat giderleri önemli oranda azaltılır.

Azaltılmış bakım ve bileşenleri değiştirme giderleri için başka bir fırsat da, yükleme teknesi sızdırmazlığı sisteminin ortadan kaldırılmasıdır. Hava destekli konveyörler, sahip oldukları dengeli bant yoluyla, aşınma astarlarının banda çok yakın yerleştirilmesine izin verecektir. Bu, bir yükleme

teknesi sızdırmazlığı sistemine duyulan ihtiyacı ortadan kaldırabilir veya en azından, gerekli sistem uzunluğunu azaltabilir.

Hava destekli konveyördeki bant temizleme sisteminin, kaçak malzemeyi ortadan kaldıracak optimum bir seviyede işlemesi zaruridir. Malzeme artığının dönüş plenumunda birikmesini veya tavadaki hava deliklerini tıkanmasını önlemek için, hava destekli bir dönüş yoluna sahip sistemde etkili bant temizliği çok daha önemlidir.

Eğer hava delikleri tıkanır, tazyikli hava püskürtülerek veya en kötü durumda, yeniden delinerek açılabilir. Aşırı durumlarda, bant ve plenum matkapla delinerek ve daha sonra banttaki delikler elastomer bir yamayla kapatılarak, bantta yeni plenum delikleri açılabilir.

Fan çıkışını korumak için hava giriş filtresine düzenli bakım yapılması gerekir.

### TİPİK ÖZELLİKLER

#### A. Tasarım

Dökme malzeme taşıma sistemi, bir hava destekli konveyör sistemi içerecektir. Bu hava destekli bantlı konveyör, deneyimli bir konveyör mühendisi tarafından tasarlanacak ve CEMA standartlarına uygun şekilde yapılacaktır.



### GÜVENLİK HUSUSLARI

Geleneksel bir konveyör sistemindeki her döner bileşen, yalnızca bir bakım kaygısı olmayıp aynı zamanda bir güvenlik meselesi olduğundan, daha az hareketli parçaya sahip hava destekli konveyörleri çalıştırmak ve bakımlarını yapmak doğaları gereği daha güvenlidir. Kapalı konveyör aynı zamanda tesis personeli için daha az risk taşır, çünkü hareketli konveyör bandına dolanma veya döner bileşenlere sıkışma tehlikesi daha azdır.

Bununla birlikte, hala korunması gereken kısırtma noktaları vardır.

Hava destekli konveyörlerde uygun kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürleri izlenmelidir.

Hava destekli konveyörler geleneksel konveyörlerden daha az gürültülü olabilir, çünkü bant üzerlerinden geçtiğinde gürültü çıkaran daha az döner bileşen (makaralar ve rulmanlar) vardır. Genellikle 75 ila 85 desibel arasında çalışan fan, sistemin en gürültülü parçasıdır; hava destekli konveyör çok sessiz 60 desibelde çalışır.

**B. Hava desteği**

Bu konveyör, taşıyıcı tarafta makaralara ihtiyaç olmadan bandı ve yükü desteklemek için konveyör bandının altında oluk şeklinde bir tavadan salınan bir hava tabakası veya akımı kullanacaktır. Hava, düşük basınçlı bir santrifüj fanı tarafından sağlanacaktır.

**C. Makaralar**

Bandın geçişleri ve dönüş yolu için geleneksel makaralar kullanılacaktır.

**D. Plenum**

Hava destekli konveyör, konveyör boyunca hava hareketini sağlamak için "V" şeklinde bir plenum kullanacaktır. Tava, bant hattını bozmadan bandı 30° veya 35° açıyla oluklaştıracaktır.

**E. İyileştirme uygulamaları**

Plenumun yapısal bütünlüğü, mevcut konveyör yapısının değiştirilmesini/ye-niden tasarlanmasını/güçlendirilmesini gerektirmeden iyileştirme uygulamalarında kullanılmasına izin verecektir.

**F. Kapalı taşıyıcı taraf**

Galvanizli yumuşak (veya paslanmaz) çelikten yapılan bu hava destekli konveyör düzeni, kaçak malzemenin çıkmasını önlemek için bandın taşıyıcı tarafında tamamen kapalı olacaktır. Montajı basitleştirmek için yapı modüler olacaktır.

**G. Yükleme bölgesi**

Hava destekli bantlı konveyörün yükleme bölgesi, malzemeyi konveyörün üzerine merkezlenmiş yerleştirme ve minimum darbe seviyeleriyle yüklemek için bir tasarlanmış şut sistemi içerecektir. Malzemenin uygun şekilde yerleştirilmesi, malzemenin kauçuk yan kenar olmadan yüklenmesine izin verecektir.

**H. Bant temizleme**

Hava destekli konveyör, uygun bir çok elemanlı bant temizleme sistemi içerecektir. Sistem, malzemenin tahliye yolunun altında baş tamburuna monte edilmiş en az bir üretilen primer sıyrıcı ve tungsten karbür temizleme eleman-

ları içeren bir veya daha fazla sekonder sıyrıcıdan oluşacaktır. Temizleme sistemi, kuyruk tamburunun korunması için kauçuk uçlu bir V sıyrıcı da içerecektir. Malzeme özelliklerine ve çalışma şartlarına göre belirlenen etkili temizliği sürdürmek için ek ve/veya özel sıyrıcılar dahil edilecektir.

**I. İmalat/montaj**

Değişmeyen düzgün bant desteğini sağlamak için, hava destekli konveyör plenumları kesin toleranslarla üretilen ve kısımlar montaj sırasında dikkatle hizalanacaktır.

---

**DOĞRU ŞARTLAR İÇİN DOĞRU KONVEYÖR**

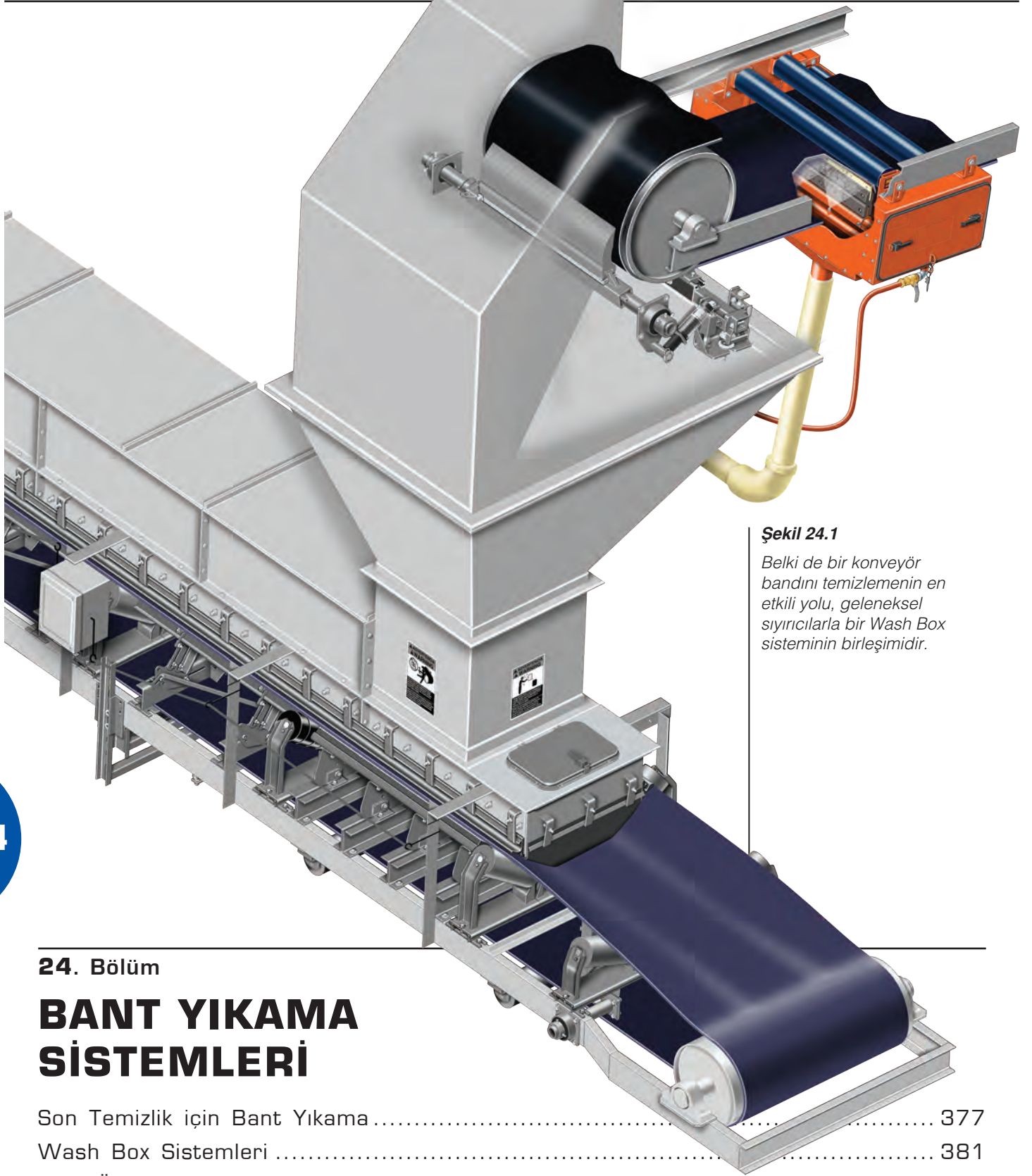

---

**Sonuç olarak...**

Tüm durumlar için uygun olmasalar da, hava destekli bantlı konveyörler, iyileştirilmiş toz ve döküntü kontrolü de dahil, geleneksel konveyörlere kıyasla önemli iyileştirmeler sunar. Başarılı bir hava destekli konveyör sisteminin anahtarı, uygun bant yükleme şartlarını sağlama taahhüdünde bulunmaktır. Yükü merkezleyen saptırma şutlarının montajında yaşanan yüksek darbe veya merkezden kaçık yükleme gibi sorunların üstesinden gelen bir tesis, temiz, verimli, az bakım gerektiren hava destekli taşımanın faydalarından istifade edebilir. Hava destekli bantlı konveyör özellikle tasarlanmış akış yükleme şutlarıyla birlikte monte edildiklerinde faydalıdır.

**İlerideki bölümlerde...**

Modern Konseptler kısmındaki üçüncü bölüm olan Hava Destekli Konveyörler başlıklı bu bölüm, bu konveyörlerin toz ve döküntü kontrolünü nasıl iyileştirebileceğini açıkladı. Bir sonraki bölüm Bant Yıkama Sistemlerine odaklanarak bu kısmı sürdürüyor.



**Şekil 24.1**

*Belki de bir konveyör bandını temizlemenin en etkili yolu, geleneksel sıyrıcılarla bir Wash Box sisteminin birleşimidir.*

24

## 24. Bölüm

# BANT YIKAMA SİSTEMLERİ

Son Temizlik için Bant Yıkama .....	377
Wash Box Sistemleri .....	381
Tipik Özellikler .....	390
Gelişmiş Konular .....	391
Güvenlik Hususları .....	395
Bant Yıkama Sistemlerinin Tasarımı Hakkında.....	395

### Bu bölümde...

Bu bölüm Wash Box sistemlerinin prensiplerini kapsayacak, yıkama sistemlerinin özelliklerinin nasıl belirlendiğini ve nasıl tasarlandıklarını ele alacak ve su taşıma, bant kurutma ve su ve katı maddelerin geri dönüşümü için seçenekleri gözden geçirecektir.

Belki de bir konveyör bandını temizlemenin en etkili yolu, geleneksel sınıyıcılarla bir Wash Box sisteminin birleşimidir (**Şekil 24.1**).

Bant yıkama sistemleri, çevresel konular, düzenleyici hususlar veya diğer konuların yüksek verimli temizliği zorunlu kıldığı durumlarda, artık malzemenin konveyör bantlarından temizlenmesi için ispatlanmış bir yöntemdir. Tipik bant yıkama sistemi veya Wash Box, bandın yük taşıyan genişliğini kapsayan su püskürtme çubukları veya nozüllerinden oluşan bir düzen ve ardından, kazıyıcılardan döner fırçalara kadar uzanan çeşitli bant temizleme cihazları içerecektir. Bunu, baskı rulolarından silecek uçlarına ve basınçlı hava nozüllerine uzanan bir bant kurutma sistemi türü izleyebilir. Ayrıca, sistem, atık maddenin (su ve temizlenen katı maddelerden oluşan sıvı çamur) boşaltılması ve su ve temizlenen malzemenin ayrılması, geri dönüştürülmesi ve/veya imhası için düzenlemeler içermelidir. Sistem aynı zamanda, bir muhafaza, aşırı püskürtmeleri azaltmak için sızdırmazlık bileşenleri, kontroller ve muayene ve bakım için erişim içerecektir (**Şekil 24.2**).

## SON TEMİZLİK İÇİN BANT YIKAMA

### Bant Temizleme Prosesinde Su

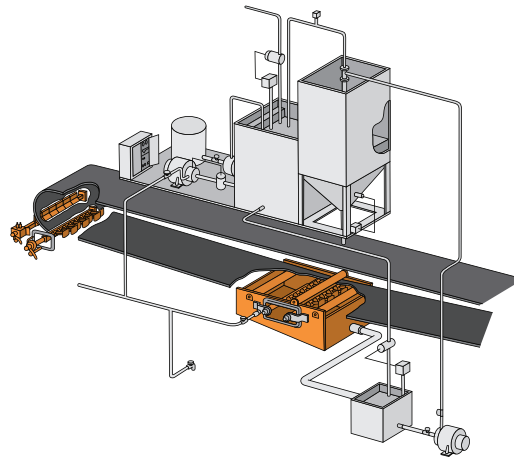
Su, bant temizleme prosesine birkaç şekilde yardım eder. (*Bkz. 14. Bölüm: Bant Temizleme*). Bant temizleme prosesine su eklenmesinin kendine ait dezavantajları vardır, fakat diğer bant yıkama sistemi bileşenleri veya özellikleriyle bunların üstesinden gelinebilir. Uygun tasarımıyla, bir bant yıkama sistemi, konveyör sisteminden geriye taşınan malzeme miktarını dramatik

oranda azaltabilir.

Başlıca endişe, endüstriyel işlemlerde çoğu kez sınırlı olan su kullanımınıdır. Birçok tesisin, tesiste ne kadar su tüketilebileceği veya malzemeye eklenebileceği konusunda sıkı kısıtlamaları vardır.

Diğer işletmelerin, çıkan atık maddeye (katılar/su karışımına) ne yapılması gerektiği hakkında sıkı şartları vardır. Bu durumlarda suyun geri dönüşümü uygulanabilir bir seçenektir. Bazı tesisler, suyun yeniden kullanılabilmesi için ince malzemeleri sudan ayırmak amacıyla bir dinlendirme veya çökme havuzu kullanacaktır. Diğerleri imha için su/katı maddeleri toplayacaktır. Atık madde daha sonra, katı maddeleri temizlemek ve “temiz” suyu yeniden kullanım için sisteme döndürmek için bir su geri dönüşüm sisteminden (veya malzeme ayırma sisteminden) geçirilir. Bu işlemden sonra katı maddeler malzeme taşıma sistemine geri döndürülebilir.

Temizleme prosesine su eklemenin ikinci bir dezavantajı da, suyun kendisinin konveyörde “akış aşağı” problemlere neden olabilmesidir. Su, konveyörün çalışmasında hayati önem taşıyan rulmanları, ruloları ve diğer ekipmanı erken “yaşlandıracaktır”. Bantta kalan küçük miktarlarda artık su dahi problemlere neden olabilir. Suyu yıkama sisteminin içinde tutup konveyör sistemine veya tesise geri taşınmasına izin



**Şekil 24.2**

Tipik bant yıkama sistemi su püskürtme çubukları veya nozülleri, bant temizleme cihazları ve muhtemelen bir bant kurutma sistemi içerir. Sistem aynı zamanda, atık maddenin boşaltılması ve su ve temizlenen malzemenin ayrılması, geri dönüştürülmesi ve/veya imhası için düzenlemeler yanında bir muhafaza, sızdırmazlık bileşenleri, kontroller ve erişim içerir.

vermeyerek bu problemlerin azaltılmasına yardımcı olabilecek bant kurutma yöntemleri geliştirilmiştir

Birçok tesis veya işletme, çoğunlukla suyun dökme malzemelerin akışı üzerindeki etkisine dair sınırlı bir anlayış nedeniyle, herhangi bir noktada malzeme taşıma sistemine su eklemekte isteksiz olacaktır. Her ne kadar dökme malzemenin rutubet içeriğinde bir artışın, malzemenin davranışı üzerinde, diğer proseslere ve taşıma ekipmanına zararlı ciddi bir etkisi olabileceği doğru olsa da, geri taşınan malzemeyi temizlemek için sisteme eklenen suyun miktarı, taşınan toplam yüke oranla çok küçüktür. Geri taşınan malzeme, sisteme bu küçük miktarlardaki suyun eklenmesinden çok daha fazla probleme neden olur.

Konveyör bant(lar)ının bu bölümde ele alınan teknolojinin bir türüyle yıkandığı çoğu örnek, yüksek seviyelerde bant temizleme performansının gerekli olduğu uygulamalardır. Bunlar arasında, geri taşınan malzemenin çevreyi kirletebileceği ve düzenleyici kuruluşlar, komşular ve çevre yöneticileriyle sorunlara yol açabileceği gemi yükleme ve boşaltma sistemleri bulunur. Aynı kaygıların bant yıkama sistemlerinin kullanımına yol açtığı başka bir uygulama, konveyör yolunun açık araziden geçmesinin malzemenin dış ortama kaçmasına neden olabileceği yerüstü konveyörleridir. Bant yıkama sistemleri aynı zamanda, birkaç farklı yük taşımak için kullanılan konveyör sistemlerinde de görülür; çapraz kirlenme potansiyelini ortadan kaldırmak için bant yıkanır.

### Bant Yıkamanın Prensipleri

Bant yıkama sistemlerinin prensipleri, genel olarak bant temizleme sistemlerinin

prensiplerinden çok farklı değildir. Bununla birlikte, yıkama sistemleri teknik olarak daha gelişmiştir ve geleneksel mekanik bant temizleme yöntemlerinden çok daha etkilidir. Su, bir temizleme sisteminin etkisini birkaç açıdan artırır:

- Su dökme, malzemeyi “yumuşatarak” temizlenmesini kolaylaştırır.
- Su, bant sıyrıcısının uçlarını birikmelerden uzak tutarak, sıyırma verimlerini en üst seviyeye çıkarır.
- Su, bant ve temizleme uçları arasında sürtünmeyi azaltır, uç ve bant aşınmasına neden olan kuvvetleri azaltır, bu da uçların hizmet ömrü beklentisini artırarak bakım aralığını uzatır.

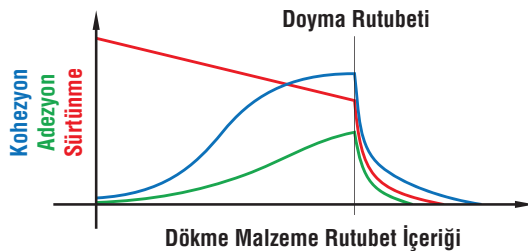
### Dökme Malzemeyi Yumuşatma

Bantla taşıma sırasında, bandın makaralardan geçişi, yükte mevcut ince tanelerin ve rutubetin elenerek aşağı doğru geçmesine ve bant yüzeyinde sıkıştırılmış hale gelmesine neden olacaktır. Bant yıkama sisteminde suyun görevi, dökme malzemeyi yumuşatmak ve iç mukavemetini (kohezyon) ve banda yapışma yeteneğini (adezyon) azaltmaktır. Bu, temizleme elemanlarının, malzemeyi banttan daha etkili şekilde temizlemesini sağlar.

Su eklenmesi genellikle bir dökme malzemenin kohezyon ve adezyonunu maksimum seviyeye çıkaracaktır; bu noktada bu özellikler, ciddi bir şekilde azalır (**Şekil 24.3**). Bu kritik nokta, dökme malzemenin doyma rutubetidir. Dökme malzemenin “birikme” özelliklerinin gücü, onun kohezyon ve adezyon özelliklerine bağlıdır. Bu nedenle, doyma noktasını geçtiğinde, bir dökme malzemenin gücü önemli ölçüde azalacaktır. Bu noktada, malzeme daha çok sıvı çamur haline gelir. Eğer malzeme yeterince “nemlendirilebilirse”, bant ve bant temizleme uçları dahil herhangi bir yüzeyde birikmesi veya yapışması olasılığı çok daha düşüktür. Malzemenin nemlendirilmesi, bant temizleme prosesini yalnızca mekanik kazıma kullanmaktan çok daha etkin kılar.

**Şekil 24.3**

Su eklenmesi bir dökme malzemenin kohezyon ve adezyonunu maksimum seviyeye çıkarır; bu noktada bu özellikler dramatik bir şekilde azalır.



### Uçları Malzeme Birikmesinden Uzak Tutma

Suyun bant temizlemede ikinci bir faydası, temizleme uçlarının ön kenarını malzeme birikmesinden korumasıdır (Şekil 24.4). Geleneksel (“kuru”) bant sıyırıcısı montajlarında, durgun malzemenin bu bölgesi neredeyse kesinlikle sıyırıcı ucunun uç kısmında bir malzeme birikmesine neden olacaktır (Şekil 24.5). “Temizlenmediği” müddetçe, malzeme ya sonunda sıyırıcı uçlarından geçecek ve konveyör sisteminde geri taşınacak ya da büyümeye devam ederek, bant temas eden yüzey alanını artırıp temizleme basıncını azaltarak, daha çok geri taşınan malzemenin sistem içinde taşınmasına neden olacaktır. Malzemenin, bant sıyırıcısı ucunun yüzeyinde bu hareketsiz tabakayı oluşturmasını önlemek için su spreyleri kullanılır (Şekil 24.6).

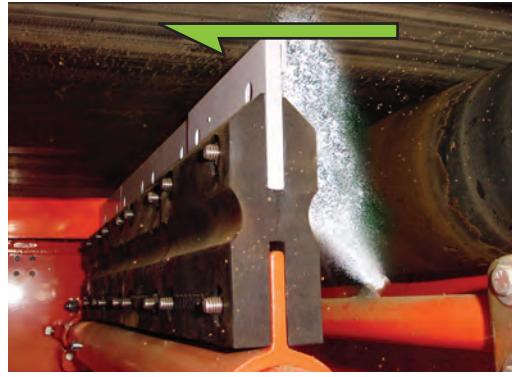
### Uç-Bant Sürtünmesini Azaltma

Su aynı zamanda, sıyırıcı ucunun uç kısmı ve bant yüzeyi arasında bir yağlayıcı vazifesi görerek bant temizleme sisteminin veya bant yıkama istasyonunun performansını da artırır (Şekil 24.7). Bunun birtakım avantajları vardır. Suyun bulunması, bant sıyırıcısı uçlarının ve bandın kendisinin üzerindeki sürüklemeyi ve sürtünme kuvvetlerini azaltır. Bu kuvvetlerin azaltılması, sıyırıcı uçlarının aşınma ömrünü artırır: Daha az sürtünme daha az uç aşınması anlamına gelir.

Başka bir avantaj, bu sürtünme kuvvetlerindeki azalmanın, bant sıyırıcısı uçlarının ucundaki ısı birikmesini de azaltarak, uçların ısı nedeniyle bozulmasını en aza indirmesi, dolayısıyla ömürlerini uzatmasıdır.

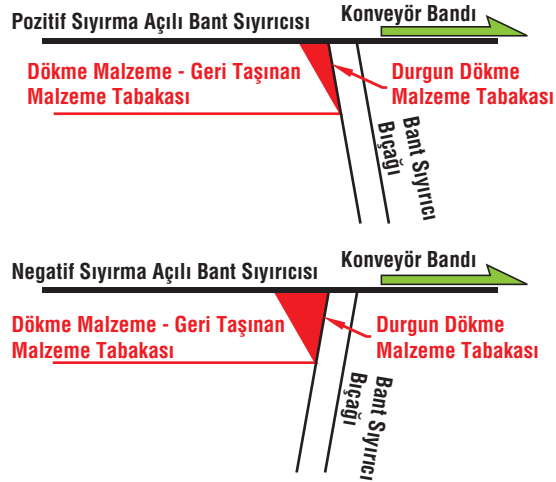
Suyun bulunması, uçların aşınma ömrünü artırmak yanında, konveyör bandı üzerindeki aşınmayı da en aza indirecektir.

Sahada yapılan denemeler, bir çift temizleme sisteminin ön sıyırıcısı üzerindeki tek, düşük hacimli bir su spreyinin, sistemin temizleme verimini yüzde yedi ila on arasında artırdığını ve gerekli bakım prosedürleri arasındaki zaman aralığını ikiye



Şekil 24.4

Suyun bir faydası da, temizleme uçlarının ön kenarını malzeme birikmesinden korumasıdır.



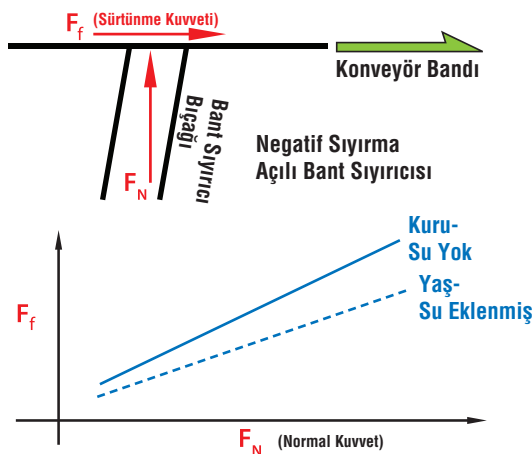
Şekil 24.5

Geleneksel (“kuru”) bant sıyırıcısı montajlarında, bir durgun malzeme bölgesi, ucun sonunda malzeme birikmesine neden olacaktır.



Şekil 24.6

Bant sıyırıcısı ucunun yüzeyinde hareketsiz tabakanın oluşmasını önlemek için su spreyleri kullanılır. Sol: Çalışan su spreyi. Sağ: Çalışmayan su spreyi.



Şekil 24.7

Su aynı zamanda, sıyırıcı ucunun uç kısmı ve bant yüzeyi arasında bir yağlayıcı vazifesi görerek bant temizleme sisteminin veya bant yıkama istasyonunun performansını da artırır.

katlayabildiğini göstermiştir. Avustralya'da 1990 Uluslararası Kömür Mühendisliği Konferansında sunulan bir çalışmada J.H. Planner, çeşitli geleneksel temizleme sistemlerine bir su spreyi eklenmesinin, temizleme verimini yüzde 85 ila 95 aralığında yükselttiğini bildirdi (Referans 24.1).

### Bandı Yıkama Yöntemleri

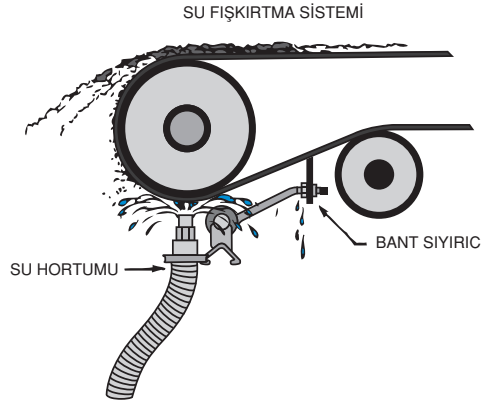
Konveyör bantlarını yıkamak için birçok yöntem kullanılmıştır. Dick Stahura tarafından 1987'de *Konveyör Bandını Yıkama: Nihai Çözüm Bu Mu?* başlıklı çalışmada anlatıldığı gibi, yöntemler su fişkirtma, banyo ve Wash Box'tır (Referans 24.2).

### Su Fişkirtma Yöntemi

Su fişkirtma yöntemi, parçacıkları kelimenin tam anlamıyla banttan fırlatıp atan su

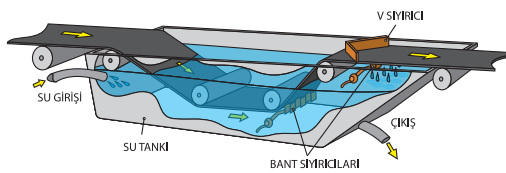
**Şekil 24.8**

Su fişkirtma yöntemi, parçacıkları kelimenin tam anlamıyla banttan fırlatıp atan su jetleri kullanır.



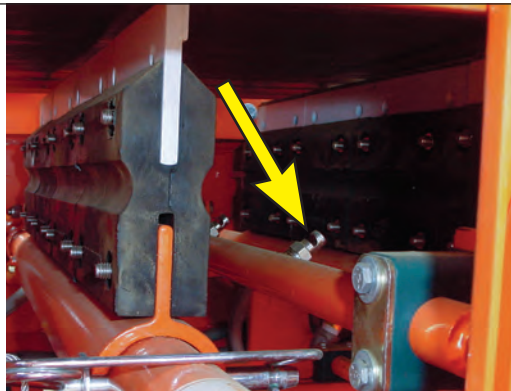
**Şekil 24.9**

Banyo yöntemi, bantın, suyla doldurulmuş kapalı bir bölmeden çekilerek geçirilmesinden oluşur.



**Şekil 24.10**

Wash Box yönteminde, bir su spreyi yöntemi, tersiyer bant temizleme sistemi olarak monte edilmiş bir muhafazadaki bir veya daha fazla geleneksel bant sıyırıcısıyla birleştirilir.



jetleri kullanır (Şekil 24.8). 400 ila 700 kilopaskal (60–100 lb<sub>f</sub>/inç<sup>2</sup>) arasında basınçlar kullanılır ve etkiyi artırmak için tazyikli hava eklenebilir. Yüksek basınçlı sprejlerin bir bant yıkama sisteminde kullanılması güç olabilir, çünkü işlem için özel nozüller ve temiz su gerektirirler. Su püskürtmesinin arkasında, suyu temizlemek için silecek tipi bir uç kullanılır.

Genellikle bant hızı (yani bantın spreye maruz kaldığı süre) ve geri taşınan malzemenin yapışkanlığı, 5 metre/saniyenin (1000 ft/dk) altında çalışan konveyörlerde bu yaklaşımın uygulanmasını sınırlayan faktörlerdir (Referans 24.3). Bu yöntemde su tüketimi oldukça yüksek olabilir.

### Banyo Yöntemi

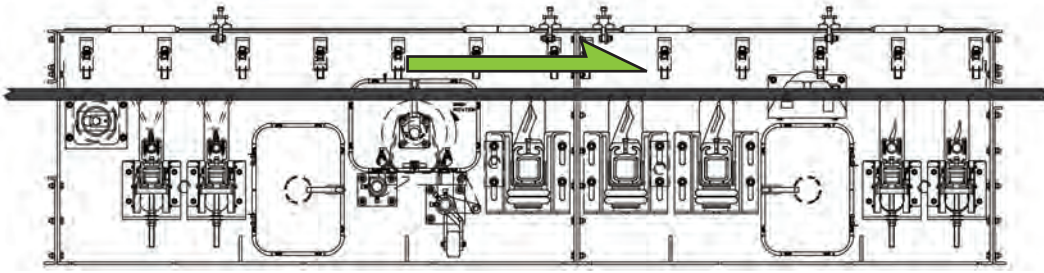
Banyo yöntemi, bantın, suyla doldurulmuş kapalı bir bölmeden çekilerek geçirilmesinden oluşur (Şekil 24.9). Bu bölme, bant dönüşü boyunca veya yerçekimiyle gerdirmeye cihazında, su "küvetinin" ağırlığıyla gerdirmeye sisteminin parçası haline gelebileceği yere yerleştirilmelidir. Hiçbir püskürtme jeti veya nozülü yoktur, yalnızca su seviyesini koruma yöntemi vardır. Su, banyoda tortu birikmesini önlemek için gerektiğinde değiştirilir. "Küvetin" uzunluğu, herhangi bir (bantın suda) "bekleme" süresini ve sonucundaki temizleme etkisini gerçekleştirecek kadar olmalıdır.

Bu sistem, karkas hasarı, bakım problemleri ve banyoyu terk ederken bandı kurutmadaki problemler dahil, bazı zorluklar arz edebilir.

### Wash Box Yöntemi

Bant yıkamada son teknoloji, Wash Box yöntemidir. Bu sistemde, bir su spreji yöntemi, tersiyer bant temizleme sistemi olarak monte edilmiş bir muhafazadaki bir veya daha fazla geleneksel bant sıyırıcısıyla birleştirilir (Şekil 24.10). Bir Wash Box'ın tasarımı ve teknik özellikleri, (bant hızı, taşınan malzeme, bant genişliği ve bant bileşimi gibi) uygulama detaylarına; arzu edilen temizleme (ve kurutma) seviyesine;





ve herhangi bir saha kısıtlamasının varlığına (su veya tazyikli hava kullanımına dair sınırlar ve/veya çevre şartları) bağlı olacaktır (Şekil 24.11).

## WASH BOX SİSTEMLERİ

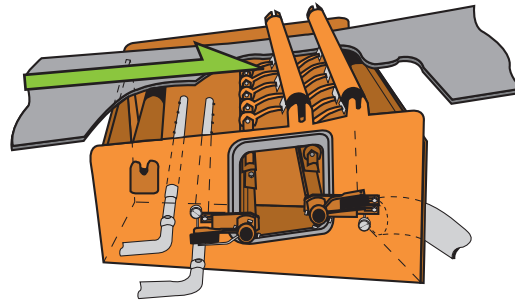
Tipik “Wash Box” yapısı, su uygulamak için bir veya iki püskürtme çubuğu, ardından az çok geleneksel bir tasarıma sahip iki veya üç sekonder bant sıyırıcısından oluşur (Şekil 24.12). Wash Box sistemi, sıyırıcının atak açısı ve sıyırma basıncının, muhafazanın dışından, operatörün bir erişim kapısından içeri bakarken ayarlayabileceği şekilde tasarlanır (Şekil 24.13).

Bu temizleme elemanları, geleneksel sekonder bant sıyırıcıları veya fırçalı sıyırıcılar olabilir. Fırçalı sıyırıcılar, bandın önemli ölçüde oluklu veya hasarlı olup, düz kenarlı uçlar tarafından temizliği neredeyse imkansız olduğu durumlarda daha etkili olabilir (Şekil 24.14). Uygulamaya bağlı olarak, fırçalı sıyırıcılar, fırçayı temiz ve onu kullanılamaz hale getirecek malzeme birikmesinden uzak tutmak için önemli miktarda su da gerektirebilir.

Geçmişte, Wash Box uygulamalarının büyük çoğunluğu, her bir uygulamanın benzersiz konveyör özellikleri, malzeme karakteristikleri ve alan sınırlamaları harmanı nedeniyle, ihtiyaçtan özel olarak tasarlanmıştır. Yakın zamandaki bir gelişme, “modüler” Wash Box sistemi konsepti olmuştur. Uygulamadan uygulamaya tasarlanan özel Wash Box’lardan farklı olarak, modüler Wash Box’lar, artırılmış esneklik ve kullanım kolaylığını mühendislik ve yapımda ekonomiyle birleştirmek için birtakım “standart” bileşenler ve yapılandırılabilir modüller kullanır. Konsept, modüler bir konteynırda bir Wash Box’ın

“temel elemanlarını” içerir (Şekil 24.15). Bu modüler üniteler daha sonra, daha detaylı sistemler ve özelleştirilmiş çözümler oluşturmak için “birleştirilebilir”.

Modüler yaklaşım, birtakım özelliklerin, sistem maliyetine minimum artışla dahil edilmesine izin verir. Modüler yaklaşım, iyileştirilmiş erişebilirlik, basitleştirilmiş



### Şekil 24.11

Wash Box sisteminin tasarımı, uygulama detaylarına, arzu edilen temizleme seviyesine ve herhangi bir saha kısıtlamasının olup olmadığına bağlı olacaktır.

### Şekil 24.12

Tipik “Wash Box” yapısı, su uygulamak için bir veya iki püskürtme çubuğu, ardından az çok geleneksel bir tasarıma sahip iki veya üç sekonder bant sıyırıcısından oluşur.



### Şekil 24.13

Wash Box sistemi, bant sıyırıcılarının muayene ve ayarının, bir erişim kapısından içeri bakan operatör tarafından muhafazanın dışından yapılmasına izin vermektedir.

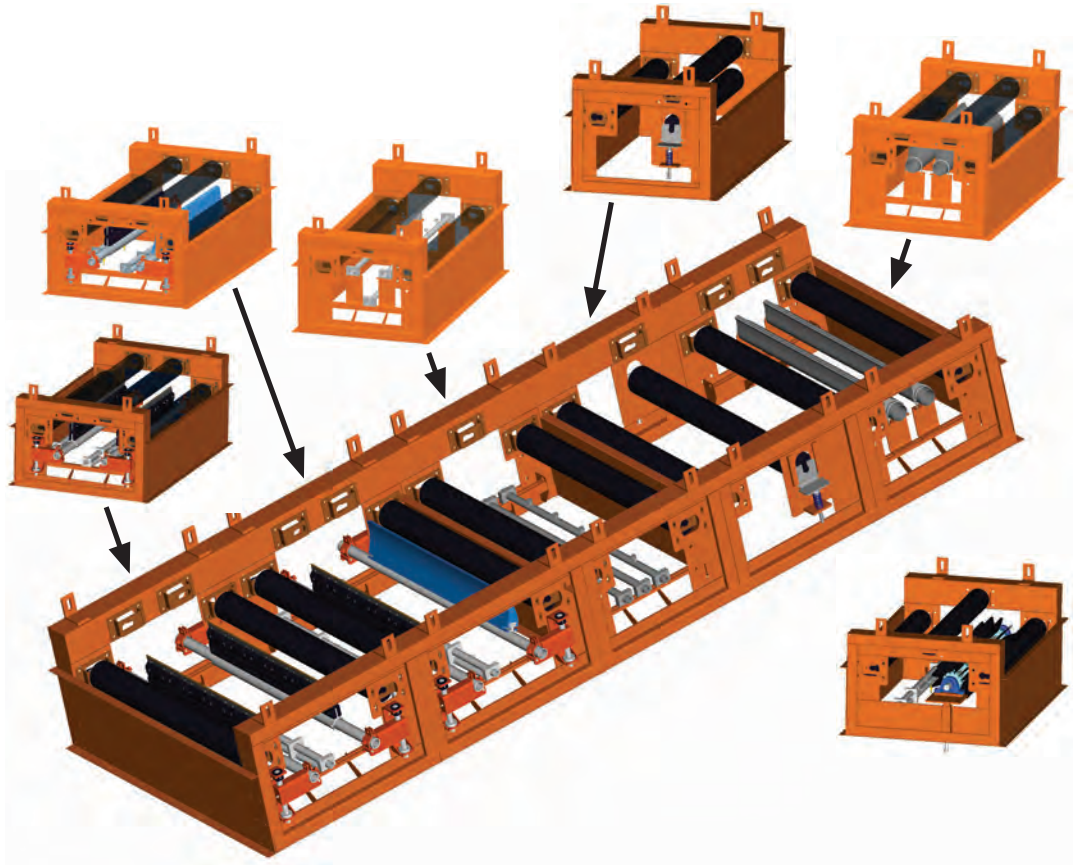


### Şekil 24.14

Fırçalı sıyırıcılar, bandın önemli ölçüde oluklu veya hasarlı olduğu durumlarda, bir Wash Box’da daha etkili olabilir.

**Şekil 24.15**

Modüler Wash Box, mühendislik ve yapımda hem esneklik hem de ekonomi sağlamak için birtakım "standart" bileşenler ve yapılandırılabilir modüller kullanır.

**Şekil 24.16**

Modüler yaklaşım, bileşenler arasında daha büyük mesafe koymak veya konveyörün yapısal elemanları ve diğer engeller çevresinde montaja izin vermek için bileşenlerin ayrılmasına imkan verir.



montaj, daha kolay bakım ve zaman içinde uygulama gereksinimleri değiştiğinde bileşenlerin yerlerinin kolaylıkla değiştirilebilmesini sağlayan seçenekler içerir. Aslında, modüler yaklaşım, bileşenler arasında daha büyük mesafeye veya konveyörün yapısal elemanları ve diğer engeller çevresinde montaja izin vermek için bileşenlerin ayrılmasına (örneğin, kurutma mekanizmalarının kazıyıcı bileşenlerden farklı bir muhafazaya konmasına) imkan verir (Şekil 24.16). Ek bir fayda da, modüler Wash Box yaklaşımının, malzeme özellikleri, temizleme gereksinimleri veya bütçe sınırlamaları değiştiğinde, sonradan eklenen farklı veya ek modüllerle sistemin genişletilmesine izin vermesidir.

**Şekil 24.17**

Wash Box sistemi, bandın baş ve sapıtma tamburlarından uzak olabileceği bir noktada montaj için 2 metreden (7 ft) fazla bant uzunluğu mesafesi ve en az 0,6 metre (2 ft) baş üstü boşluğu gerektirebilir.



Wash Box sistemlerinin dezavantajları arasında, bant yıkama sisteminin, bandın baş ve sapıtma tamburlarından uzak olabileceği bir noktada montajı için 2 metreden (7 ft) fazla bant uzunluğu mesafesi ve en az 0,6 metre (2 ft) baş üstü boşluğu gerektirebilmesi gibi problemler bulunur (Şekil 24.17). Atık madde için boşaltma borusu,

tıkanmasını önlemek için minimum dirsekle mümkün olduğunca dikey olmalıdır (**Şekil 24.18**).

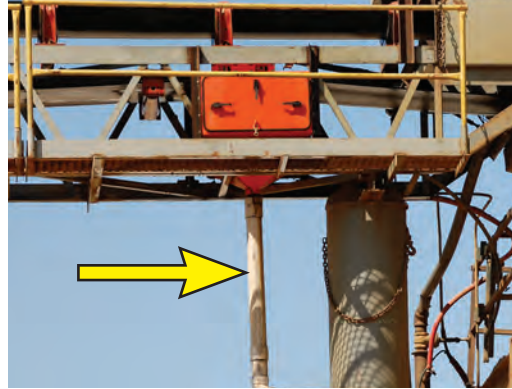
### Son Temizlik için Bant Yıkama

Bant yıkama sistemleri, bant yıkama sistemine ulaşmadan önce onlardan geçen bandın, gerekli su miktarı ve basıncı ve Wash Box'ın etkililiği üzerinde bir etki sahibi olacak şekilde monte edilir. Bir yıkama istasyonu kurulması düşünülen herhangi bir konveyörde, en az bir primer ve bir veya iki sekonder sıyrıcının kullanılması şiddetle önerilir. Wash Box'ın monte edileceği noktadan akış yukarı (malzeme tahliye noktasına daha yakın monte edilen) bu sıyrıcılar, bir yıkama istasyonunda temizlenecek geri taşınan malzeme miktarını büyük ölçüde azaltacak, su kullanımı ve işletme maliyetlerinden tasarruf sağlayacaktır (**Şekil 24.19**). Bu sıyrıcılar olmadığında, Wash Box tarafından banttı temizlenecek daha çok malzeme ve atık maddede daha fazla katı malzeme bulunacaktır. Bant yıkama istasyonları bandı temizlemede son nokta olarak kullanılır; yalnızca, akış yukarı temizleme ekipmanından geçen herhangi bir artık malzeme miktarının son temizliğiyle uğraşmak üzere tasarlanırlar.

### Suyu Uygulama

Herhangi bir bant yıkama uygulaması için zorluk, suyu, temizleme sisteminde doğru yer(ler)e etkili ve etkin bir şekilde ulaştırmaktır. Banda ve malzemeye su uygulamanın birkaç yolu vardır. Banda doğrultulmuş basit bir hortumdan, delikler açılmış bir boruya (**Şekil 24.20**) ve nozüller ve püskürtme çubuklarından oluşan daha ayrıntılı bir sisteme kadar uzanırlar. Tasarlanmış nozüller su uygulama işlemini bir hortum veya delikli bir borudan çok daha etkili bir şekilde gerçekleştirir. İkinci seçenekler su iletmenin etkili yöntemleri olsa da, bir hortum veya borunun su kullanım gereksinimleri, tasarlanmış nozüller kullanan bir sistemden çok daha yüksektir. Bu durumda akla şu soru gelir: Su basıncı, püskürtme şekli, temas açısı ve diğer değişkenlerin en etkili birleşimi nedir?

Bu sistemlerde temizleme suyunu püskürtmenin en etkili ve etkin yolu, bir boru boyunca yerleştirilmiş bir dizi tasarlanmış nozüldür (**Şekil 24.21**). Özel bir nozülün seçilmesi genellikle, geri taşınan malzemenin tipi ve miktarı, bandın hızı, su kaynağının temizliği, bant genişliği boyunca tek tip püskürtme sağlamak için gerekli püskürtme şekli, malzemeyi doyumak için gerekli suyun darbe basıncı ve uçları temiz tutmak için gerekli su basıncı ve akış hızı dahil,



**Şekil 24.18**

Atık madde için boşaltma borusu, katılarla tıkanmasını önlemek için minimum dirsekle mümkün olduğunca dikey olmalıdır.



**Şekil 24.19**

Wash Box'ın öncesinde monte edilmiş geleneksel bant sıyrıcıları, yıkama istasyonuna ulaşacak geri taşınan malzeme miktarını büyük oranda azaltacaktır.



**Şekil 24.20**

Banda ve malzemeye su uygulamanın birkaç yolu vardır: örn., banda doğrultulmuş basit bir hortum veya delikler açılmış bir su borusu.

birtakım faktörlere bağlıdır.

Konveyör sistemi tasarımının diğer birçok yönünde olduğu gibi, yıkama sistemi, en kötü geri taşınan malzeme şartlarında çalışacak şekilde tasarlanmalıdır.

Püskürtme nozüllerinin seçimindeki en kritik iki faktör, mevcut geri taşınan malzeme miktarı ve bantın hızıdır. Daha yüksek hızlı bantlar, bantı tamamen kaplamak ve bantın püskürtmeye maruz kaldığı daha kısa süre içinde geri taşınan malzemeyi yumuşatmak için daha fazla su gerektirir. Yüksek geri taşınan malzeme seviyeleri daha fazla su gerektirecektir: Daha kalın geri taşınan malzeme tabakası, malzemeyi “yumuşatmak” için daha fazla su gerektirecektir; çünkü yumuşatılacak daha fazla malzeme vardır. Yüksek geri taşınan malzeme seviyeleri aynı zamanda, suyun bant yüzeyine ulaşacak şekilde malzeme kütesine nüfuz etmesi için sisteme yüksek basınçlarda verilmesini gerektirir. Basıncın, malzemeyi temizleyecek kadar yüksek olması gerekmez, fakat suyun bant yüzeyine ulaşmasını sağlayacak kadar yüksek olmalıdır.

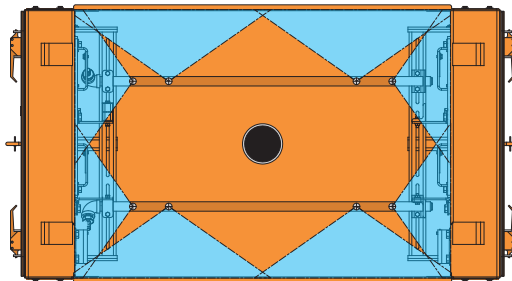
**Şekil 24.21**

*Bu sistemlerde temizleme suyunu püskürtmenin en etkili ve etkin yolu, bir boru boyunca yerleştirilmiş bir dizi tasarlanmış nozüldür.*



**Şekil 24.22**

*Geniş püskürtme açıları genellikle, su tüketimini azaltırken kapsama alanını en yüksek seviyeye çıkarmak için kullanılır.*



Nozüller çok çeşitli püskürtme şekilleri, akış hızları ve basınçlar sunan tiplerde mevcuttur. Püskürtme çubuklarının yapısını belirlerken banttan püskürtme çubuğuna mesafe, püskürtme şekli, hızı ve basıncı gibi faktörler dikkate alınmalıdır. Genellikle, geniş püskürtme açıları, su tüketimini azaltırken kapsama alanını en yüksek seviyeye çıkarmak için kullanılır (**Şekil 24.22**). Seçilen nozül, püskürtme şekli ve açısıyla, yıkama sisteminde kullanılan püskürtme çubuklarının aralığını ve montaj mesafesini kontrol edecektir. Bazı durumlarda, özel nozüller gerekir. Korozyona, aşınmaya veya proseste rastlanan kimyasallara dayanıklı nozüller istenebilir.

Spreyleri orta derece basınçta (138 kilopaskal (20 lb<sub>f</sub> /in<sup>2</sup>)) çalışan tipik bir Wash Box, çalıştığı her dakika bant genişliğinin metresi başına yaklaşık 63 litre (5.1 gal/ft) gerektirecektir (**Tablo 24.1**). Yukarıda belirtildiği gibi, hem bant hızı hem de geri taşınan malzeme (malzeme adezyonu) seviyeleri dikkate alındıktan sonra, uygun su basıncı ve hacmi seçilmelidir.

Wash Box'ı ve boşaltma sistemini yıkayarak malzeme hareketini korumak için ek su püskürtme nozüllerine duyulan ihtiyaç ve bunların kullanımı, genellikle gerekli su hacmini ikiye katlayacaktır.

Bir bant yıkama sisteminin mühendisliği, konveyör ve malzemelerdeki çok çeşitli değişkenin birleştirilmesinden oluşan çok sayıda seçenek nedeniyle karmaşık bir süreç olabilir. Sistem, malzeme ve proses gereksinimlerinin kapsamlı şekilde anlaşılması gerekir. Sistemin müşteri beklentilerini ve uygulama gereksinimlerini karşılayacağını garanti etmek için, sürece eğitimli ve deneyimli personelin dahil edilmesi gerekir.

### Su Kalitesi

Suyun kalitesi, yüksek performanslı bir sistem tasarımında belki de en kritik unsurdur ve eğer ihmal edilirse, sistemi işlevsiz veya kabul edilebilir olmayan bakım aralıklarına ve temizleme gereksinimlerine eğilimli kılabilir.

Bant yıkama sistemleri en iyi performansı, malzeme testi ve uygulama detaylarının belirlediği şekilde gerekli su akış hızı ve basıncı için tasarlandıklarında gösterirler. Bazı tesislerin, su kullanımına ve kullanılabilir akış hızına/basıncına dair sert sınırlamaları vardır. Bu kısıtlamalar, Wash Box'ın etkisini, tasarlandığı veya belirtildiği seviyenin oldukça altında sınırlandırabilir.

Tasarlanmış nozüller genellikle, belirli bir uygulama için geniş bir püskürtme alanı, en aza indirilmiş akış hızları ve optimum basınç sağlamak için “optimize edildiğinden”, nozüllerin delik büyüklüğü genellikle küçük ve benzersiz bir şekildedir. Eğer bir yıkama sisteminde kullanılacak su “yeterince temiz” değilse, püskürtme nozüllerini

ıkayacak kadar büyük parçacıklar bulunmadığından emin olmak için su kalitesi değerlendirilmelidir. Bunu söylemek çoğu zaman başarmaktan daha kolaydır, çünkü tesisin su kalitesi dakikalar içinde dramatik bir biçimde değişebilir. Bu nedenle, bir su filtreleme sistemi bant yıkama sistemine yapılacak değerli bir ilavedir.

### Bandı Kurutma

Temizleme prosesine su eklenmesinin ardından, birçok uygulama, yıkama sistemini terk etmeden önce bandın kurutulmasını gerektirecektir. Bazı durumlarda bu, suda asılı geri taşınan malzemenin dönüş rulolarından fırlatılmasını önlemekten ibarettir. Diğer durumlarda, malzeme taşıma prosesi

Tipik Bant Yıkama Sistemleri için Su Tüketimi								
Bant Genişliği mm (inç)	Kullanılan Nozül	Ortalama Litre / Dakika (gal/dk)						
		34 kPa (5 lb <sub>f</sub> /inç <sup>2</sup> )	69 kPa (10 lb <sub>f</sub> /inç <sup>2</sup> )	103 kPa (15 lb <sub>f</sub> /inç <sup>2</sup> )	138 kPa (20 lb <sub>f</sub> /inç <sup>2</sup> )	207 kPa (30 lb <sub>f</sub> /inç <sup>2</sup> )	276 kPa (40 lb <sub>f</sub> /inç <sup>2</sup> )	414 kPa (60 lb <sub>f</sub> /inç <sup>2</sup> )
400-500 (18)	6	16 (4.3)	23 (6.0)	27 (7.2)	32 (8.4)	39 (10.2)	45 (12.0)	57 (15.0)
500-650 (24)	8	22 (5.7)	30 (8.0)	36 (9.6)	42 (11.2)	51 (13.6)	61 (16.0)	76 (20.0)
650-800 (30)	9	24 (6.4)	34 (9.0)	41 (10.8)	48 (12.6)	58 (15.3)	68 (18.0)	85 (22.5)
800-1000 (36)	11	30 (7.8)	42 (11.0)	50 (13.2)	58 (15.4)	71 (18.7)	83 (22.0)	104 (27.5)
1000-1200 (42)	13	35 (9.3)	49 (13.0)	59 (15.6)	69 (18.2)	84 (22.1)	98 (26.0)	123 (32.5)
1200-1400 (48)	15	40 (10.6)	57 (15.0)	68 (18.0)	79 (21.0)	97 (25.5)	114 (30.0)	142 (37.5)
1400-1600 (54)	16	43 (11.4)	61 (16.0)	73 (19.2)	85 (22.4)	103 (27.2)	121 (32.0)	151 (40.0)
1600-1800 (60)	18	48 (12.8)	68 (18.0)	82 (21.6)	95 (25.2)	116 (30.6)	136 (36.0)	170 (45.0)
1800-2000 (72)	22	59 (15.6)	83 (22.0)	100 (26.4)	117 (30.8)	142 (37.4)	166 (44.0)	208 (55.0)
2000-2200 (84)	26	70 (18.4)	98 (26.0)	118 (31.2)	138 (36.4)	167 (44.2)	197 (52.0)	246 (65.0)

Tablo 24.1

kuru bir bant gerektirir. Yine diğer uygulamalarda, bant, birkaç dökme malzemenin taşınması için kullanıldığından çapraz kirlenmeye izin verilemez, bu nedenle yük değiştirilmeden önce bant temiz ve kuru olmalıdır.

Hareketli bir konveyör bandını kurutmak için, yıkama istasyonunu terk ederken konveyöre uygulanabilecek üç temel yöntem vardır: buharlaştırma, mekanik su temizleme ve basınçlı havayla kurutma.

### **Buharlaştırma**

Buharlaştırma, bandı kurutacak doğal bir prosestir (**Şekil 24.23**). Buharlaştırma,

hareketli bandın üzerine basınçla ısıtılmış hava verilerek hızlandırılabilir. Bununla birlikte, yalnızca basınçlı havayla su tabakasının buharlaştırılması, tipik dökme malzeme taşınan konveyör bandı uygulamaları için uygun bir tam su temizleme aracı değildir; çünkü suyun ne kadar hızlı buharlaştırılabileceğine dair bir sınır vardır.

### **Mekanik Kurutma**

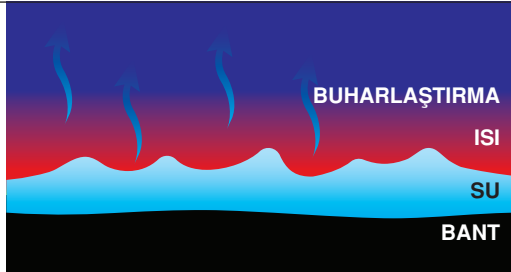
Banttı suyu temizlemenin birtakım mekanik yöntemleri vardır. İlki, yaygın olarak "silecek" ucu adı verilen bir uçla bandı mekanik olarak silmektir. Bu, bir arabanın ön cam sileceklerine benzer.

Wash Box sistemindeki son temizleme cihazı olan silecek ucu, önemli miktarda su fazlalığını temizleyecektir. Sonuç, kullanılan sileceğin tipi, yapıldığı malzeme ve yeri yanında bant hızı ve bantta mevcut su miktarı gibi uygulama detaylarına bağlı olarak değişecektir. Genelde, silecek ucu su temizlemenin etkili ve ekonomik bir yoldur (**Şekil 24.24**).

Tek veya çift silindirli silecek rulolarının kullanılması da, hareketli banttı fazla suyu temizlemenin etkili bir yoldur (**Şekil 24.25**). Newcastle Research Associates Üniversitesinde (TUNRA) yapılan bir çalışma, tek silindirli silecek sisteminin etkililiğini ve çeşitli bant hızlarında farklı çaplarda silindirlerin kullanımını inceledi (*Referans 24.4*). Bu çalışmanın sonuçları, rulo ne kadar küçük olursa, bant hızına bakılmaksızın, silecek hareketinin o kadar iyi olduğunu açıkça gösterdi (**Şekil 24.26**). Silecek ruloları genellikle, bandın üzerin-

**Şekil 24.23**

Doğal buharlaştırma süreci, hareketli bandın üzerine basınçla ısıtılmış hava verilerek hızlandırılabilir.



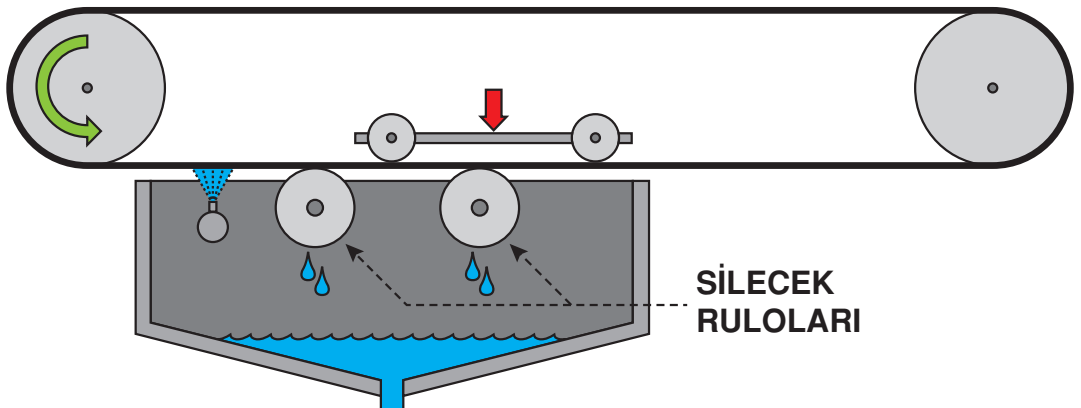
**Şekil 24.24**

Silecek ucu, bir konveyör bandından suyu temizlemenin etkili ve ekonomik bir yoludur.



**Şekil 24.25**

Tek veya çift silindirli silecek rulolarının kullanılması, hareketli banttı fazla suyu temizlemenin etkili bir yoludur.



**SİLECEK RULOLARI**

deki su tabakasının kalınlığını, (20 mikron etkili alt limitle) yaklaşık 50 mikrona kadar azaltmakta etkilidir (Şekil 24.27).

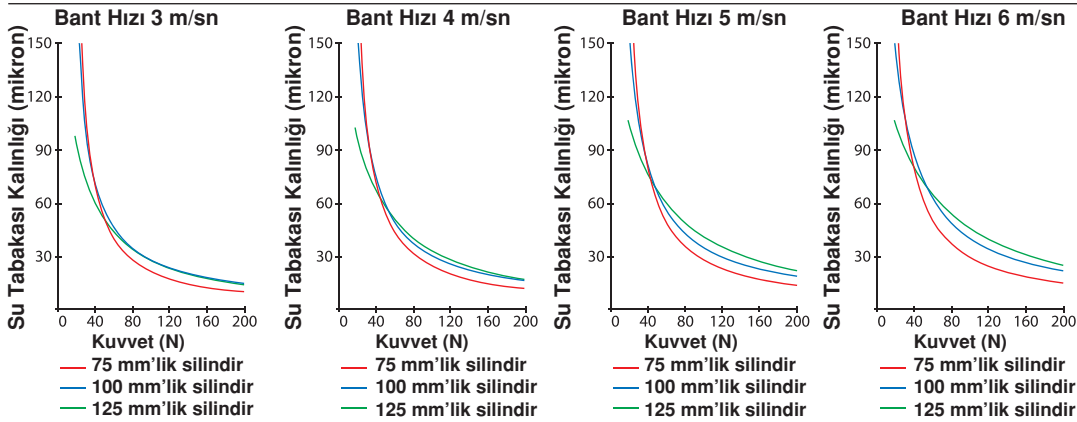
### Basıncılı Havayla Kurutma

Bandı kurutmak için üçüncü teknik, su tabakasını banttan ayırmak için yüksek hızlı hava kullanmaktır. İki mekanizma öne çıkabilir: hidrodinamik kararsızlık ve ayrılma. Hidrodinamik kararsızlık, su tabakası hareket eden havaya maruz bırakıldığında ortaya çıkar. Tabaka, daha sonra yüzeyi terk edecek damlacıkların oluşmasına neden olan, hızla büyüyen bir dalga oluştu-

racaktır. Ayrılma, su tabakası yüksek hızda havaya maruz bırakıldığında ve su, bant yüzeyinden “soyulduğunda” meydana gelir (Şekil 24.28).

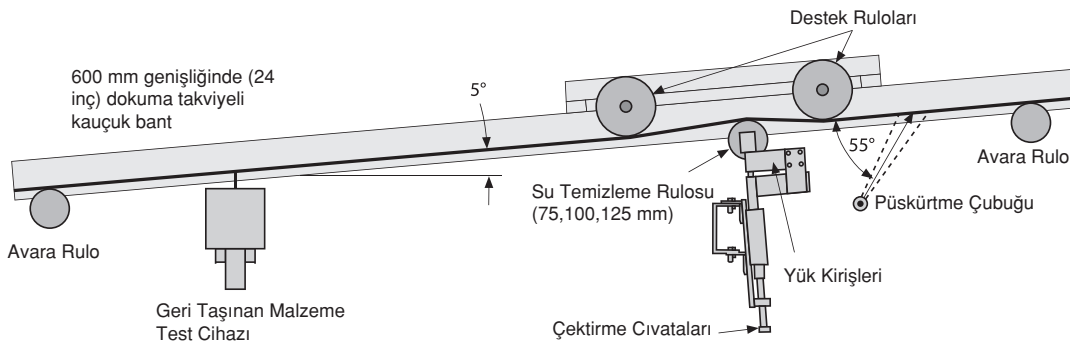
Yüksek hızlı hava daha kalın su tabakalarının temizlenmesinde bir hayli etkili olabilir. Gerekli hava hızını ve basıncını oluşturmak için blowerlar kullanan hava “bıçakları” dahil, piyasada mevcut birtakım sistemler vardır; diğer sistemler tazyikli hava hatlarından çalışır (Şekil 24.29).

En büyük su miktarını temizlemek için, havanın hızı en yüksek seviyeye çıkarılma-



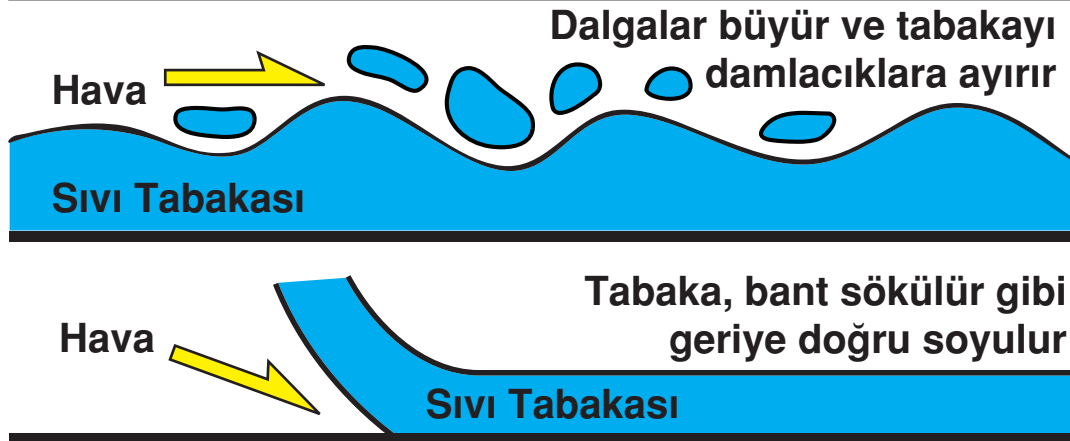
Şekil 24.26

Bu çalışmanın sonuçları, rulo ne kadar küçük olursa, silecek hareketinin, bant hızına bakılmaksızın, o kadar iyi olacağını açıkça göstermiştir.



Şekil 24.27

Silecek ruloları genellikle, bant üzerindeki su tabakasını (20 mikron etkili alt limitle) yaklaşık 50 mikrona kadar azaltmakta etkilidir.



Şekil 24.28

Hidrodinamik kararsızlık, hareket eden hava su tabakasını, daha sonra damlacıkların kendisinden ayrılarak yüzeyi terk ettiği bir dalgaya dönüştürdüğünde meydana gelir. Ayrılma, su tabakası yüksek hızlı havaya maruz kalıp, su bant yüzeyinden “soyulduğunda” meydana gelir.

lıdır. Bununla birlikte, ulaşılabilir hava hızı, bir blower veya tazyikli hava hattı kullanarak yüksek hızlar oluşturmak için tüketilen güç yanında aşırı derecede yüksek hava hızlarından kaynaklanan gürültü dahil, birçok faktör tarafından sınırlanır.

Araştırma, su temizlemedeki baskın faktörün, havanın görece hızı olduğunu göstermiştir; temas açısı, su temizleme açısından kritik bir önem taşımaz. Bantta uygulanabilir hava hızı aralığı 80 ila 100 metre / saniye (15000 ila 20000 ft/dk) arasındadır. Bu hava hızı aralığında, deneysel sonuçlar, suyun hareketli bir bantta 7 ila 11 mikronluk bir tabaka kalınlığına indirilebildiğini gösteriyor (Referans 24.5). Bu hızlara, özel tasarlanmış nozüller ve rejeneratif blowerlarla, kurutulmuş bandın metresi başına yaklaşık 7,5 kilovatla (3 bg/ft) ulaşılabilir. Diğer hava nozülü tipleriyle, benzer güç gereksinimleriyle, tazyikli hava da kullanılabilir.

Tipik bant hızları 1 ila 5 metre / saniye (200 ila 1000 ft/dk) arasında olduğundan, hava hızıyla karşılaştırıldığında bant hızı ana parametrelerden biri değildir.

### Su Temizleme Sistemlerinin Performansı

Çeşitli su temizleme sistemlerinin görece performansı değerlendirilebilir ve karşılaştırılabilir (Tablo 24.2). Bu üç su temizleme metodolojisi ayrı ayrı kullanılabilir; fakat en iyi yaklaşım, farklı imkanların bir birleşimini kullanmak olabilir.

### Suyu Geri Kazanma

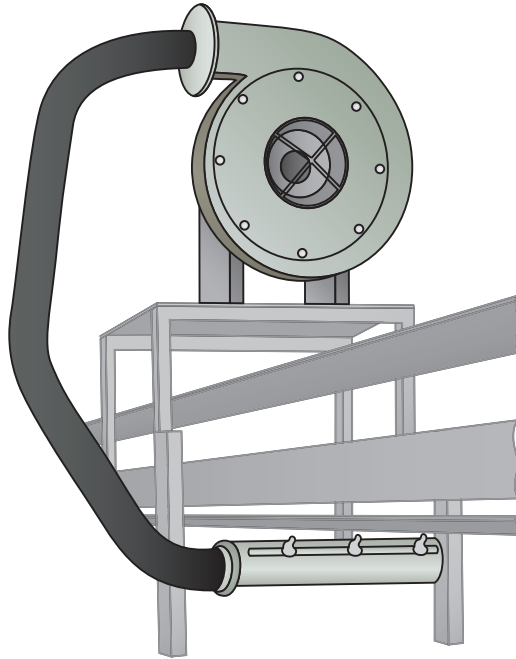
Bir bant yıkama sisteminin temel bileşenleri kurulduktan sonra, banttandan çıkarılan atık maddeyle (pis su) ilgilenmek için sistemler incelenebilir. Birçok endüstriyel ortamda, kullanılan su miktarı ve çıkan suyun kalitesi sıkı şekilde kontrol edilir. Diğer durumlarda, malzeme yüksek değere sahip olduğundan, katı maddeleri geri kazanmak maliyet etkin bir işlemdir. Her iki durumda da, çoğu kez sudan katı maddeleri ayırmak için bir sistem gerekir.

Bir mekanik su ayırma sistemi seçerken, birkaç faktörün göz önünde bulundurulması gerekir. Bunların en önemlisi suyun ve katı içeriğinin miktarı olduğu gibi, su geri dönüşüm sisteminin kurulabileceği yer de önemlidir. Arıtma yöntemine bağlı olarak, katının suda çökme hızı ana kriter olabilir, fakat cihazların büyüklüğü nedeniyle, yalnızca çökmeye bel bağlamak çoğu zaman pratik değildir.

En basit su arıtma sisteminde, atık madde bir çökme havuzuna sevk edilir ve su, tesis suyu olarak yeniden kullanım için sedimentasyon prosesiyle temizlenip filtrelendirilir.

**Şekil 24.29**

Bandı kurutmak için gerekli hava hızını ve basıncını oluşturmak için blowerlar kullanan hava "bıçakları" dahil, piyasada mevcut birtakım sistemler vardır.



**Tablo 24.2**

### Çeşitli Su Temizleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Yöntem	Su Temizleme Verimi	Enerji Kullanımı	Satın Alma Maliyeti	İşletme Maliyeti
Silecek Ucu	1	2	1	1
Silecek Rulosu	2	1	3	2
Tazyikli Hava Bıçağı	3	3	2	3
Yüksek Basıncılı Blower	4	4	4	4

1 = En düşük, 4 = En yüksek



(Şekil 24.30). Bu, drenaj sisteminin katı maddelerle tıkanmasının önlenmesi, katı maddelerin çökme havuzundan periyodik olarak taraklanması ve daha sonra bu geri kazanılan malzemenin atılması dahil, birçok potansiyel problemi barındırır.

Beton çökme havuzları bazen atık oluşumu noktasına kadar kullanılır. Bunlar, bir önden yükleyicinin havuza girerek çöken katı maddeleri toplayacağı şekilde tasarlanabilir. Daha küçük bir ölçekte, çökme lokasyonu olarak çöp konteynırları kullanılabilir; bunun avantajı, çoğu zaman yalnızca konteynır boşaltılarak katıların malzeme taşıma sistemine geri döndürülebilmesidir (Şekil 24.31).

Tasarlanmış su ayırma ve ıslah sistemleri mevcuttur (Şekil 24.32). Modüler su geri dönüşüm sistemleri, dakikada 1250 litreye kadar (300 gal/dk) sürekli geri dönüşüm sağlayabilir; modüller, daha yüksek hacimlerde temiz su sağlamak için birleştirilebilir.

Bazı durumlarda, katıların çökmesini hızlandırmak için bir kimyasal katkı maddesi kullanılabilir, fakat bu, kimyasalın sisteme sürekli olarak verilebilmesi için ekipmanın periyodik muayenesini ve bakımını gerektirir.

Mekanik filtreleme veya kimyasal katkı maddesi sistemleri, kolay nemlenmeyen veya suya yakın veya sudan az özgül ağırlığa sahip dökme malzemeler için bazen gereklidir. Baskı filtreleri, su giderme elekleri, hidrosiklonlar ve artırcılar dahil çeşitli mekanik araçlar mevcuttur. Bununla birlikte, büyük miktarlarda taşınan birçok dökme malzeme sudan daha ağırdır ve bu nedenle, basit ve etkili bir eğik vidalı ayırma sistemi kullanılarak ayrılabilir.

Bütün bir Wash Box tasarlarken, sistemin işletimsel gereksinimlerini tanımlamak için ilk olarak yıkama bölümü tasarlanmalıdır. Bundan sonra, yıkama gereksinimini karşılayacak şekilde su taşıma kapasitesini sağlamak için su geri dönüşüm sistemi geliştirilebilir. Çoğu zaman göz ardı edilen bir detay, bir Wash Box'ın tahliyesinin tıkanmaya yatkın olmasıdır. Bu nedenle, tahliye



**Şekil 24.30**

En basit su arıtma sisteminde, atık madde bir çökme havuzuna sevk edilir ve su, tesis suyu olarak yeniden kullanım için sedimentasyon prosesiyle temizlenip filtrelenir.



**Şekil 24.31**

Çöp konteynırları çökme deposu olarak kullanılabilir; yalnızca konteynır boşaltılarak katı maddeler malzeme taşıma sistemine geri döndürülebilir.



**Şekil 24.32**

Tasarlanmış su ayırma ve ıslah sistemleri dakikada 1250 litreye kadar (300 gal/dk) sürekli geri dönüşüm sağlayabilir.

ya açık bir kanal ya da minimum dirsekli, büyük çaplı bir boru olmalıdır. Aynı zamanda, temizliğe ve bolca su fişkırtılmasına izin verecek şekilde birçok çıkarılabilir bağlantı parçasına veya tapaya sahip olmalıdır (Şekil 24.33).

#### Katı Maddeleri Geri Kazanma

Wash Box atığındaki malzemeler geri kazanılabilir. Bu, özellikle yükün değeri olduğu ve/veya zaten az bir işleme veya arıtmaya tabi tutulduğu işlemlerde önemlidir.

Eğer prosese su eklenmesi bir sorun teşkil etmiyorsa, sulu çamur, doğrudan Wash Box'dan bir pompa aracılığıyla konveyör yüküne veya tesis prosesine geri döndürülebilir. Eğer tesisin prosesine eklenen suyu en aza indirmesi gerekiyorsa, su geri dönüştürülebilir ve geri kazanılan katı maddeler daha sonra helezon konveyör gibi bir mekanik araçla bant veya prosese yerleştirilebilir. Malzemenin bir su konteynırına konduğu ve çöktüğü hızın gözlemlendiği basit bir çökme testi, çökme için gerekli bekleme süresi ve çökmeyi hızlandırmak için kimyasal katkı maddelerinin gerekip gerekmediğine dair iyi bir gösterge sağlayacaktır.

#### Şekil 24.33

Wash Box'dan tahliye, açık bir kanal veya minimum dirseği ve temizlenebilmesi için çıkarılabilir bağlantı parçaları olan büyük çaplı bir boruyla yapılmalı ve bol yıkama suyu kullanılmalıdır.



#### TİPİK ÖZELLİKLER

##### A. Püskürtmeli yıkama sistemi

Konveyör sistemi, banttaki herhangi bir artık yükün son olarak temizlenmesini sağlamak için baş şutundan hemen sonra monte edilmiş bir püskürtmeli bant yıkama sistemiyle donatılacaktır. Bu püskürtmeli yıkama sistemi, su kaynağı ve büyük bir boşaltma borusuyla donatılmış, su geçirmez bir metal muhafazanın içine konacaktır.

##### B. Büyüklük

Bant yıkama sistemi, bandın metrekaresi ( $/ m^2$ ) başına beklenen geri taşınan malzemenin miktarına ve özelliklerine göre boyutlandırılacaktır.

##### C. Su püskürtme çubuğu

Muhafaza, bandın yük taşıyan kısmının tamamını ıslatacak ve temizlenen malzemeyi boşaltma borusundan kutunun dışına atacak şekilde konumlandırılmış tasarlanmış nozüllere sahip en az bir su püskürtme çubuğuyla donatılacaktır.

##### D. Sekonder sıyrıcılar

Wash Box, ince taneleri ve suyu bandın yük taşıyan yüzeyinden temizlemek için minimum iki sekonder sıyrıcıyla donatılacaktır.

##### E. Erişim

Kolay muayene ve bakıma izin vermesi için Wash Box, su geçirmez erişim kapı(lar)ıyla donatılacaktır.

##### F. Sabitleme ruloları

Püskürtmeli yıkama sistemi, bandın üzerinde, püskürtülen su ve temizleme kenarlarına karşı bandı yerinde tutan en az üç sabitleme rulosu içerecektir.

##### G. Boşaltma sistemi

Fişkırtılan suyun hacmi ve akış hızı ve boşaltma sisteminin tasarımı, dökme katı malzemelerin boşaltma sisteminde çökmesini önleyecek yeterlilikte olacaktır.

**GELİŞMİŞ KONULAR****Bir Wash Box Sistemi Geliştirme Süreci**

Bir bant yıkama istasyonu geliştirirken, konveyör ve su geri dönüşüm sisteminin fiziksel yerleşimi, kurutma ve suyu geri dönüştürme için gerekli enerji miktarı ve sudan ayrılacak katı maddelerin yeteneği dahil birtakım faktörleri hesaba katan tam bir sistem analizi sağlanması arzu edilir.

Bir Wash Box monte etmeyi düşünürken, göz önünde bulundurulması gereken birkaç soru vardır. Bunlar arasında:

- Wash Box ne kadar su kullanacak?
- Wash Box'a girerken bant ne kadar temiz olacak?
- Wash Box'ı terk ederken bant ne kadar temiz olmalı?
- Bant ne kadar kuru olacak?
- Kullanılmış suyla (katı maddeler ve su karışımı) ne yapılacak?

Eğer dökme malzemenin özellikleri, bant

ve dökme malzeme arayüzü koşulları, mevcut geri taşınan malzeme miktarı ve Wash Box'taki genel ekipman seçimi hakkında detaylı bilgi varsa, bu sorular makul bir doğrulukla yanıtlanabilir.

**Örnek Problem**

Bir Wash Box Sisteminin ön tasarımını geliştirme yaklaşımı aşağıdaki gibidir:

- Her gün Wash Box'a giren geri taşınan malzeme miktarını belirleyin ( $Cb_{day-in}$ ).
- Her gün Wash Box'ı terk etmesi arzu edilen geri taşınan malzeme miktarını belirleyin ( $Cb_{day-out}$ ).
- Dakikada işlenecek kullanılmış su miktarını belirleyin.
- Seçenekler ve diğer sorular üzerinde düşünün.

Bu dört aşama, aşağıdaki dört adım izlenerek yanıtlanabilir.

Adım 1. Her gün Wash Box'a giren banttaki geri taşınan malzeme miktarını hesaplayın ( $Cb_{day-in}$ ) (**Denklem 24.1**)

$$Cb_{day-in} = BW \cdot CW \cdot S \cdot T \cdot Cb_{in} \cdot k$$

**Eldeki veri:** Yüzde 67 temizlenen genişliğe sahip, saniyede 3,5 metre (700 ft/dk) hareket eden 1,2 metrelik (48-inç) bir bant, 24 saatlik çalışmada 100 gram / metrekare (0.33 oz/ft<sup>2</sup>) ölçülmüş geri taşınan malzemeye sahiptir. **Bulunacak:** Her gün Wash Box'a giren geri taşınan malzeme

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
$Cb_{day-in}$	Her Gün Wash Box'a Giren Geri Taşınan Malzeme	ton	kısa ton
$BW$	Bant Genişliği	1,2 m	4 ft
$CW$	Temizlenen Bant Genişliği	0,67 (67%)	0.67 (67%)
$S$	Bant Hızı	3,5 m/sn	700 ft/dk
$T$	Bir Günde Geçen Süre	86400 sn	1440 dk
$Cb_{in}$	Wash Box'a Ulaşan Geri Taşınan Malzeme Miktarı	100 gr/m <sup>2</sup>	0.33 oz/ft <sup>2</sup>
$k$	Dönüşüm Faktörü	$1 \times 10^{-6}$	$3.12 \times 10^{-5}$
<b>Metrik: <math>Cb_{day-in} = 1,2 \cdot 0,67 \cdot 3,5 \cdot 86400 \cdot 100 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 24,3</math></b>			
<b>İngiliz: <math>Cb_{day-in} = 4 \cdot 0.67 \cdot 700 \cdot 1440 \cdot 0.33 \cdot 3.12 \cdot 10^{-5} = 27.8</math></b>			
$Cb_{day-in}$	Her Gün Wash Box'a Giren Geri Taşınan	24,3 t	27.8 st

1. Adımın Cevabı: Wash Box'a her gün 24,3 ton (27.8 st) geri taşınan malzeme girmektedir.

**Denklem 24.1**

Her Gün Wash Box'a Giren Geri Taşınan Malzeme Miktarını Hesaplama

Adım 2. Her gün Wash Box'ı terk ederken bantta kalması arzu edilen geri taşınan malzemeyi hesaplayın ( $Cb_{day-out}$ ) (**Denklem 24.2**)

Adım 3. Dakikada işlenecek kullanılmış su miktarını belirleyin (**Denklem 24.3**)

Adım 4. Seçenekler ve ek sorular üzerinde düşünün

Gerçek sahada testle birleştirilmiş daha detaylı bir çalışma ve teorik analiz, seçenekleri daha fazla araştırmak için kullanılabilir. Ek faktör ve değişkenler ortaya koyacaktır. Bu aşamada, üzerinde düşünülebilecek ek sorular arasında şunlar bulunur:

- Wash Box'ı terk ederken bandın üzerinde kalan 10 gram/metrekaire (0.033 oz/ft<sup>2</sup>) geri taşınan malzeme çok mu fazla? (Geri taşınan malzeme, malzemenin kuru ağırlığı olarak ölçülür.)
- Wash Box'ı terk ederken bant ne kadar ıslak?
- Genel su kullanımını nasıl azaltılabilir?

Bu örneği kısa tutmak adına, bu soruları yanıtlamak için geri taşınan malzemenin (yüzde 50) ve kullanılmış suyun (yüzde 15) rutubet içeriğine dair bazı varsayımlarda bulunulmalıdır. Bu varsayımlar, Wash Box tasarımındaki deneyimlere dayanır.

**Wash Box'ı terk ederken bandın üzerinde kalan 10 gram/metrekaire geri taşınan malzeme çok mu fazla?**

Geri taşınan malzeme seviyeleri konusunda belirtildiği gibi, 10 gram/metrekaire (0.033 oz/ft<sup>2</sup>) temiz bir bant olarak kabul edilir. (Bkz. 31. Bölüm: Performans Ölçümleri). Testlerde, ortalama olarak, bu temizlik seviyesinde bantta kalan geri taşınan malzemenin yalnızca yaklaşık yüzde 50'sinin dönüş yolunda banttardan düşeceği görülmüştür.

Bant temizleme, sonuçları çan eğrisinde olan bir prosesdir. 10 gram/metrekaire geri taşınan malzeme seviyesi, 20 gram/metrekaire (0.066 oz/ft<sup>2</sup>) ve bazen 0 gram/metrekaire arasında değişebilir. 10 gram/metrekaire (0.033 oz/ft<sup>2</sup>) geri taşınan malzemeden daha temiz bir bant sıyrıcısı elde etmek

#### Denklem 24.2

Her Gün Wash Box'tan Çıkması Arzu Edilen Geri Taşınan Malzemeyi Hesaplama

$$Cb_{day-out} = BW \cdot CW \cdot S \cdot T \cdot Cb_{out} \cdot k$$

**Eldeki veri:** Yüzde 67 temizlenen genişliğe sahip, saniyede 3,5 metre (700 ft/dk) hareket eden 1,2 metrelik (48 inç) bir bant, 24 saatlik çalışmada 10 gram / metrekaire (0.033 oz/ft<sup>2</sup>) arzu edilen geri taşınan malzemeye sahiptir. **Bulunacak:** Her gün Wash Box'tan çıkan geri taşınan malzeme.

	Değişkenler	Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
$Cb_{day-out}$	Her Gün Wash Box'tan Çıkması Arzu Edilen Geri Taşınan Malzeme	ton	kısa ton
$BW$	Bant Genişliği	1,2 m	4 ft
$CW$	Temizlenen Bant Genişliği	0,67 (67%)	0.67 (67%)
$S$	Bant Hızı	3,5 m/sn	700 ft/dk
$T$	Bir Günde Geçen Süre	86400 sn	1440 dk
$Cb_{out}$	Wash Box'tan Çıkması Arzu Edilen Geri Taşınan Malzeme Miktarı	10 gr/m <sup>2</sup>	0.033 oz/ft <sup>2</sup>
$k$	Dönüşüm Faktörü	$1 \times 10^{-6}$	$3.12 \times 10^{-5}$
<b>Metrik: <math>Cb_{day-out} = 1,2 \cdot 0,67 \cdot 3,5 \cdot 86400 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 2,4</math></b>			
<b>İngiliz: <math>Cb_{day-out} = 4 \cdot 0.67 \cdot 700 \cdot 1440 \cdot 0.033 \cdot 3.12 \cdot 10^{-5} = 2.8</math></b>			
$Cb_{day-out}$	Her Gün Wash Box'tan Çıkması Arzu Edilen Geri Taşınan Malzeme	2,4 t	2.8 st

2. Adımın Cevabı: Wash Box'tan çıkması arzu edilen geri taşınan malzeme günde 2,4 tondur (2.8 st).

için o kadar fazla temizleme basıncının uygulanması gerekir ki bu, bantın üst kaplamasını tehlikeye atabilir. Bu nedenle 10 gram/metrekaire, bantta kalan geri taşınan malzeme için kabul edilebilir ve uygulanabilir bir alt sınırdır.

### Wash Box'ı Terk Ederken Bant Ne Kadar Islak?

Bantta kalan su miktarı, kullanılan su temizleme sisteminin tipine dayanarak tahmin edilebilir. En etkili yöntem, yüksek hızlı bir hava bıçağı sistemidir.

Testler, hareketli konveyör bantları için, bantta kalan 6,0 gram/metrekaire (0.020 oz/ft<sup>2</sup>) suyun pratik olarak elde edilebilecek en düşük seviye olduğunu doğrulamıştır.

Örnekte, yüzde 50 rutubet içeriğinde bantta 10 gram/metrekaire (0.033 oz/ft<sup>2</sup>) (kuru ağırlık) geri taşınan malzeme kaldığının varsayılması, bantta eşit miktarda veya 10 gram/metrekaire su kalmış olacağı anlamına gelir. (Not: 1.0 özgül ağırlıkla 1,0 mikron kalınlığında bir geri taşınan malzeme veya su tabakası 1,0 gram/metrekaireye eşittir)

### Genel Su Kullanımı Nasıl Azaltılabilir?

Genel su kullanımı, kullanılmış sudaki tüm su geri dönüştürülerek ve Wash Box sistemine yalnızca gerekli katma suyu eklenerek azaltılabilir. Teorik olarak, gerekli katma suyu miktarı, Wash Box'ı terk ederken banttaki ve kullanılmış sudaki su miktarına eşit olacaktır. Bununla birlikte,

#### Denklem 24.3

Dakikada İşlenecek Kullanılmış Su Miktarını Hesaplama

$$E_m = \frac{(Cb_{day-in} - Cb_{day-out}) \cdot k}{\rho \cdot T} + (W_{SB} + W_F)$$

**Eldeki veri:** Bir Wash Box'a 24,3 ton (27.8 st) geri taşınan malzeme girmekte ve 2,4 ton (2.8 st) geri taşınan malzeme çıkmaktadır. Malzeme yoğunluğunun 1 kilogram/litredir (62 lb<sub>m</sub>/ft<sup>3</sup>). Wash Box'taki püskürtme çubuğu ve yıkama sisteminin her biri 24 saatlik çalışmada dakikada 100 litre (25 gal/dk) tüketmektedir. **Bulunacak:** Çalışma dakikası başına kullanılmış su miktarı.

	Değişkenler	Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
$E_m$	Dakika İşlenen Kullanılmış Su	litre / dakika	galon / dakika
$Cb_{day-in}$	Her Gün Wash Box'a Giren Geri Taşınan Malzeme	24,3 t	27.8 st
$Cb_{day-out}$	Her Gün Wash Box'tan Çıkması Arzu Edilen Geri Taşınan Malzeme	2,4 t	2.8 st
$k$	Dönüşüm Faktörü	1000	14960
$\rho$	Dökme Malzeme Yoğunluğu	1 kg/l	62 lb <sub>m</sub> /ft <sup>3</sup>
$T$	Bir Günde Geçen Süre	1440 dk	1440 dk
$W_{SB}$	Püskürtme Çubuğu için Su Tüketimi	100 l/dk	25 gal/dk
$W_F$	Wash Box'ı Yıkamak için Su Tüketimi	100 l/dk	25 gal/dk
<p>Metrik: <math>E_m = \frac{(24,3 - 2,4) \cdot 1000}{1 \cdot 1440} + (100 + 100) = 215</math></p> <p>İngiliz: <math>E_m = \frac{(27.8 - 2.8) \cdot 14960}{62 \cdot 1440} + (25 + 25) = 54</math></p>			
$E_m$	Dakika İşlenen Kullanılmış Su	215 l/dk	54 gal/dk

3. Adımın Cevabı: Sistem dakika 215 litre (54 gal/dk) kullanılmış su işler.

Wash Box'ta, buharlaşma yanında kaçaklar ve sıçrama gibi diğer sistem kayıpları da olacaktır. Geri taşınan malzemenin ve geri dönüştürülmüş katı maddelerin içinde bulunan, Wash Box'ı terk eden su miktarı, genellikle gerekli katma suyunun en az yarısıdır. Katma suyunun eklenmesi genellikle, çökeltme tankındaki bir tür seviye göstergesi tarafından kontrol edildiğinden, talep sabit değildir. Bu nedenle, katma suyu sistemi, sürekli çalışmak zorunda olmadan tankı uygun seviyede tutmak için normalden daha büyük yapılmalıdır.

Gerekli katma suyu hesaplanabilir (**Denklem 24.4**).

Wash Box dakikada 200 litre (50 gal/dk) su gerektirir. Yalnızca gerekli katma suyunu

kullanıp kullanılmış suyu geri dönüştürerek, işletme dakikada sadece 8,6 litre (2.5 gal/dk) tüketecektir. Bu dakikada 191,4 litre (47.5 gal/dk) su tasarrufu sağlar.

Geri dönüştürülen su, Wash Box'ı yıkamak için ve/veya büyük delikleri olan püskürtme çubuklarında kullanılabilir. Katma suyunun çoğu, Wash Box'ın içindeki son bant sıyrıcısına veya sileceğe düşük hacimli temiz su spreyi olarak eklenebilir. Her ne kadar basitleştirilmiş olsa da, bu örnek, su ve katı maddeleri geri dönüştürmek için mekanik bir araç kullanan, bu bant genişliği ve hızındaki bir konveyör bandı yıkama sistemi için tipiktir.

#### Denklem 24.4

Dakikada Gerekli Katma Suyunu Hesaplama

$$M_w = \left[ \left( \frac{C_{b_{day-out}}}{1 - M_{Cb}} \right) + \left( \frac{C_{b_{day-in}} - C_{b_{day-out}}}{M_E} \right) \right] \cdot SF \cdot k$$

**Eldeki veri:** Bir Wash Box'a 24,3 ton (27.8 st) geri taşınan malzeme girmekte ve 2,4 ton (2.8 st) geri taşınan malzeme çıkmaktadır. Geri taşınan malzemenin rutubet içeriği yüzde 50 ve kullanılmış suyun rutubet içeriği yüzde 15'tir. **Bulunacak:** Dakikada gereken katma suyunun miktarı.

	Değişkenler	Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
$M_w$	Dakikada Gerekli Katma Suyu	litre / dakika	galon / dakika
$C_{b_{day-in}}$	Her Gün Wash Box'a Giren Geri Taşınan Malzeme	24,3 t	27.8 st
$C_{b_{day-out}}$	Her Gün Wash Box'tan Çıkması Arzu Edilen Geri Taşınan Malzeme	2,4 t	2.8 st
$k$	Dönüşüm Faktörü	0,69	0.17
$M_{Cb}$	Geri Taşınan Malzemenin Rutubet İçeriği	0,5 (50%)	0.5 (50%)
$M_E$	Kullanılmış Suyun Rutubet İçeriği	0,15 (15%)	0.15 (15%)
$SF$	Diğer Kayıpları Açıklamak için Kullanılacak Güvenlik Faktörü	2	2
<b>Metrik:</b> $M_w =$	$\frac{2,4}{1 - 0,5} + \frac{24,3 - 2,4}{0,15}$	$2 \cdot 0,69 = 8,6$	
<b>İngiliz:</b> $M_w =$	$\frac{2,8}{1 - 0,5} + \frac{27,8 - 2,8}{0,15}$	$2 \cdot 0,17 = 2,5$	
$M_w$	Dakikada Gerekli Katma Suyu	8,6 l/dk	2.5 gal/dk



## GÜVENLİK HUSUSLARI

Genel anlamda, bant yıkama istasyonları için güvenlik hususları, genellikle basınç altındaki sıvıların ve otomatik olarak başlayabilecek pompalar veya vidalı konveyörler gibi yardımcı ekipmanın bulunması dışında, diğer bant temizleme sistemlerinden farklı değildir (*Bant temizleme sistemleriyle ilgili güvenlik hususlarına dair genel bir değerlendirme için bkz. 14. Bölüm: Bant Temizleme*)

Uygun kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürleri izlenmelidir.

Bakımdan önce pompalar ve vidalı

konveyörler gibi yardımcı ekipmanın gücü kesilmeli ve tazyikli hava ve su gibi tüm basınç kaynakları kapatılmalı ve basınçları boşaltılmalıdır.

Wash Box'ların muayenesi ve bakımı, konveyörün her iki tarafından erişim gerektirir. Yeterli çalışma alanı sağlanmalıdır. Suyun bulunması; güverteleri, zeminleri ve merdivenleri kayganlaştırır; bu nedenle bu sistemlere yaklaşırken veya çevrelerinde çalışırken daima dikkat edilmesi önerilir. İşçiler, aşırı püskürtmeye ve içerebileceği malzeme parçacıklarına maruz kalmamak için bant yıkama sistemlerini muayene ederken dikkatli olmalıdır.

## BANT YIKAMA SİSTEMLERİNİN TASARIMI HAKKINDA

### Sonuç olarak...

Etkili bant sıyrıcılarının, püskürtmeli yıkama teknolojisinin, kullanılmış su arıtımının ve bant kurutma sistemlerinin birleştirilmesi sonucunda ortaya son teknoloji bir bant yıkama istasyonu çıkar. Bu tür bir istasyon, bandın makul ölçüde temiz ve kuru tutulması ihtiyacını karşılayabilir, katı maddelerin makul bir maliyetle geri kazanılmasını ve geri dönüştürülmesini sağlayabilir ve asgari miktarda temiz su kullanabilir. Alanın sınırlı olduğu yerlerde, kontrollü alanlara sığacak elemanlar tasarlanabilir, fakat buna karşılık temizlik veriminde azalmalar ve çalışma ve bakım zorluğunda artış gibi güçlüklerle karşılaşılabilir.

Bant yıkama sistemleri, eksiksiz bir bant temizleme sisteminin arzu edilen tüm özelliklerini tek bir işletim sisteminde birleştirir. Uygulama için uygun ekipman seçilerek, maliyet en aza indirilebilir ve çevre yönetmeliklerinin yerine getirilmesi, geri taşınan malzemenin geri kazanılması, temizlik giderinin azaltılması ve bileşen ömrünün uzatılmasına dayanarak yatırım geri dönüşü hesaplanabilir.

### İlerideki bölümlerde...

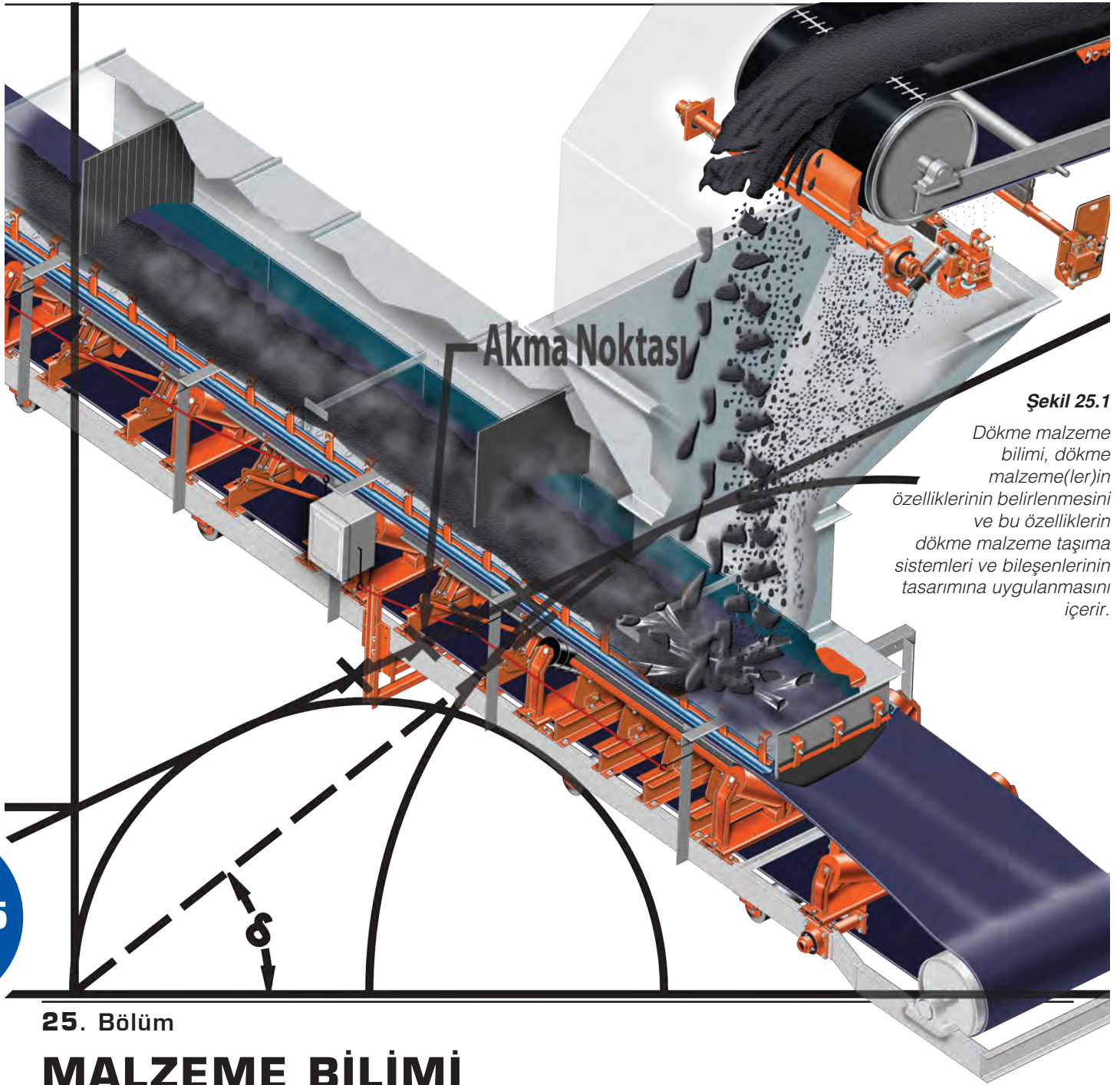
Modern Konseptler kısmındaki üçüncü bölüm olan Bant Yıkama Sistemleri başlıklı bu bölümde, hem geri taşınan malzeme hem de bunun konveyöre verebileceği zararı azaltmak için bant temizleme sistemlerinde su kullanılması ele alındı. Sonraki bölüm, Malzeme Bilimi, bu kısımdaki son bölümdür.

**REFERANSLAR**

- 24.1 Planner, J.H. (1990). "Water as a means of spillage control in coal handling facilities." In *Proceedings of the Coal Handling and Utilization Conference: Sydney, Australia*, pp. 264–270. Barton, Australian Capital Territory, Australia: Institution of Engineers, Australia.
- 24.2 Stahura, Richard.P, Martin Engineering. (1987). "Conveyor belt washing: Is this the ultimate solution?" *TIZ-Fachberichte*, Volume 111, No. 11, pp. 768–771. ISSN 0170-0146.
- 24.3 Illinois Üniversitesi. (1997). *High Pressure Conveyor Belt Cleaning System*. Martin Engineering için yapılan yayınlanmamış çalışma.
- 24.4 Newcastle Research Associates Üniversitesi (TUNRA). Engineering Services and Supplies P/L (ESS) için yapılan başlıksız ve yayınlanmamış çalışma.
- 24.5 Illinois Üniversitesi. (2005). *Design of Conveyor Belt Drying Station*. Martin Engineering için yapılan yayınlanmamış çalışma.
- 24.6 Swinderman, R. Todd, Martin Engineering. (2004). "Standard for the specification of belt cleaning systems based on performance." *Bulk Material Handling by Conveyor Belt 5*, sf. 3–8. Düzenleyen Reicks, A. ve Myers, M., Littleton, Colorado: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME).
- 24.7 Roberts, A.W.; Ooms, M.; ve Bennett, D. *Conveyor Belt Cleaning – A Bulk Solid/Belt Surface Interaction Problem*. Newcastle Üniversitesi, Avustralya: Makine Mühendisliği Bölümü
- 24.8 Spraying Systems Company (<http://www.spray.com>) püskürtme nozüllerinin temelleri ve mevcut seçenekler hakkında çeşitli materyaller içermektedir.







**Şekil 25.1**

Dökme malzeme bilimi, dökme malzeme(ler)in özelliklerinin belirlenmesini ve bu özelliklerin dökme malzeme taşıma sistemleri ve bileşenlerinin tasarımına uygulanmasını içerir.

25

## 25. Bölüm

# MALZEME BİLİMİ

Dökme Malzemelerin Temel Özellikleri .....	399
Gelişmiş Dökme Malzeme Özellikleri.....	403
Dökme Malzeme Özelliklerinin Tipik Uygulamaları.....	407
Tipik Özellikler .....	408
Güvenlik Hususları .....	408
Gelişmiş Konular .....	410
Geliştirilmiş Tasarım için Malzeme Bilimi .....	410

### Bu bölümde...

Bu bölümde, uygun konveyör tasarımı için taşınacak gerçek dökme malzemelerin test edilmesinin önemini ele alıyoruz. Dökme malzemelerin hem temel hem gelişmiş özelliklerini ve bu özellikleri ölçmek için kullanılan test yöntemlerini, bu testlerin hangi tipik uygulamalar için gerçekleştirildiğiyle birlikte anlatıyoruz.

Dökme malzeme bilimi, dökme malzeme(ler)in özelliklerinin belirlenmesini ve bu özelliklerin dökme malzeme taşıma sistemleri ve bileşenlerinin tasarımına uygulanmasını içeren disiplinlerarası bir alandır. Bu bilim (hem bir kütle hem de ayrı parçacıklar olarak) dökme malzeme(ler) ve malzeme(lerin) üzerinde akacağı yüzeyler arasındaki etkileşimi araştırır.

İlk konveyörlerin tasarımından beri, dökme malzemelerin dökme yoğunluğu ve yığın açısı gibi özellikleri, ekipmanı boyutlandırmak ve dökme malzeme taşıma sistemlerinin güç gereksinimlerini hesaplamak için kullanılmıştır. Modern dökme malzeme biliminin kökleri, siloların bir kütle akışı durumunda çalışması için gerekli kritik boyutların, dökme malzemenin çeşitli şartlar altındaki mukavemetine dayanarak belirlendiği, Andrew W. Jenike'nin Utah Üniversitesinde yaptığı çalışmaya dayanır. Jenike tarafından geliştirilen yöntemler, dökme malzemenin iç mukavemetini ve dökme malzemeyle temas edeceği yüzeyler (örn. bant ve şut) arasındaki sürtünmeyi belirlemek için kullanılır. Bu özellikler, konveyörler üzerinde hareket ederken ve şutlardan geçerken dökme malzemelerin davranışını ve akışını kestirmek için giderek artan bir başarıyla kullanmakta, dolayısıyla daha temiz, daha güvenli ve daha verimli sistemlerin tasarlanmasını sağlamaktadır.

Birçok dökme malzeme için tipik özelliklerle yayınlanmış birtakım başvuru kaynakları vardır (*Referans 25.1*). Bu referans veriler genellikle genel bir tanımdır ve her ne kadar ön ekipman tasarımında yararlı olsalar da, gerçek kullanım şartları altında belirli bir dökme malzemeyi temsil etmezler.

Belirli bir dökme malzemenin uygun temel ve gelişmiş özellikleri belirlenmeden bir malzeme taşıma sistemi tasarlayarak ciddi hatalar yapılabilir.

Siloların, vidalı konveyörlerin ve stok sahalarının tasarımı gibi, dökme malzeme biliminin birçok uygulama alanı vardır. Bu bölümde, dökme malzemeleri taşımak için bantlı konveyör sistemlerinin ve bileşenlerinin tasarımına dökme malzemelerin özelliklerinin uygulanmasının önemi ele alınacaktır (**Şekil 25.1**).

## DÖKME MALZEMELERİN TEMEL ÖZELLİKLERİ

Dökme malzemeler için birçok temel özellik ve test, Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliğinin (CEMA) yayını olan CEMA STANDARDI 550-2003'te verilmektedir. Bantlı konveyör sistemlerinin tasarımında en çok kullanılan (veya hatalı kullanılan) özellikler aşağıda anlatılmaktadır.

### Dökme Yoğunluğu

Bir dökme malzemenin dökme yoğunluğu ( $\rho$ ) hacim birimi başına ağırlıktır (kilogram/metreküp ( $\text{lb}_m/\text{ft}^3$ )). Farklı rutubet içeriklerinde, dökme malzeme, konveyör bandında yolculuk ettikçe ve titreşim nedeniyle sıkıştırıldığında, dökme yoğunluğunda farklar oluşacaktır.

### Gevşek Dökme Yoğunluğu

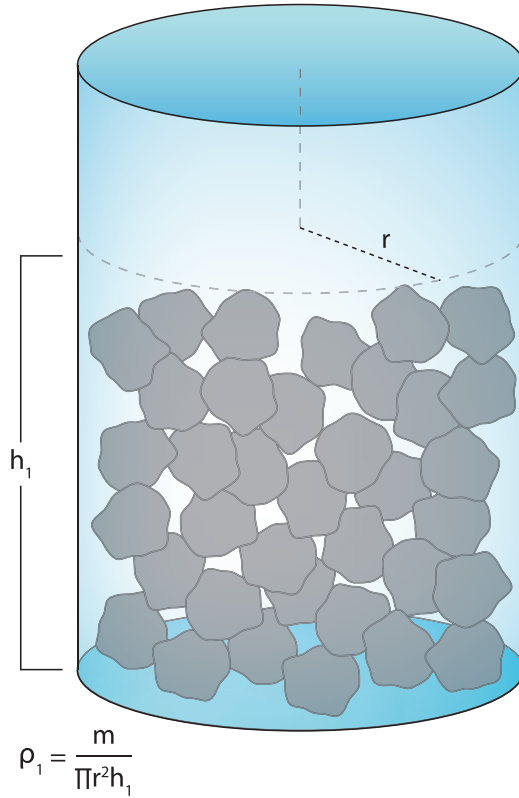
Bir dökme malzemenin gevşek yığın yoğunluğu ( $\rho_1$ ), numune gevşek veya sıkıştırılmamış durumdayken ölçülen hacim birimi başına ağırlıktır (**Şekil 25.2**). Gevşek dökme yoğunluğu, yük bölgesi şutlarını ve yükleme teknelerinin yüksekliğini ve genişliğini tasarlarken daima kullanılmalıdır, aksi takdirde tasarım kapasitesi, gevşek durumda artan hacim nedeniyle transfer noktasından geçemeyebilir.

### Sıkıştırılmış Dökme Yoğunluğu

Titreşimli dökme yoğunluğu adı da verilen sıkıştırılmış dökme yoğunluğu ( $\rho_2$ ) normalde dökme malzemelerin taşınmasında bulunabilecek en ağır yoğunluktur

**Şekil 25.2**

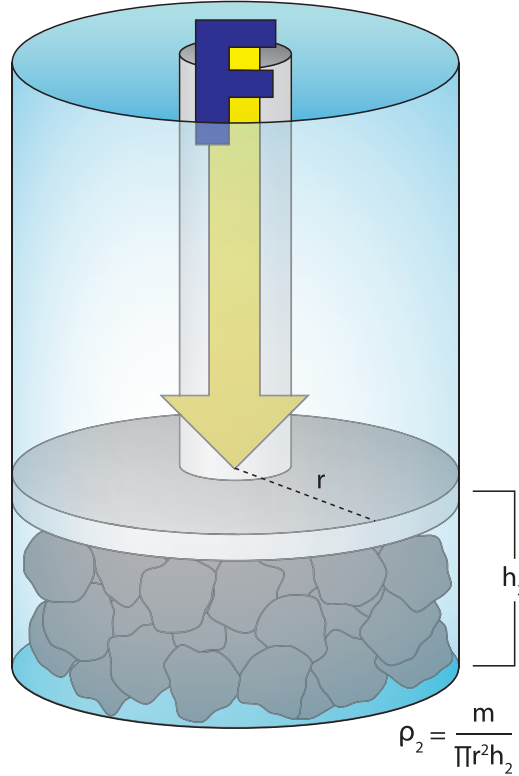
Bir dökme malzemenin gevşek yığın yoğunluğu ( $\rho_1$ ), numune gevşek veya sıkıştırılmamış durumdayken ölçülen hacim birimi başına ağırlıktır.



$$\rho_1 = \frac{m}{\pi r^2 h_1}$$

**Şekil 25.3**

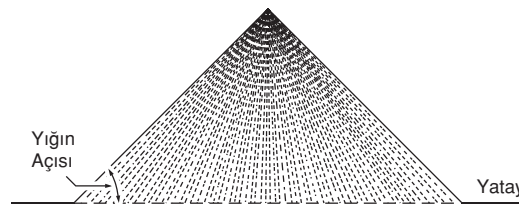
Titreşimli dökme yoğunluğu adı da verilen sıkıştırılmış dökme yoğunluğu ( $\rho_2$ ), normalde dökme malzemelerin taşınmasında bulunabilecek, malzeme kütlesine bir sıkıştırıcı kuvvet (F) veya titreşim enerjisi uygulanmasıyla elde edilen en ağır yoğunluktur.



$$\rho_2 = \frac{m}{\pi r^2 h_2}$$

**Şekil 25.4**

Yığın Açısı



(Şekil 25.3). Bu, malzeme kütlesine bir sıkıştırıcı kuvvet (F) veya titreşim enerjisi uygulanarak elde edilir. Sıkıştırılmış dökme yoğunluğu, dinamik duruş açısına dayanarak bantta taşınan malzemenin ağırlığını belirlemek için kullanılır. Sıkıştırılabilme yüzdesi, titreşimli dökme yoğunluğu eksi gevşek dökme yoğunluğunun, titreşimli dökme yoğunluğunun 100 ile çarpımına bölünmesiyle bulunabilir. Yukarıdaki oran nadiren yüzde 40'ın üzerindedir ve yüzde 3'e kadar düşebilir ki bu, yoğunlukla ilgili hesaplamalar yapılırken dikkat edilmesi gerektiğini gösterir.

Uluslararası Amerikan Test ve Malzeme Derneğinin (ASTM) ASTM D6683-01'i (Referans 25.2) gibi dökme yoğunluğunu belirlemek için yayınlanmış birtakım standartları vardır, fakat yoğunluk dökme malzemelerin taşınmasına uygulanacağına, CEMA STANDAR-DI 550-2003'te anlatılan test yöntemlerinin kullanılması önerilir.

### Yığın Açısı

Dökme malzemeler için gevşek yığın açısı, yatay bir çizgi ve serbestçe oluşmuş bir dökme malzeme yığınının tepesinden yığının tabanına doğru inen eğimli çizginin arasındaki açıdır (Şekil 25.4). Bununla birlikte, belirli bir malzeme için yığın açısı, yığının nasıl oluştuğuna ve malzemenin yoğunluğuna, parçacık şekline, rutubet içeriğine ve boyut tutarlılığına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Yığın açısını ölçmek nispeten kolay olduğundan, çoğu zaman pratik bir tasarım parametresi olarak kullanılır. Bununla birlikte, bu, belirli bir dökme malzeme kategorisi için açıdaki büyük değişimler nedeniyle ciddi hatalara yol açabilir. Örneğin, CEMA STANDAR-DI 550-2003'te listlendiği şekilde, çeşitli kömür tipleri için yığın açısı 27 dereceden 45 dereceye kadar uzanır. Yığın açısının uygulanması, serbestçe oluşmuş yığınların şekliyle sınırlanmalıdır.

### Dinamik Duruş Açısı

Dinamik duruş açısı, yükün enine kesitinin derece olarak yataya eğiklikle ölçülen açısıdır (Şekil 25.5). Dinamik duruş açısını göstermek için çoğu zaman  $\Theta_s$  sembolü

kullanılır. Bir dökme malzemenin hareketli bir konveyörde dinamik duruş açısı, kullanılan konveyörün türüne bağlıdır. Oluklu bir bantlı konveyörde, dökme malzemenin yük enine kesitinin üst yüzeyi, dairesel yayın bir parçası ve yayın uçlarının serbest kenar mesafesinde bantın eğik kenarlarıyla birleştiği kabul edilir. (*Kenar mesafesi hakkında bir tartışma için bkz. 11. Bölüm: Yükleme Teknikleri*). Dikey tava kenarlarına sahip konveyörlerde, yük enine kesitinin üstü, dairesel yayın uçları dikey kenarlarla birleşen bir parçası olarak kabul edilebilir (**Şekil 25.6**). Dinamik duruş açısı, dairesel yaya teğet çizginin eğimiyle ölçülür. Düz bir bantta veya paletli konveyörde, dökme malzemenin üst yüzeyinin enine kesitte üçgen olduğu varsayılır (**Şekil 25.7**).

Dinamik duruş açısı, çeşitli bant genişlikleri ve oluk açılıları için banttaki yükün profilini belirlemek amacıyla konveyör tasarımında kullanışlıdır, dolayısıyla bantın teorik taşıma kapasitesini verir. Dökme malzemeler için dinamik duruş açılarını belirlemede kullanılan standart test yöntemleri CEMA STANDARDI 550-2003'te anlatılmaktadır.

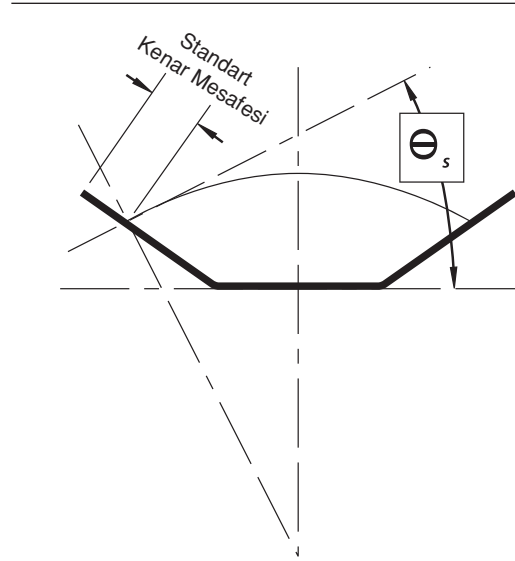
### Malzeme Büyüklüğü

Dökme malzemenin büyüklüğü çoğu zaman ya malzemenin maksimum topak büyüklüğü ya da genellikle eleme adı verilen bir proseste tanımlanmış eleklerden geçen parçacıkların yüzdesi olarak tanımlanır. Her iki ölçüm de konveyör tasarımı için önemlidir.

Malzeme büyüklüğü çoğu zaman en büyük topağın genişliği ve yüksekliği olarak tanımlanır. Örneğin, 50 milimetre x 50 milimetre (2 inç x 2 inç) maksimum topak büyüklüğüne sahip bir malzeme, 50 milimetre (2 inç) eksi malzeme olarak tanımlanacaktır. Bununla birlikte, topak boyunun genişlik veya yükseklikten büyük olanın üç katına kadar olabileceğini varsaymak yaygın bir uygulamadır; yukarıdaki örnek sonucunda ortaya 150 milimetre (6 inç) uzunluğa kadar bir boy çıkar. Bu bilgi, şut ve yükleme tekniklerinin genişliği dahil, çeşitli bileşenlerin büyüklüğünü belirlerken yararlıdır.

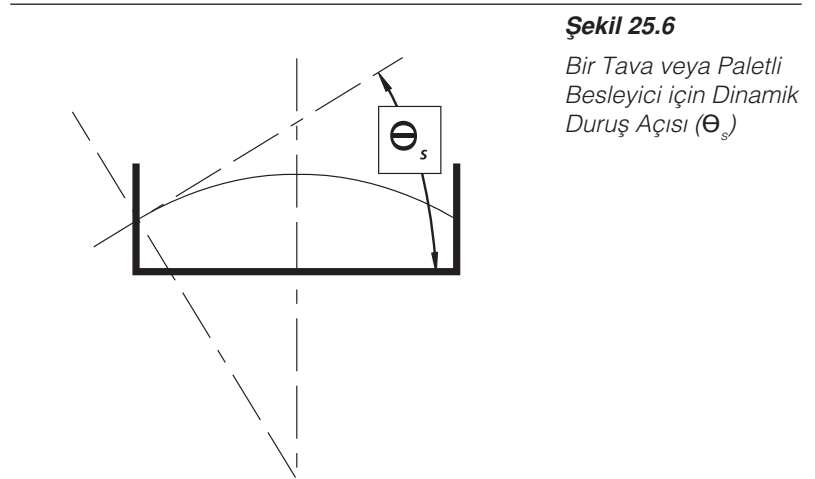
Genel bir “göz kararı” kuralı da, tıkanmayı önlemek için şut veya yükleme teknesi genişliğinin en büyük topak boyutunun en az iki katı olması gerektiğidir.

Bir elek analizi, dökme malzemenin



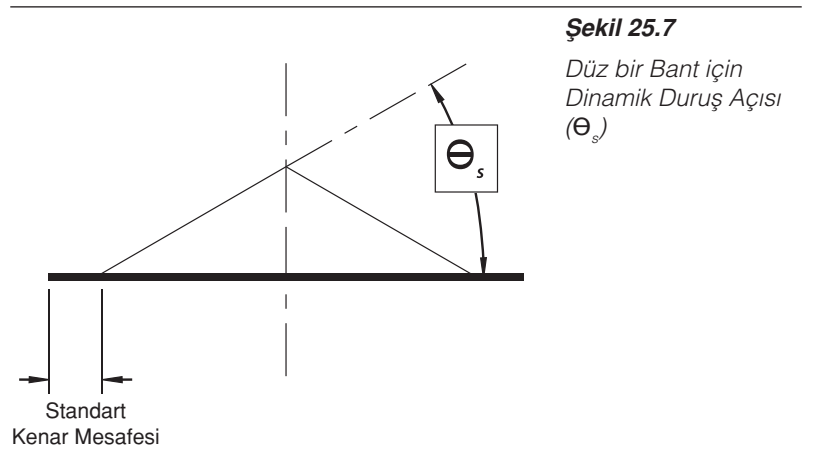
**Şekil 25.5**

Oluklu bir Bant için Dinamik Duruş Açısı (Θ<sub>s</sub>)



**Şekil 25.6**

Bir Tava veya Paletli Besleyici için Dinamik Duruş Açısı (Θ<sub>s</sub>)



**Şekil 25.7**

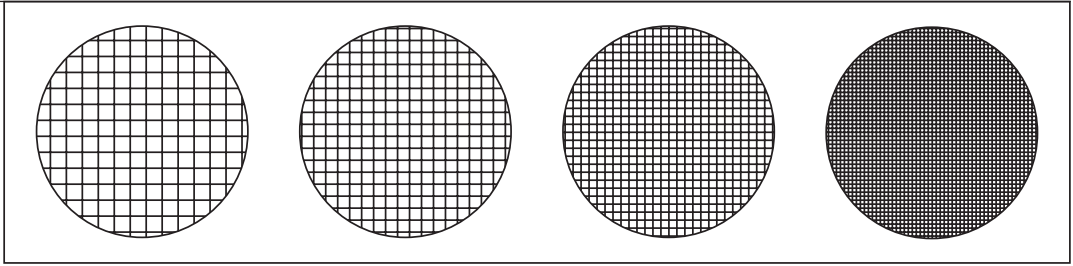
Düz bir Bant için Dinamik Duruş Açısı (Θ<sub>s</sub>)

büyükliğini en eksiksiz şekilde gösterir (**Şekil 25.8**).

ASTM D6393-99(2006) (*Referans 25.3*), dökme malzemelerin elek analizi için bir test yöntemi sağlar. Parçacık büyüklüğü dağılımı, her bir büyüklük aralığında, belirli bir elek boyutundan geçen ve bir sonraki daha küçük elekte tutulan toplam numunenin bir parçası olarak gösterilen malzeme yüzdesinin tablolaştırılmasıdır. Parçacık büyüklüğü dağılımı eğrisi, genellikle, parçacık büyüklüğünü logaritmik bir ölçekte apsis ve belirli bir elek büyüklüğünden geçen ağırlığa göre kümülatif yüzdeyi ordinat olarak kullanan yarı logaritmik bir çizimdir (**Şekil 25.9**). Eğrinin şekli ve herhangi bir düz bölümün eğimi, numunenin büyüklük dağılımının görelî düzgünlüğünü gösterir. Bu bilgi, hava akışını hesaplamak için gereken parçacık büyüklüğünü belirlemede

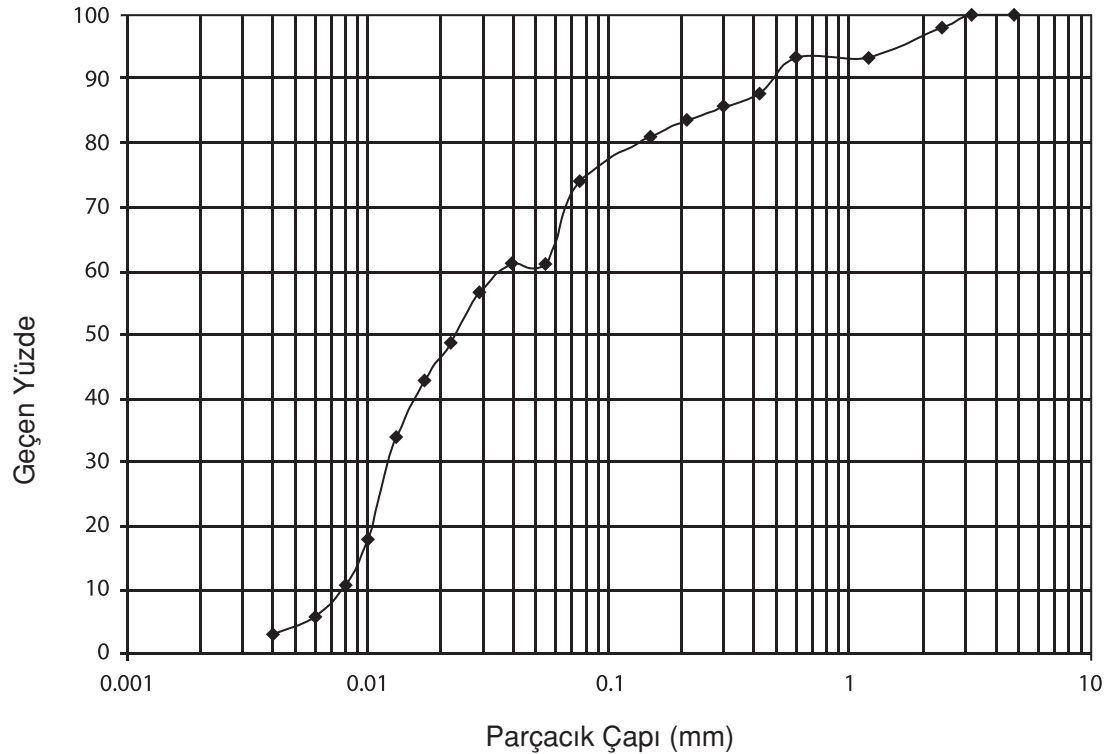
**Şekil 25.8**

Elek analizi, dökme malzemenin büyüklüğünü en eksiksiz şekilde gösterir.



**Şekil 25.9**

Parçacık büyüklüğü dağılımı eğrisi genellikle yarı logaritmik bir çizimdir.



kullanışlıdır. (*Paydada parçacık çapını (D) içeren emilen havayı hesaplamak için bkz. Bölüm 7: Hava Kontrolü*). Emilen hava miktarı, parçacık çapına ters orantılıdır; çap ne kadar küçükse emilen hava o kadar fazladır. Ortalama parçacık çapının bilinmesi, her bir elek büyüklüğündeki parçacıkların yüzdesine dayanarak emilen havayı hesaplamann basitleştirilmiş bir yolunu sunar.

## GELİŞMİŞ DÖKME MALZEME ÖZELLİKLERİ

### Rutubet İçeriği

Rutubet içeriği, bir dökme malzemede mevcut toplam su miktarıdır. Dökme malzeme, yüzey (veya serbest) rutubeti içeriğine ve doğal rutubet içeriğine sahip olabilir. Yüzey rutubeti, yüzeyde parçacıkların arasında ve açık gözeneklerde bulunan su kütlesidir. Yüzey rutubeti içeriği, malzemenin adezyon, kohezyon ve duvar sürtünme açısı değerleri üzerinde büyük bir etkiye sahip olabilir. Doğal rutubet içeriği, kapalı gözeneklerin içindeki su kütlesidir, fakat parçacıkların içinde kimyasal olarak bağlanmış rutubeti içermez. Rutubet içeriği, dökme malzeme taşıma endüstrisinde yaş bazında tanımlanır; rutubet içeriği, toplam yaş ağırlığın bir yüzdesi olarak ifade edilir. Yüzey rutubetini belirlemenin en yaygın yöntemi, dengeye ulaşılmıyaya kadar bir numuneyi fırında kurutmak ve daha sonra ağırlık kaybını ölçmektir.

### Nemlendirme ve Çökme Hızı

Bir solüsyonun nemlendirme yeteneği, onun bir dökme malzemeyi "ıslatma" (üzerinde yayılma) ve ona nüfuz etme yeteneğinin bir ölçüsüdür. Bu önemlidir, çünkü belirli bir malzemeyle kullanılan toz bastırma sistemleri ve kimyasalların performansını etkiler ve yansıtır.

Sedimentasyon ölçme yöntemleri, Stokes Yasasının uygulanmasına dayanarak, bir yerçekimi alanının (yani serbest düşmenin) etkisi altındaki yapışkan bir sıvıda izole küresel çökme için son hız tanımlar. Düşük Reynolds sayılarına (yani ince akış şartları-

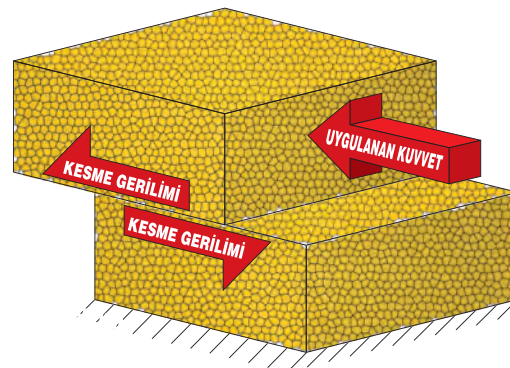
na) sahip malzemeler için son hız, parçacık ve araç arasındaki yoğunluk karşıtlığına, viskoziteye ve parçacık büyüklüğüne bağlıdır.

Sedimentasyon veya çökme hızı, belirli malzemelerle bant yıkama ve toz bastırma sistemlerinin performansını değerlendirmeye yardımcı olması açısından aynı şekilde önemlidir. Dökme malzemelerin suda çökme hızı için basit ve yaygın olan bir teste genellikle "Kavanoz Testi" adı verilir. En basit şekilde, dökme malzemenin alınan bir numune geniş ağızlı bir su bardağına konur ve malzemenin dibe çökme süresi kaydedilir. Detaylı prosedürler ASTM D2035-08'de (*Referans 25.4*) anlatılmaktadır.

### İç Gerilimler

Bir malzemedeki iç gerilim doğrudan ölçülemez. Dış kuvvetler tarafından başlatılan ayırma, sıkıştırma veya kaymaya direnirken, bir dökme malzemenin birim alanı boyunca etki gösteren kuvvetten çıkarılmalıdır. Normal gerilim, malzemenin bir enine kesit alanına dik olan kuvvetlerin neden olduğu gerilimdir. Kesme gerilimi, enine kesitin düzlemine paralel kuvvetlerden kaynaklanır (**Şekil 25.10**). Gerilim, kuvvet bölü alan olarak ifade edilir.

Jenike tarafından yapılan orijinal çalışma, malzemenin kesme gerilimi kapasitesinden elde edildiği şekliyle dökme malzemelerin özelliklerine yoğunlaştı. Jenike'nin çalışması, güvenilir yerçekimiyle akış için bir depolama silosunun çıkış boyutlarını ve güvenli silo tasarımı için bunker duvarındaki gerilimleri belirlemeye odaklandı. Orijinal çalışmasından birçok aynı yöntem, dökme

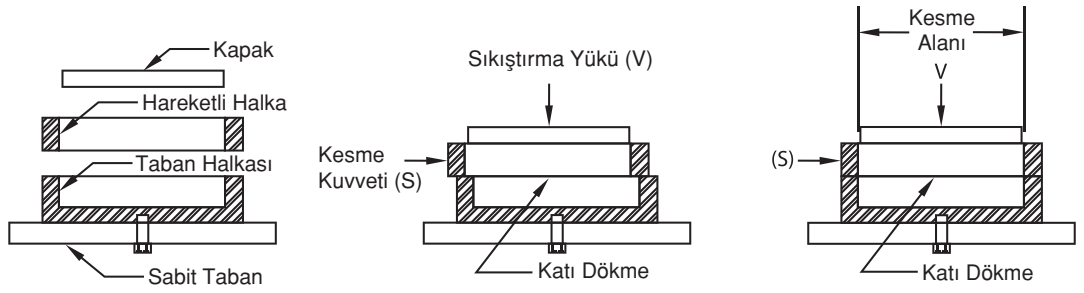


**Şekil 25.10**

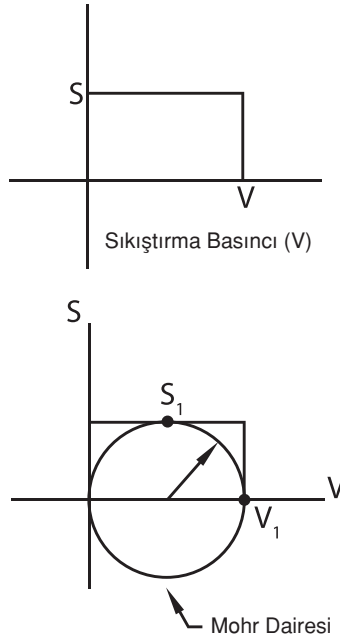
Kesme gerilimi, enine kesitin düzlemine paralel kuvvetlerden kaynaklanır.

**Şekil 25.11**

Dökme malzemenin akış özellikleri, bir kesme hücresi kullanılarak, dökme malzemeyi kesecek kuvvetin ölçülmesiyle elde edilebilir.

**Şekil 25.12**

Mohr Dairesi Konsepti

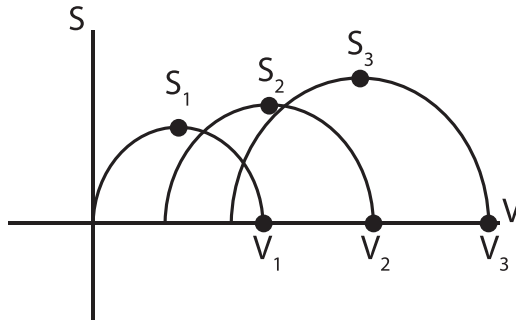


malzemelerin konveyör bantlarında taşınmasına başarıyla uygulanmıştır.

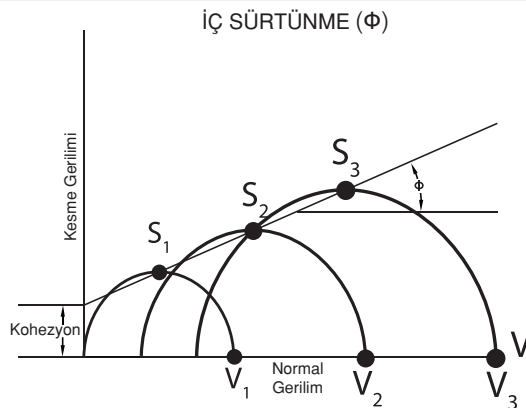
Bir dökme malzemenin akış özellikleri, bir kesme hücresi kullanılarak dökme malzemeyi kesecek kuvvetin ölçülmesiyle bulunabilir (Şekil 25.11). Bir çok kesme hücresi üreticisi ve ASTM D6128-06 (Referans 25.5) veya ASTM D6773-02 (Referans 25.6) gibi dökme malzeme özelliklerini belirlemek için kullanılan test yöntemi vardır. Normalde, yalnızca dökme malzemeden alınan ince taneler test edilir, çünkü bunlar genellikle en büyük adezyon ve kohezyon değerlerini verir. Kesme hücresi testleri, farklı rutubet seviyelerinde ve sıkıştırma basınçlarında özellikleri belirlemek için gerekli testlerin çokluğu nedeniyle zaman alıcıdır. Test sonuçlarının yinelenebilirliği, nitelikli bir teknisyen tarafından dikkatli numune hazırlığı ve test prosedürlerinin gerçekleştirilmesini gerektirir.

**Şekil 25.13**

Çeşitli Sıkıştırma Basınçlarında Bir Dizi Kesme Testi

**Şekil 25.14**

İç Sürtünme ( $\Phi$ )

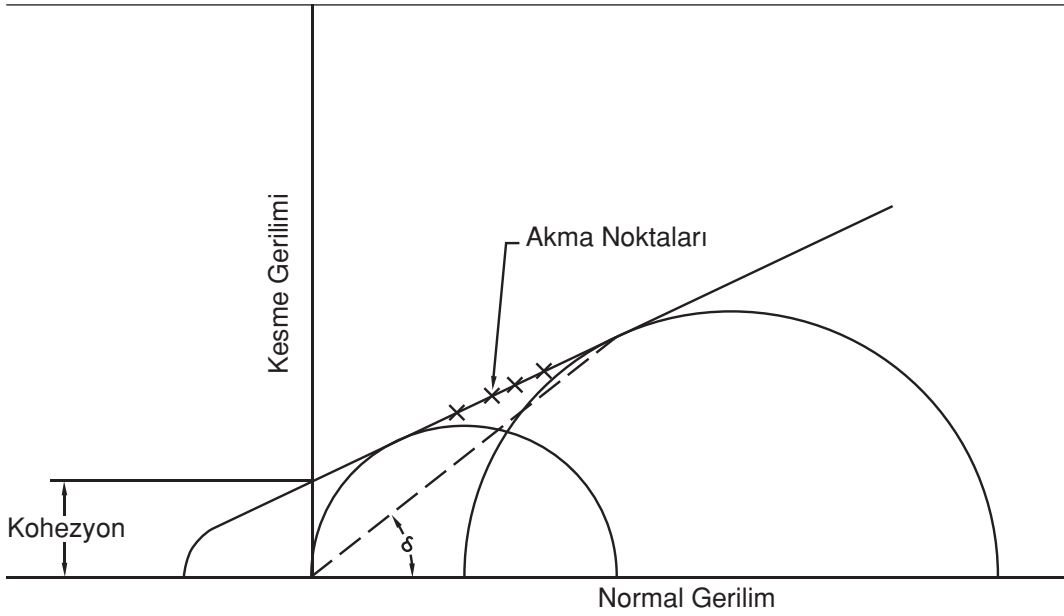


Bu testleri gerçekleştirirken, bilinen değerler ana kuvvet veya sıkıştırma kuvveti (V) ve numune alanıdır. Ölçülen, dökme malzemeyi kesmek için gerekli kesme kuvvetidir (S). Kesme kuvveti ve kesme alanı, bir Mohr gerilme dairesi kullanarak, farklı sıkıştırma basınçları ve rutubet içeriklerinde kesme gerilimlerini ve normal gerilimleri belirlemek için kullanılır. Mohr gerilme dairesi, olası tüm açılardan eğilmiş kesen düzlemlerdeki gerilimleri temsil eder. Mohr gerilme dairesinin yeri, iki ana gerilim tarafından tanımlanır (Şekil 25.12). Bir dökme malzemenin, hareketsiz haldeyken dahi kesme gerilimlerini iletebileceğini göz önünde bulundurmak önemlidir. Ayrıca, dökme malzemelerde, sıkıştırıcı gerilimler pozitif gerilimler olarak tanımlanır.



**Şekil 25.15**

Etkin İç Sürtünme Açısı



$$\delta = \text{ETKİN İÇ SÜRTÜNME AÇISI}$$

### İç Sürtünme Açısı

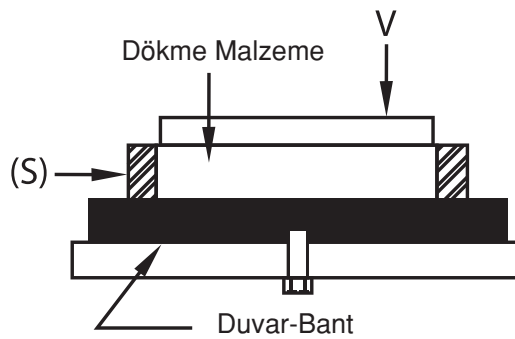
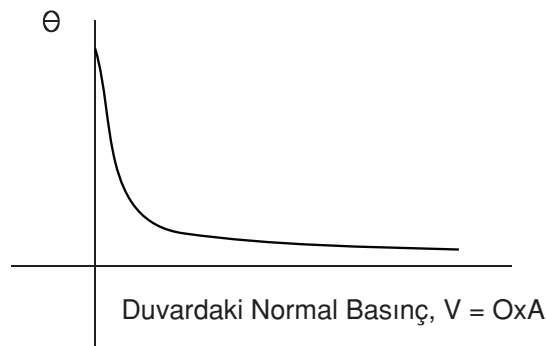
Çeşitli birleştirme basınçlarında bir dizi kesme testi gerçekleştirerek iç sürtünme değerleri belirlenebilir. İç sürtünme açısı, bir dökme malzemenin içindeki parçacıkların bir yığın içinde birbirinin üzerinden kaydığı veya kesilme nedeniyle bunu yapamadığı açıdır. Yatay ve kesme gerilimindeki değişikliği birleştirme gerilimi olarak tanımlayan hattın tanjantı arasındaki bu açı artar (Şekil 25.13 ve Şekil 25.14).

Jenike Yöntemi yalnızca, sıkıştırma durumunu temsil eden Mohr daireesine teğet halde kalırken başlangıç noktasından geçen bir çizginin yatayından açı olan etkin iç sürtünme açısını kullanır (Şekil 25.15).

Dökme malzemeler, stres-gerilme ilişkisine, metal, cam ve sert plastik malzemeler gibi uymaz. Dökme malzemeler, çelik veya diğer malzemeler gibi benzersiz bir akma gerilimine sahip değildir; bunun yerine bir akma yüzeyleri vardır. Bu yüzey akma noktaları veya yerlerinden oluşur. Sıkıştırma gerilimi sabit bir parçacık büyüklüğünde ve rutubet içeriğinde arttıkça bu akma noktası uzar. Sıkıştırma geriliminin artırılması dökme yoğunluğunu artırarak, üç boyutlu bir kırılma yüzeyi grafiği verir.

### Arayüz Sürtünmesi

Dökme malzemeler taşıyan şutlar için arayüz sürtünmesi ( $\Theta$ ), bir kesme hücresi ve gerçek arayüz malzemesinden - yani dökme malzemeyle temas halinde olacak malzemedir - bir numuneyle belirlenebilir (Şekil 25.16).

**Şekil 25.16**Dökme Malzeme Arayüz Sürtünmesi için Kesme Hücresi Testi Değerleri ( $\Theta$ )**Şekil 25.17**

Sıkıştırma Basıncının Duvar Sürtünmesi Üzerindeki Etkisi

(Bazen duvar sürtünmesi de denen) arayüz sürtünmesi, genellikle düşük sıkıştırma basınçlarında yüksektir ve basınç arttıkça hızla azalır (**Şekil 25.17**). Bunun şut tasarımındaki önemi, şutta akan malzeme yatağının derinliğiyle ilgilidir. Bu özellik bilhassa, akış durduğunda ve malzeme yatağının derinliği sıfıra yaklaştığında bir şutun kendini temizlemesi için gereken eğimi belirlerken kritik önem taşır. Bu durumda, malzemenin şuttan akışına direnç maksimum seviyededir.

Şut tasarımında iki sürtünme değeri ( $\mu$ ) önemlidir:

dökme malzeme ve şut duvarı arasındaki sürtünme katsayısı ve dökme malzeme ve bant arasındaki sürtünme katsayısı. Sür-

tünme katsayısı, arayüz sürtünme açısının tanjantına eşittir (etkin iç sürtünme açısıyla aynı şekilde belirlenir) (**Şekil 25.18**). negatif sıkıştırma kuvvetleri altında dahi mukavemet gösterme yeteneğine sahiptir. Negatif sıkıştırma kuvvetlerinde kesme kuvveti, şut tasarımında, adezyon ve kohezyon değerlerini belirlemek açısından özel ilgi konusudur. Negatif sıkıştırma kuvvetleri uygulamak için kesme hücresinin bir uyarlaması kullanılabilir veya bu değerleri tahmin etmek için duvar akma noktasının dış değeri hesaplanabilir (**Denklem 25.1**).

### Kohezyon

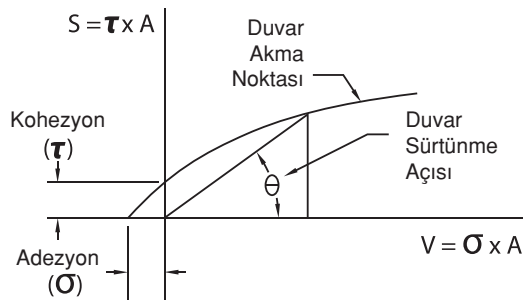
Kohezyon ( $\tau$ ), sıfır basınçlı normal gerilimde dökme malzemenin kesmeye direncidir. Kohezyon, parçacıkların birbirine yapışma yeteneği olarak düşünülebilir. Rutubet içeriği (yüzey gerilimi), elektrostatik çekim ve topaklanma, bir dökme malzeme kohezyon gerilimi seviyesini etkileyen başlıca ana koşuldur. Maksimum bir değere ulaşıncaya kadar dökme malzemeye rutubet eklendikçe kohezyon gerilimi artar (**Şekil 25.19**). Daha fazla rutubet eklendikçe, dökme malzemenin kesmeye dayanma yeteneği (kohezyonu) azalmaya başlar. Kohezyon gerilimi, kesme hücresi testlerinden belirlenebilir. Bu; kohezyon geriliminin, sıkıştırma gerilimi çarpı iç sürtünme açısının tanjantı artı sabite eşit olduğu ilişkiden elde edilebilir [ $\tau = \sigma_c \tan \phi + k$ ].

### Adezyon

Adezyon ( $\sigma$ ), dökme malzemenin sıfır kesme geriliminde harekete karşı direncidir. Adezyon, malzemenin şut ve bantlar gibi yüzeylere yapışkanlığı olarak düşünülebilir. Yüzeyin durumu, rutubet ve çamur gibi kirlilikler, bir dökme malzemedeki adezyon seviyesini etkileyen üç ana koşuldur. Adezyon gerilimi kesme hücresi testlerinden elde edilebilir ve bir malzemenin yüzeylere yapışma veya tutunma olasılığını belirlemede çok faydalıdır.

**Şekil 25.18**

Sürtünme katsayısı, duvar sürtünme açısının eğimi veya tanjantıdır.



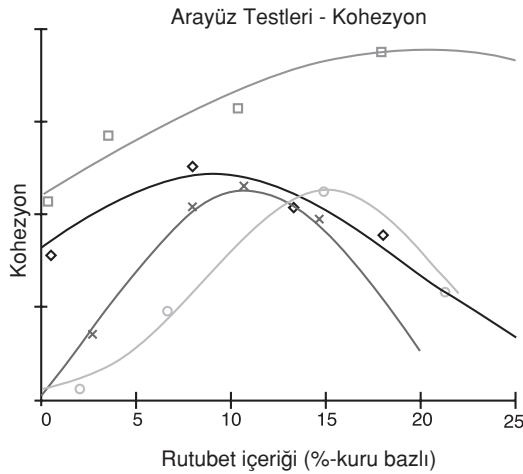
**Denklem 25.1**

Arayüz Sürtünmesi ilişkisi

$$\tan \Theta = \frac{S}{V} = \frac{\tau}{\sigma} = \mu$$

**Şekil 25.19**

Testler, malzemeyi akışkanlaştırmaya başlamak ve kohezyonu azaltmak için yeterince nem uygulanıncaya kadar, rutubet arttıkça kohezyon ve adezyonun arttığını göstermiştir. Rutubet içeriğiyle adezyon ve kohezyondaki tam değişim, malzemenin sahadan sahaya farklılık gösterecektir. Not: Rutubet içeriği, malzemenin yaş ve kurduktan sonraki hali arasındaki ağırlık kaybı yüzdesidir.



LEJANT	
—x—	Kireçtaşı
—□—	Takonit
—○—	Kireçtaşı
—◇—	Takonit

## DÖKME MALZEME ÖZELLİKLERİNİN TİPİK UYGULAMALARI

### Konveyör Kapasitesi

Genellikle ton/saat (st/s) olarak ifade edilen konveyör kapasitesi, dökme malzemenin, doğrudan yoğunluktan hesaplanan temel tasarım parametrelerinden biridir - kilogram/metreküp ( $lb_m/ft^3$ )

Yoğunluk, çelik veya beton gibi malzeme atıfta bulunulurken kullanılan bilinen bir terimdir; buna parçacık yoğunluğu adı verilir. Konveyör tasarımında, hem gevşek hem de titreşimli yoğunluklar göz önünde bulundurulmalıdır. Bir malzemenin dökme yoğunluğu, hem transfer noktalarından geçerken hem de taşınırken stok sahasındaki durumundan farklılık gösterir. Eğer bir transfer noktası titreşimli dökme yoğunluğu değeri kullanılarak tasarlanmışsa, şütün nominal kapasitenin daha azında tıkanması olasıdır. Dökme malzeme düşerken hava emilir ve malzemenin hacmi artar; gevşek malzemenin tam akış hızında hareket etmesi için çok az alan vardır. Gevşek dökme yoğunluğu, titreşimli dökme yoğunluğunun yarısı kadar az olabilir.

Eğer tasarımcı bir malzemenin yoğunluğu için genel bir mühendislik kılavuzuna bakarsa, burada listelenen değer büyük olasılıkla, titreşimli yoğunlukla karşılaştırılabilecek parçacık yoğunluğu olacaktır. Eğer bu değer kullanılırsa, 2 ila 4 katı bir faktörle normalden daha küçük bir tasarıma yol açacaktır. Tasarımcının yoğunluklardaki değişikliklerin farkında olması ve buna göre tasarım yapması gerekir.

### Şut Tasarımı

Şut tasarımı, gevşek dökme yoğunluğuna dayalı doğru enine kesit alanına sahip olmaktan daha fazlasıdır. Dökme malzemelerin bir şütün içinden güvenilir akışı, diğer faktörler yanında, dökme malzeme ve şut duvarları ve aşınma astarları arasındaki sürtünmeye bağlıdır. Güvenilir akış için eğimli şutların tasarlanması, dökme malzemenin akış yüzeyleriyle ilgili özelliklerinin bilinmesine bağlıdır. Tipik bir şut açısı değeri

kullanıldığında, sonuçta çoğu zaman şut tıkanmasına yol açan malzeme birikmeleri meydana gelir. Örneğin, linyit, paslanmaz çelikte, bitümlü kömürden önemli oranda daha yüksek bir sürtünme katsayısına sahiptir; fakat astar, Ultra Yüksek Moleküler Ağırlıklı (UHMW) polietilen olduğunda sürtünme katsayıları benzerdir. Gerçek dökme malzemenin ve tasarımda kullanılması düşünülen astarların test edilmemesi, ciddi akış problemlerine yol açabilir.

Dökme malzemelerin normalde şut tasarımında göz önünde bulundurulmayan önemli bir özelliği, zaman ve sıkıştırma basıncının malzemenin mukavemeti üzerindeki etkisidir. Dökme malzemeler genellikle depolanmış haldeyken mukavemet kazanır. Bununla birlikte, şut tasarımında, sıkıştırma basınçları genellikle düşüktür ve şutta harcanan zaman minimum olmalıdır. Bununla birlikte, özellikler şutlarda malzeme birikmeleriyle ilgili olarak, rutubet içeriğindeki değişikliklerin etkisi önemlidir. Bu olgunun bir sonucu da geri taşınan malzemenin bantlar veya damlatma şutlarında kururken genellikle mukavemet kazanmasıdır.

### Bant Temizleme

Adezyon ve kohezyon, bant temizlemede karşılaşılan zorlukların doğasını kestirmede kullanılan önemli özelliklerdir. Malzemenin mukavemetinin rutubet içeriğindeki değişikliklerden nasıl etkilendiğinin bilinmesi, geri taşınan malzemenin banttan etkin şekilde temizlenebilmesi için dökme malzeme yumuşatmada su kullanımına dair rehberlik sağlar. Kritik rutubet içeriğini bilmek, bir tasarımcının gereken su hacmini hesaplamasına imkan verir. Bu bilginin yokluğunda, önemli avantajları olsa dahi, “proses su eklemek kötü bir şeydir” görüşü hakim kalacaktır.

Fonksiyonel bir bant yıkama sisteminin tasarlanması, dökme malzemenin suda nasıl davrandığı bilgisini gerektirir. Kullanılmış suyun taşınması ve arıtılması, doğrudan malzemenin suda çökme hızıyla bağlantılıdır. Ayırma tankı veya çökme havuzunun büyüklüğü, doğrudan malze-

menin sedimantasyon hızıyla bağlantılıdır. Demir cevheri gibi ağır malzemelerin wash box'ları ve boruları tıkamasını önlemek için bol akan suya ihtiyaç vardır. Bazı kömürler gibi çökmeyen diğer malzemeler, bir bant yıkama istasyonu için uygun olmayabilir.

### Toz Bastırma

Bir toz bastırma yönteminin seçilmesi, malzemenin suya ve parçacıkların nemlenmesini ve topaklanmasını iyileştirmek için kullanılan çeşitli kimyasallara nasıl tepki vereceği bilgisini gerektirir. Bazı dökme malzemeler, bastırma maddesi olarak yalnızca suyun kullanılması için iyi adaylar olacak şekilde tepki vermezler (veya çok yavaş tepki verirler). Etkili toz bastırma sağlamak için kimyasal katkı maddelerinin gerekip gerekmediğini belirlemek için test yapılmalıdır.

### TİPİK ÖZELLİKLER

Dökme malzeme taşıma sistemlerinin tasarımı için dökme malzemeler test edilirken, dökme malzeme, normal ve aşırı çalışma şartlarında gerçekleşmesi beklenen bir dizi durum ve malzeme kaynağı, kalitesi

ve özelliklerinde beklenen tüm değişimler için test edilecektir.

Bu testler şunları içerecektir:

#### A. Parçacık büyüklüğü

ASTM D6393-99(2006) (*Referans 25.3*) veya CEMA STANDARDI 550-2003'te anlatılan test yöntemlerine göre dökme malzemenin beklenen tüm özellikleri ve değişimleri için bir elek analizi yapılacaktır.

#### B. Yoğunluk

ASTM D6393-99(2006) (*Referans 25.3*) veya CEMA STANDARDI 550-2003'te anlatılan test yöntemlerine göre - beklenen gevşek, ortalama ve maksimum dökme yoğunluklarını temsil eden - üç farklı sıkıştırma basıncında malzemenin dökme yoğunluğu belirlenecektir.

#### C. Yığın ve dinamik duruş açıları

ASTM D6393-99(2006) (*Referans 25.3*) veya CEMA STANDARDI 550-2003'te anlatılan test yöntemlerine göre, dökme malzeme için yığın ve dinamik duruş açıları belirlenecektir.



### GÜVENLİK HUSUSLARI

Bir dökme malzemenin özelliklerinin test edilmesi, bir tasarımcının depolama ve taşıma için güvenli yöntemler geliştirme yeteneğini artırır. Örneğin, akan dökme malzemelerin silolarda eşit olmayan duvar basınçları yaratabildiği iyi bilinmektedir. Belirli malzemeleri depolama için beklenen şartlar altında test etmeden, bir tasarımcı ilgili kuvvetleri yalnızca tahmin edebilir. Depolama tanklarındaki birçok arıza örneği, malzemenin test edilmesi ve yalnızca belirli malzemeler için yapının kullanılmasındaki akıllılığı göstermektedir.

Daha az yıkıcı, fakat verimliliğe bir o kadar zarar verici olan, bir malzemenin dökme yoğunluğu için tipik veya "kılavuzda yayınlanmış" değerlerin kullanılması nedeniyle tasarım kapasitesinde performans göstermeyen sistemlerdir.

Dökme malzemelerin çoğu atıldır. Genellikle, dökme malzeme özelliklerinin test edilmesi, eğer test standartlarındaki prosedürler izlenirse, nispeten güvenli bir süreçtir. Bazı malzemeler, kimyasal, patlayıcı veya sağlık tehlikeleri arz edecektir. Malzeme Güvenlik Bilgi Formları, belirli bir malzemenin güvenle taşınması hakkında iyi bir bilgi kaynağıdır.

## D. Malzemenin mukavemeti

ASTM D6128-06 (*Referans 25.5*) veya ASTM D6773-02 (*Referans 25.6*) test yöntemine göre, minimum, ortalama ve doyma rutubeti seviyelerinde ve üç farklı sıkıştırma basıncının her birinde (sıfır, ortalama ve maksimum basınç) test yaparak adezyon ve kohezyon değerleri minimum üç farklı rutubet içeriğinde belirlenecektir.

## E. Arayüz sürtünmesi değerleri

ASTM D6128-06 (*Referans 25.5*) veya ASTM D6773-02 (*Referans 25.6*) test yöntemine göre, minimum üç farklı rutubet seviyesinde ve üç farklı sıkıştırma basıncında, dökme malzeme ve şut duvarı ve aşınma astarı malzeme(ler)i için arayüz sürtünmesi değerleri belir-

lenecektir. ASTM D6128-06 (*Referans 25.5*) test yöntemine göre, minimum üç farklı rutubet seviyesinde ve üç farklı sıkıştırma basıncında, dökme malzeme ve bant için arayüz sürtünmesi değerleri belirlenecektir.

## GELİŞMİŞ KONULAR

## Farklı Kömür Özellikleriyle Bant Kapasitesi Örneği

CEMA'nın *DÖKME MALZEMELER için BANTLI KONVEYÖRLER* yayınının altıncı baskısı, oluk açısı ve dinamik duruş açısına dayanarak bir konveyörün kapasitesini hesaplamak için detaylı denklemler vermektedir. Dökme malzemenin bir banttandır diğerine ilk aktarıldığındaki gibi gevşek bir

$$Q = A \cdot \rho_{lb} \cdot S \cdot k$$

**Eldeki veri:** 960 kilogram/metreküp ( $60 \text{ lb}_m/\text{ft}^3$ ) yoğunlukta kömür taşıyan bir konveyör bandı, saniyede 2,5 metreyle (500 ft/dk) hareket etmektedir. Kömürün dinamik duruş açısı 30 derecedir.

**Bulunacak:** Konveyör bandının kapasitesi.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
<b>Q</b>	Bant Kapasitesi	ton / saat	kısa ton / saat
<b>A</b>	Yükün Enine Kesit Alanı (CEMA'ya göre)	0,195 m <sup>2</sup>	2.1 ft <sup>2</sup>
<b><math>\rho_{lb}</math></b>	Gevşek Dökme Yoğunluğu	960 kg/m <sup>3</sup>	60 lb <sub>m</sub> /ft <sup>3</sup>
<b>S</b>	Konveyör Hızı	2,5 m/sn	500 ft/dk
<b>k</b>	Dönüşüm Faktörü	3,6	0.03

**Metrik:**  $Q = 0,195 \cdot 960 \cdot 2,5 \cdot 3,6 = 1685$

**İngiliz:**  $Q = 2.1 \cdot 60 \cdot 500 \cdot 0.03 = 1890$

<b>Q</b>	Bant Kapasitesi	1685 t/s	1890 st/s
----------	-----------------	----------	-----------

**Eldeki veri 2:** 720 kilogram/metreküp ( $45 \text{ lb}_m/\text{ft}^3$ ) yoğunlukta kömür taşıyan bir konveyör bandı, saniyede 2,5 metreyle (500 ft/dk) hareket etmektedir. Kömürün dinamik duruş açısı 20 derecedir.

**Bulunacak:** Konveyör bandının kapasitesi.

Değişkenler		Metrik Birimler	İngiliz Birimleri
<b>Q</b>	Bant Kapasitesi	ton / saat	kısa ton / saat
<b>A</b>	Yükün Enine Kesit Alanı (CEMA'ya göre)	0,168 m <sup>2</sup>	1.804 ft <sup>2</sup>
<b><math>\rho_{lb}</math></b>	Gevşek Dökme Yoğunluğu	720 kg/m <sup>3</sup>	45 lb <sub>m</sub> /ft <sup>3</sup>
<b>S</b>	Konveyör Hızı	2,5 m/s	500 ft/min
<b>k</b>	Dönüşüm Faktörü	3,6	0.03

**Metrik:**  $Q = 0,168 \cdot 720 \cdot 2,5 \cdot 3,6 = 1089$

**İngiliz:**  $Q = 1.804 \cdot 45 \cdot 500 \cdot 0.03 = 1218$

<b>Q</b>	Bant Kapasitesi	1089 t/s	1218 st/s
----------	-----------------	----------	-----------

## Denklem 25.2

Farklı Kömür Özellikleriyle Bant Kapasitesini Hesaplama

durumda kapasitesini belirlemek için yığın açısıyla aynı formüller kullanılabilir.

CEMA STANDARDI 550-2003, kömür için dokuz farklı sınıflandırma listeler. Bu farklı sınıflandırmalar için listelenen gevşek dökme yoğunlukları 720 ila 960 kilogram / metreküp (45 ila 60 lb<sub>m</sub>/ft<sup>3</sup>) arasında; yığın açıları 27 ila 40 derece arasında değişir. Dinamik duruş açıları genellikle yığın açısından 10 ila 15 derece daha azdır. (Not: CEMA yalnızca İngiliz birimlerinde ölçüler sunmaktadır; metrik ölçüler Martin Engineering tarafından yapılan dönüşümlerdir).

Bu örnekte, tasarım kapasiteleri, dokuz farklı kömürün çeşitli özellikleriyle karşılaştırılır (**Denklem 25.2**). Bu, bir konveyör veya transfer noktası tasarımının, dökme malzemenin özelliklerine ne kadar duyarlı olduğunu gösterir. 1. örnek en yoğun kömürü; 2. örnek en az yoğunluğa sahip kömürü analiz eder.

Bu örnekler için, dokuz farklı kömürün uç değerlerine yakın değerler kullanılarak bulunan enine kesit alanların karşılaştırılması, bir tasarımın dökme malzemenin özelliklerine ne kadar duyarlı olacağını gösterir.

Örneğimiz şunu varsayar:

- Gevşek Dökme Yoğunluğu: 720 ila 960 kilogram / metreküp (45 ila 60 lb<sub>m</sub>/ft<sup>3</sup>) arası
- Yığın Açısı: 27 ila 45 derece arası
- Dinamik Duruş Açısı: 20 ila 30 derece arası
- Bant Genişliği: 1200 milimetre (48 inç)
- Oluk Açısı: 35 derece
- Kenar Mesafesi: Standart CEMA kenar mesafesi
- Bant Hızı: 2,5 metre/saniye (500 ft/dk)

#### Analiz

Eğer bir konveyör, gerçek kömürü test etmek yerine kömür için bir kitapta yayınlanmış değerler kullanılarak tasarlanmışsa,

tasarım kapasitesi saatte 600 tondan fazla hatalı olacaktır. Bu farklılığın prosesin geri kalanı ve arzu edilen verimler üzerinde büyük bir etkisi olacaktır. Bu örnek, ölçülmesi gereken gerçek malzeme özelliklerini gösterir.

## GELİŞTİRİLMİŞ TASARIM İÇİN MALZEME BİLİMİ

### Sonuç olarak...

Genel sınıflandırma ne olursa olsun, hiçbir iki dökme malzeme aynı değildir. Bu nedenle, gerçek malzemelerin fiziksel testi, dökme malzemeleri taşıyacak sistemlerin uygun tasarımı için kritik önem taşır. Bir şutu uygun şekilde tasarlamak için gerekli akış özelliklerini belirlemenin tipik maliyetleri, rutubet seviyesine göre numune başına 1.000 ila 3.000 USD arasında değişir. Bu testin maliyeti, bir konveyör sisteminin tasarımı ve yapımının genel maliyetinin küçük bir parçasıdır. Bu temel verilere sahip olma, gelecekte prosesler veya hammaddeler değiştikçe konveyördeki sorunların giderilmesinde önemli bir araçtır.

### İlerideki bölümlerde...

Modern Konseptler kısmındaki beşinci ve son bölüm olan Malzeme Bilimi başlıklı bu bölüm, konveyör sistemlerinin toplam malzeme kontrolüne uygun tasarlanmasına yardımcı olmak için dökme malzemelerin özelliklerinin nasıl test edileceğini açıkladı. Sonraki bölüm, Konveyörün Erişilebilirliği, Konveyör Bakımı başlıklı yeni kısmı başlatmaktadır.

**REFERANSLAR**

- 25.1 Yoğunluk Standartları: Agregalar-ASTM C29 / C29M-07, Kırma Bitümlü Kömür-ASTM D29-07 ve Hububat-ABD Tarım Bakanlığı Sirküleri No. 921.
- 25.2 ASTM International. (2001). *Standard Test Method for Measuring Bulk Density Values of Powders and Other Bulk Solids*, ASTM D6683-01; Work Item: ASTM WK14951 – *Revision of D6683-01 Standard Test Method for Measuring Bulk Density Values of Powders and Other Bulk Solids*. West Conshohocken, Pennsylvania. <http://www.astm.org> adresinden çevrimiçi ulaşılabilir.
- 25.3 ASTM International. (2006). *Standard Test Method for Bulk Solids Characterization by Carr Indices*, ASTM D6393-99(2006). West Conshohocken, Pennsylvania. [www.astm.org](http://www.astm.org) adresinden çevrimiçi ulaşılabilir.
- 25.4 ASTM International. (2001). *Standard Practice for Coagulation-Flocculation Jar Test of Water*, ASTM D2035-08. West Conshohocken, Pennsylvania. <http://www.astm.org> adresinden çevrimiçi ulaşılabilir.
- 25.5 ASTM International. (2006). *Standard Test Method for Shear Testing of Bulk Solids Using The Jenike Shear Cell*, ASTM D6128-06. West Conshohocken, Pennsylvania. <http://www.astm.org> adresinden çevrimiçi ulaşılabilir.
- 25.6 ASTM International. (2002). *Standard Shear Test Method for Bulk Solids Using Schulze Ring Shear Tester*. ASTM D6773-02; Work Item: ASTM WK19871 – *Revision of D6773-02 Standard Shear Test Method for Bulk Solids Using the Schulze Ring Shear Tester*. West Conshohocken, Pennsylvania. <http://www.astm.org> adresinden çevrimiçi ulaşılabilir.





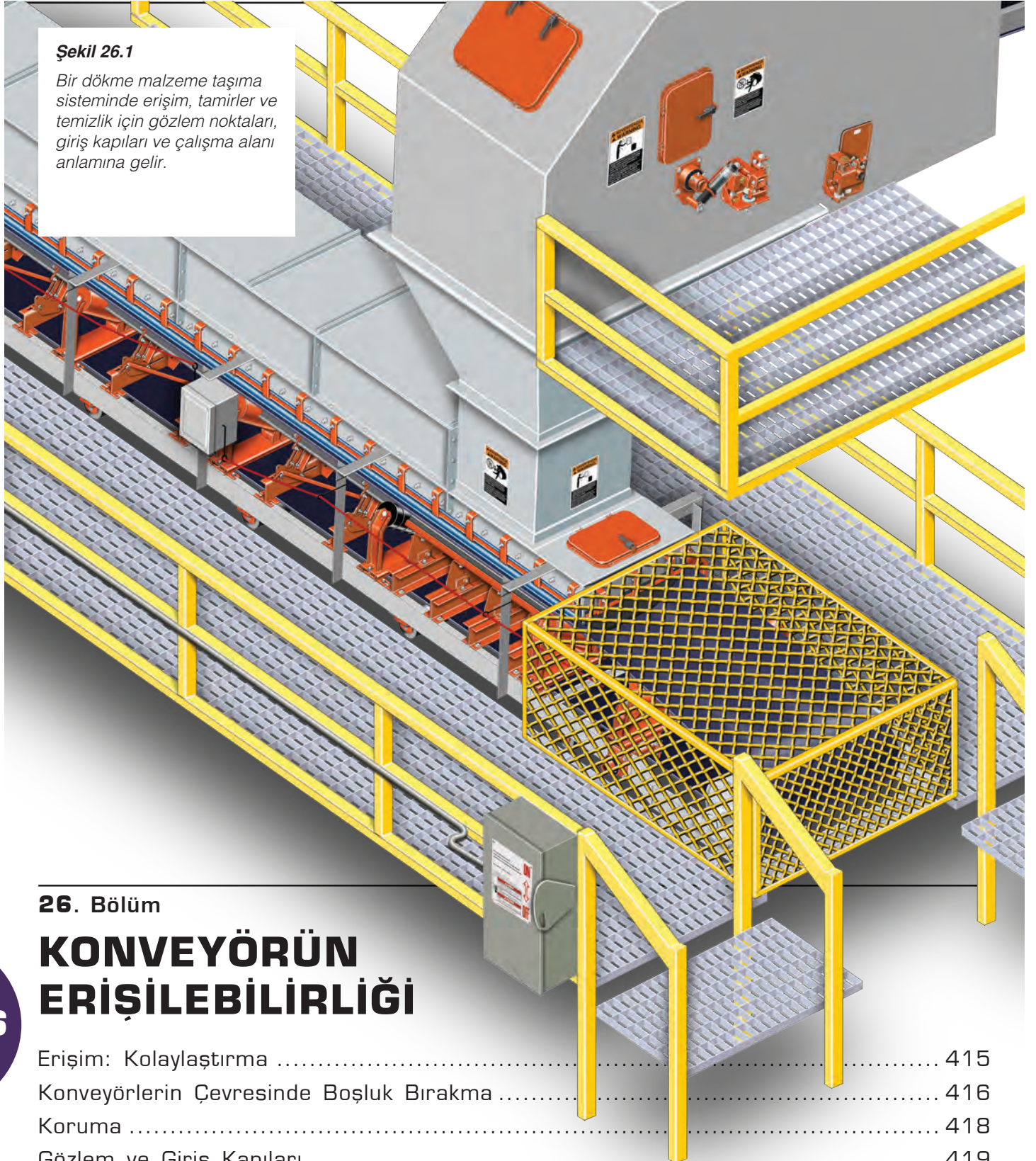
## 6. KISIM

# KONVEYÖR BAKIMI

- 26. Bölüm ..... 414  
KONVEYÖRÜN ERİŞİLEBİLİRLİĞİ
- 27. Bölüm ..... 424  
KONVEYÖR SİSTEMİ MUAYENESİ
- 28. Bölüm ..... 434  
BAKIM
- 29. Bölüm ..... 444  
İNSAN FAKTÖRÜ

**Şekil 26.1**

Bir dökme malzeme taşıma sisteminde erişim, tamirler ve temizlik için gözlem noktaları, giriş kapıları ve çalışma alanı anlamına gelir.



**26. Bölüm**

**KONVEYÖRÜN  
ERİŞİLEBİLİRLİĞİ**

Erişim: Kolaylaştırma .....	415
Konveyörlerin Çevresinde Boşluk Bırakma .....	416
Koruma .....	418
Gözlem ve Giriş Kapıları .....	419
Kontrollü Alan .....	420
Güvenlik Hususları .....	421
Tipik Özellikler .....	422
Erişimin Faydası .....	422

**Bu bölümde...**

Bu bölümde; güvenliği artırmak, bakımı kolaylaştırmak ve para tasarrufu sağlamak amacıyla konveyör sistemine kolay erişimin önemini ele alıyoruz. Farklı bakım ihtiyaçları için konveyör sisteminin çeşitli parçaları çevresinde gerekli alan miktarına odaklanıyoruz. Bariyerli muhafaza ve gözlem/giriş kapısı gereksinimlerine ve farklı tiplerine de bakıyoruz. Kontrollü alanla ilgili konular ve güvenlik hususları da sunulmaktadır.

Erişim “girme veya kullanma hakkı” olarak tanımlanabilir. Bir dökme malzeme taşıma sisteminde erişim, tamirler ve temizlik için gözlem noktaları, giriş kapıları ve çalışma alanı anlamına gelir (**Şekil 26.1**).

Bakım ve işletme personeli için uygun erişim, verimlilik açısından kritik önem taşır. Bu, bir probleme güvenli, çabuk ve kolay erişimin maliyet gibi diğer hususlarından ağır basması gerektiği anlamına gelir. Bir dökme malzeme taşıma sisteminin tasarımında uygun erişim sağlanmasının, bir projenin sermaye maliyetinin yüzde 15’ine kadar teşkil edebildiği hesaplanmıştır.

Yine de, bir konveyör sistemi tasarlanırken, yasada gerekli minimum erişimi sağlamaktan daha fazlasını yapmak için tahsis edilmiş yeterli para nadiren vardır. Bu uygulama, yalnızca kayıp üretim süresine ve bakım için gerekli sürede artışa değil, aynı zamanda güvenlik ve sağlık maliyetlerinde artışa sebep olur. Mülkiyet ve işletme açılarından, yetersiz erişim, kayıp verimlilik ve gereksiz yere yüksek bakım maliyetlerine neden olur. Uygun erişim eksikliği yetersiz bakım uygulamalarına; yetersiz bakım çoğu zaman acil durum kesintilerine yol açar, bu da işletmenin verimliliğini ve karlılığını etkiler.

Elbette, uygun erişimin daha sonra eklenmesi (malzeme taşıma sistemi tamamlandıktan ve erişim mekanizmaları eksik bulunduktan sonra) çok daha maliyetli olacaktır.

Ekipmana yetersiz erişim, temizleme ve gerekli tamirleri yapma zorluğu nedeniyle, kayıp verimlilik ve kirli sistemlerle

sonuçlanacaktır. Yetersiz erişimin, hizmet ömrü boyunca bir dökme malzeme taşıma sisteminin bakım ve temizlik maliyetlerine yüzde 65’e kadar ek maliyet getirebileceği hesaplanmıştır.

**ERİŞİM: KOLAYLAŞTIRMA**

Tamiri minimum süre gerektirecek ekipman üzerinde, güvenli ve uygun erişim sağlayamadıkları için çalışmamak, bakım personeli için sinir bozucudur. Erişimdeki gecikmelerin nedeni, bir kontrollü alan izni, hava testi, iskele veya platform, vinç veya asansör gereksinimi veya erişim kapılarını açmak için gerekli özel aletler olabilir. Bazı durumlarda, yalnızca bakım gerektiren bileşene erişim sağlamak için tüm sistemin sökülmesi gerekir. Bu gecikmeler, uygun erişimin tasarlanmasıyla ve gerekli yere yakın iskele aletleri ve parçalarıyla azaltılabilir.

Bir malzeme taşıma sistemine uygun erişimi tasarlarken üç “kolaylık” dahil edilmelidir:

**A. Görmesi kolay**

Eğer ekipmanda, tesis personeli tarafından görülemeyen bir problem oluşursa, problem görünmeden büyüyerek yıkıcı bir hal alabilir.

**B. Ulaşması kolay**

Eğer bir ekipman parçasında bir problem oluşur, fakat bakım personelinin ekipmana ulaşması zor olursa, tamirin ertelenmesi ve yine yıkıcı bir durum riskinin oluşması olasıdır.

**C. Değiştirmesi kolay**

Eğer bir ekipman problemi biliniyor, fakat düzeltilmesi için gereksiz yere bir kesinti yapılması gerekiyorsa, arızalı ekipmanın uzun bir süre hizmet dışı kalması muhtemeldir.

Sistemler görülmesi, ulaşılması ve değiştirilmesi çok zor olduğunda, tesis işletme veya bakım personeli, tamirler sırasında kestirme yollara başvurabilir. Bu tür kestirme yollar çoğu zaman güvenlik risklerini ve ekipmanın daha fazla hasar görmesi

olasılığını artırır. Bilerek veya uygun erişim eksikliğinden ve dolayısıyla uygun bakım prosedürlerini izleyememekten dolayı kestirme yollara başvurmak, kolaylıkla azaltılmış güvenlik, daha kısa ekipman ömrü, azaltılmış proses verimi ve kaçak malzemelerin emisyonunda bir artışla sonuçlanabilir.

### KONVEYÖRLERİN ÇEVRESİNDE BOŞLUK BIRAKMA

Maliyetlerden tasarruf etmek için, konveyör ekipmanı çoğu zaman küçük galerilere veya muhafazalara yerleştirilir (**Şekil 26.2**). Konveyörün bir tarafı genellikle bir duvara, bitişik bir konveyöre veya diğer ekipmana yaslanır. Bu tip bir tesisata bakım yapmak son derece zordur. Eğer konveyör bir duvar, tekne veya diğer yapıya yaslı şekilde kurulursa, rulman yağlama veya makara değiştirme gibi temel bakım gereksinimleri, uzun üretim kesintileri gerektiren büyük işlemler haline gelir.

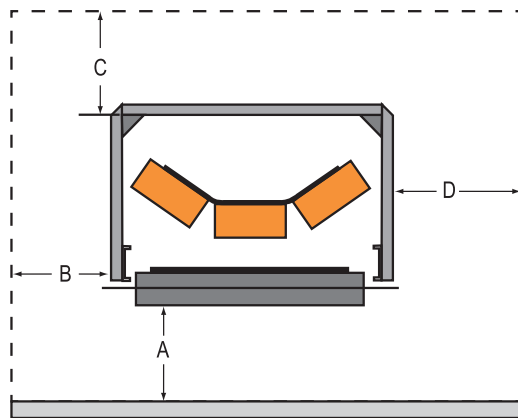
**Şekil 26.2**

Konveyör ekipmanı çoğu zaman bir duvara, bitişik bir konveyöre veya diğer ekipmana yaslı şekilde küçük galerilere veya muhafazalara yerleştirilir.



**Şekil 26.3**

Erişim boşluğu, yürüyerek geçiş için minimum 750 milimetre (30 inç) genişliğinde (B) ve bakım işinin yapılması gereken alanlarda 1000 milimetre (36 inç) genişliğinde olmalıdır (D).



A. Temizliğe İzin Vermek için	600 milimetre (24 inç)
B. Yürüme yolu	750 milimetre (30 inç)
C. Baş üstü boşluğu	1200 milimetre (48 inç)
D. Çalışma alanı	1000 milimetre (36 inç)

Genellikle, konveyör sisteminin tüm kısımlarına ve özellikle konveyörün her iki yanına erişime izin verecek yeterli alan bulunmalıdır. Konveyörün her iki yanına erişim sağlamamak, konveyörleri bakım yapılabilir kılmada yaygın rastlanan bir eksikliktir.

Bir konveyörün daha kritik olan tarafı (büyük işlerin gerçekleştirilmesi gereken çalışma alanı tarafı veya kaldırma ekipmanı veya diğer kaynaklara erişimin olduğu taraf) boyunca açık alan, en az bant genişliği (BW) artı 300 milimetre (12 inç), toplamda minimum 1000 milimetre (36 inç) olmalıdır. Konveyörün yürüme yolu tarafı, en az bant genişliğinin yarısına eşit (BW/2) boş alana sahip olmalıdır; tüm uzunluk boyunca minimum 750 milimetrelik (30 inç) bir alan. Bu çift erişim, bir işçi tarafından kolayca tutulamayan makaralar gibi ekipmanın değiştirilmesini kolaylaştırır. Eğer bir tambur veya diğer büyük bir nesnenin değiştirilmesi gerekirse, açık alan, en az bant genişliği (BW) artı 300 milimetreye (12 inç) çıkarılmalıdır.

Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği'nin (CEMA) *DÖKME MALZEMELER için BANTLI KONVEYÖRLER*, yayınının altıncı baskısındaki 2. Bölüm: "Tasarımda Dikkate Alınacak Hususlar", minimum açıklıklar için detaylı öneriler içerir.

### Yürüme Yolları ve Çalışma Alanları

Uygun erişim, konveyörlerin yanında yürüme yolları ve çalışma platformlarının sağlanmasını gerektirir. Bunlar konveyöre bitişik ve baş ve kuyruk tamburlarının çevresinde sağlam bir yol ve gözlem, yağlama, temizlik veya diğer bakım işlerinin gerektiği tüm noktalara kolay erişim sağlamalıdır.

Yukarıda belirtildiği gibi, yürüme yolları geçiş için minimum 750 milimetre (30 inç) genişliğinde ve büyük bakım işinin gerçekleştirilmesi gereken alanlarda 1000 milimetre (36 inç) genişliğinde olmalıdır (**Şekil 26.3**). Her iki alan da yeterli baş üstü boşluğuna sahip olmalıdır; bir kişinin bakım veya muayene yapmak için ayakta durması veya diz çökmesi gereken her yerde, "baş üstü"

veya “baş boşluğu” en az 1200 milimetre (48 inç) olmalıdır (**Şekil 26.4**). Sık bakım veya temizlik gerektiren alanlarda, açık bir ızgara yerine masif döşeme bulunmalıdır.

Konveyörler birbirine paralel hareket ettiğinde, aralarındaki boşluk, bant tamirine ve makaraların çıkarılmasına izin vermek için minimum 750 milimetre (30 inç) veya bant genişliği kadar (hangisi daha büyükse) olmalıdır.

Konveyör tasarımındaki başka bir yaygın eksiklik de, temizlik için yeterli alan bırakmamaktır. Madencilikte konveyörle bağlantılı kazalar üzerinde yapılan bir çalışma, tüm kazaların üçte birinin konveyörün taşıma yolunun altını veya çevresini temizlemeye çalışan işçilerin başına geldiğini gösterdi. Sık temizlik gerektiren alanlarda, konveyörün altında bir nokta dönüşlü yükleyici veya vidanjör gibi mekanik temizlik sağlanmalıdır. Eğer bu uygulanabilir değilse, dönüş makaralarının altı ve zemin arasında minimum 600 milimetre (24 inç) açıklık sağlanmalıdır.

### Ekipman Çevresinde Erişim Gereksinimleri

Ekipman çevresinde minimum erişim, en büyük ekipman parçasını barındırmak için gereken alandır. Bu, en büyük eleman ölçülüp 450 ila 600 milimetre (18 ila 24 inç) eklenerek belirlenir. Yapının her iki yanında da erişim olmalı; ikinci (kritik olmayan) tarafta minimum 1000 milimetre (36 inç) ve ekipmanın çıkarılabilmesi için bir kaldırma alanına veya gezer vinç sistemine açık bir yol bulunmalıdır. Büyük yedek parçalar için uygun bir depo alanı iyi bir fikirdir.

### Bant Tamiri ve Değişimi için Erişim

Bant bakımı için erişim, vulkanizasyon ekipmanını kaldırmaya veya indirmeye ve konveyör bandının kendisini açıkta bırakmaya uygun bir alan gerektirir. Konveyör kapaklarının veya yük bölgesi yükleme teknelerinin ve şut duvarının çıkarılması, proses süresini önemli oranda artıracaktır. Konveyörün her bir yanında en az 1000 milimetre (36 inç) artı bant genişliği gereklidir. Ayrıca, tamir işlemlerini kolaylaştır-

mak için bandın açıkta olduğu (yani kapalı olmadığı) 3 metre (10 ft) uzunluğunda bir alan gereklidir.

### Gerdirme Sisteminde Erişim

Bir yerçekimiyle gerdirme sisteminin bakımı ve tamiri tehlikeli ve zaman alıcı olabilir. Genellikle, denge ağırlığını yükseltmek ve indirmek için yeterli kapasiteye sahip iki adet zincirli vinç gereklidir. Bu gerdirme sistemlerinin birçoğu baş tamburuna yakın olduğundan, eğik konveyörlerdeki bakım erişimi alanı yükseltilebilir. Rulman ve tamburların bakımı ve zincirli vinçlerin takılması için yeterli alan sağlayan erişim platformları zaruridir. Yerçekimiyle gerdirme denge ağırlığının banda uyguladığı basıncı ortadan kaldıracak bir kaldırma mekanizması, konveyör tamiri sırasında birçok adam-saat tasarrufu sağlayabilir.

### Gecitler

Konveyörün üstünden veya altından geçen personel, şaşırtıcı sayıda çok kazaya maruz kalmaktadır. Bu kaygıyı ortadan kaldırmak için, sistemin tasarımına ve teknik özelliklerine erişim platformları, merdivenler, köprüler ve konveyörün uzak tarafına ulaşmak için gerekli diğer ekipman dahil edilmelidir. Ünite konveyörler için yazılmış olsa da, CEMA SPB-001 (2004) *En İyi Güvenlik Uygulamaları için Tavsiyeler (Referans 26.3)* dökme malzeme taşıyan konveyörler için konveyör köprülerinin tasarımına dair yararlı kılavuzlar sağlamaktadır. Her zaman olduğu gibi, öncelikle yerel yönetmeliklere uyulmalıdır.



**Şekil 26.4**

Bir kişinin bakım veya muayene yapmak için ayakta durması veya diz çökmesi gereken her yerde, “baş üstü boşluğu” en az 1200 milimetre (48 inç) olmalıdır.

### Diğer Sistemlerin Aşılması

Bir konveyör veya transfer noktasını, elektrik kabloları, toz bastırma boruları, kontrol panelleri veya sprinkler sistemlerinden oluşan bir ağa yakalanmış halde görmek alışılmadık değildir (**Şekil 26.5**). Transfer noktasının bileşenlerine ulaşmak için yapılacak herhangi bir teşebbüste, ilk önce transfer noktasını çevreleyen “çalılık” geçilmelidir. Bu diğer sistemlerin kesintiye uğraması, tesisin işlemlerinde diğer çeşitli komplikasyonlara neden olur;

Bu yardımcı sistemlerin konveyör ve transfer noktası çevresinde yayılmasını önlemek için, tasarımcı erişimin gerekli olduğu ekipmanı belirtmelidir. Konveyör planlarında kontrol panellerinin, kapak kumandalarının ve diğer ekipmanın montajı için belirli alanlar dahil edilerek, gereksiz engeller önlenebilir.

## KORUMA

### Bariyerli Muhafazalar

Yalnızca yürüme yolunda yürümek bile ölüme yol açabilecek riskler taşır: Konveyöre yakın yürüme yolları, çalışanların konveyöre sıkışabileceği alanlar oluşturur.

Çalışanların bir yürüme yolunda kaydığı ve daha sonra yalnızca düşüşü hafifletmeye veya dengelerini yakalamaya çalışırken konveyöre dolandığı durumlar olmuştur.

Resmi bir şart olmasa da, bantlar, dikkatsiz çalışanların hareketli konveyöre sıkışmasını önlemek için yürüme yolları boyunca muhafazalarla korunmalıdır.

Bariyerli bir muhafaza, personeli konveyörden ve bileşenlerinden uzak tutmak için kullanılan bir parmaklık veya başka bir engeldir (**Şekil 26.6**). Avustralya ve Avrupa’da yaygın şekilde kullanılan bariyerli muhafazalar (tamburlar, makaralar, dişliler, zincirler veya bantların kıştırma noktaları gibi) potansiyel olarak tehlikeli bir ekipman parçasına veya bir gerdirme denge ağırlığının asılı yük tehlikesine ulaşmayı fiziksel olarak imkansız kılarak yaralanmayı önlemek için tasarlanır.

Muhafazaların, konveyörün, normalde personel tarafından erişilebilir olan tehlikeli her bölümünde sağlanması önemlidir. Eğer teması önlemek için zemin veya yürüme yolu üzerinde yeterli bir mesafeye yerleştirilmişlerse, tehlikeler “lokasyona göre korunmuş” kabul edilir.

Etkili koruma tasarlama ve monte etmedeki zorluk, işletme ve bakım personelini, tesisin çalışmasına müdahale etmeden korumaktır. İyi tasarlanmış bir bariyerli muhafaza, personelin hareketli makine parçalarına ulaşmasını önleyecek, bunun yanında büyüklüğü ve şekli, sökme ve değiştirme sırasında (muhafaza çıkarıldığında veya devre dışı bırakıldığında ve konveyör kilitlendiğinde / etiketlendiğinde / bloke edildiğinde / test edildiğinde) parçaların güvenli şekilde kavranmasına izin verecektir.

Genel olarak, bariyerli muhafazaların çıkarılması için bir alet gerekir ve muhafaza çıkarılmadan önce hangi ekipmanın izole edilmesi (yani kilitlenmesi / etiketlenmesi / bloke edilmesi / test edilmesi) gerektiğini gösteren bir işaret bulunabilir. Konveyör bileşenlerinin gözle muayenesi ve yağlama noktalarına erişim, bariyerli muhafazalar çıkarılmadan mümkün olmalıdır (**Şekil 26.7**).

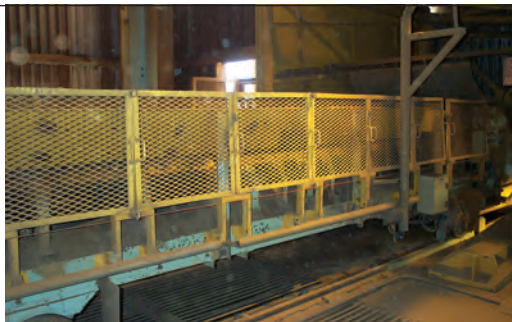
**Şekil 26.5**

Bir konveyör veya transfer noktasını, elektrik kabloları, toz bastırma boruları, kontrol panelleri veya sprinkler sistemlerinden oluşan bir ağa yakalanmış halde görmek alışılmadık değildir.



**Şekil 26.6**

Bariyerli bir muhafaza, personeli konveyörden ve bileşenlerinden uzak tutmak için kullanılan bir parmaklık veya başka bir engeldir.



Bariyerli muhafazalar yerlerinden çıkarılmalarına izin verecek şekilde menteşeli olabilir veya yerlerine civatalanabilir (**Şekil 26.8**). Muhafazalar hem aşınmaya hem de paslanmaya dayanıklı malzemelerden yapılmalı ve sistemin çalışmasından kaynaklanan titreşime dayanabilmelidirler.

### Korumada Yeni Teknoloji

Birçok tesiste, geleneksel fiziksel bariyerler, alanların çevresini izleyen ve tehlikeli alanlara girişi algılayan yeni teknolojilerle değiştirilmektedir.

Bununla birlikte, lazer ışınları ve kızıl-ötesi ışık perdeleri gibi bu yeni teknolojiler, yalnızca güç açık olduğunda etkilidir ve güvenli bir alana girmeye kararlı biri tarafından kandırılabilir. Bu sistemlerin güvenilir olmaları için itina ve iyi bakım gereklidir. Örneğin, elektrikli göz alıcıları üzerine asılı tozun çökebileceği yerlerde iyi çalışmayabilirler. Yedek sistemler olarak mekanik erişim kontrol sistemlerine sahip olmak akıllıcadır, çünkü “yüksek teknoloji” cihazların arızası gözden kaçabilir.

## GÖZLEM VE GİRİŞ KAPILARI

### Gözlem Gereksinimleri

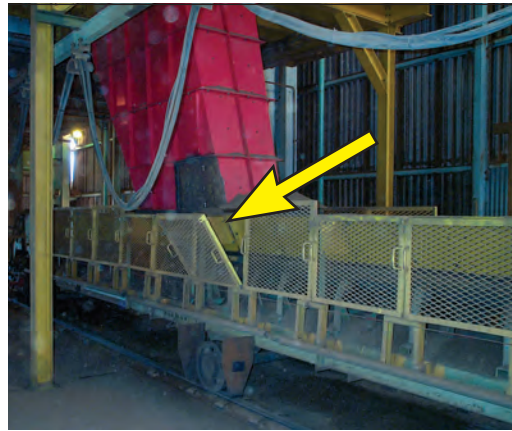
Ekipmana ulaşmayı ve gözlemlemeyi kolaylaştırmak için kapılar ve çalışma platformlarını içeren erişim sistemleri monte edilmelidir. Eğer malzeme yolu gözlemlenebilirse, şutlardaki akış problemleri çok daha kolay çözülebilir. Malzemenin bir şut içindeki gerçek yolu daima kestirilemeyebilir, bu nedenle yönlendiricilerin, kapakların ve ızgara çubuklarının ayarlanabilmesi için gözlem gereklidir (**Şekil 26.9**). Birçok transfer şutunda yalnızca bir muayene kapısı vardır. Bu genellikle, problemlerin çoğu zaman meydana geldiği yer olan alt şut ve çevrili alandaki gerçek malzeme yolunun görülmesine izin vermeyen, baş tamburun yakınına monte edilir (**Şekil 26.10**).

Şut, malzeme yolundan uzağa yerleştirilmiş, kapatıp açması kolay kapakları olan gözlem açıklıkları içermelidir. Bu açıklıklar hem malzeme akışının hem de montajın



**Şekil 26.7**

Konveyör bileşenlerinin gözle muayenesi ve yağlama noktalarına erişim, bariyerli muhafazalar çıkarılmadan mümkün olmalıdır.



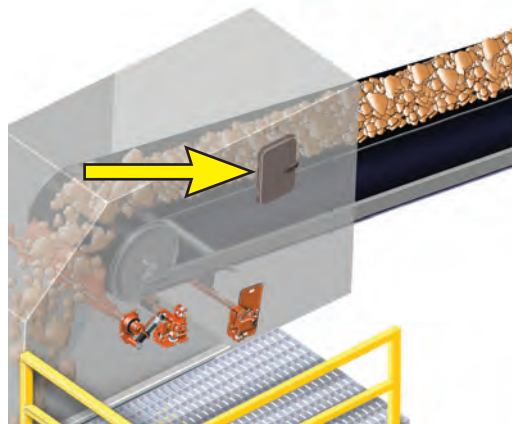
**Şekil 26.8**

Bariyerli muhafazalar yerlerinden çıkarılmalarına izin verecek şekilde menteşeli olabilir veya yerlerine civatalanabilir.



**Şekil 26.9**

Eğer malzeme yolu bir muayene kapısından gözlemlenebilirse, şutlardaki akış problemleri çok daha kolay çözülebilir.



**Şekil 26.10**

Kötü yerleştirilmiş bir kapı, malzeme akışının gözlemlenmesine izin vermeyecektir.

kritik alanlarda bileşen aşınmasının güvenli şekilde gözlemlenmesine izin vermemelidir. Açıklıklar, personelin içeri uzanmasını veya malzemenin dışarı fırlamasını önlemek için sınırlı büyüklükte olmalı ve/veya sabit çubuklar veya ızgaralarla korunmalıdır.

Erişim noktalarında bol aydınlatma sağlanmasına da dikkat edilmelidir. Bazı durumlarda, baş üstü aydınlatması yeterlidir, fakat diğer uygulamalarda, malzeme akışını gözlemlemek için şütün içine doğrultulabilecek yüksek güçlü projektörler veya elektronik flaşlar sağlamak gerekebilir. Genel bakım ve makine tamiri için, 540 ila 1080 lüks (50 ila 100 ayak-mum) arasında ışık önerilir. Birçok dökme malzeme ışığı emdiğinden ve gözlemlenen probleme olan mesafe nedeniyle, bir tesisatın bu seviyede aydınlatmayı sağlaması için 10 milyon lüks (900000 ayak-mum) şiddetinde aydınlatmaya ihtiyaç duyması olağandır.

### Kapılar

Muayene kapıları yandan açılır olmalı ve personelin yapının içindeki bileşenleri kolaylıkla ve güvenle inceleyebileceği şekilde boyutlandırılmalıdır. Kapılar, şütün aşınmayan taraf(lar)ına (yani çarpan veya aşındırıcı malzeme akışından uzağa) monte edilmelidir.

Kapılar, korozyona dayanıklı menteşeler ve mandal sistemleriyle dar açıklıklarda kolay çalışma için tasarlanmalıdır. Sıkıca kapatan bir kapı kullanılarak tüm girişlerin toz geçirmez yapılması önemlidir. Erişim sağlamak için artık kolay açılır mandallara sahip menteşeli metal kapılar mevcuttur.

(Şekil 26.11). Esnek kauçuktan “geçmeli” kapılar, sınırlı boşluk bulunan yerlerde dahi basit, aletsiz açma ve kapama sunarken, toz geçirmez bir kapatma sağlar.

Bir bakım prosedürü tamamlandığında, kapılar kolaylıkla sıkıca kapatılabilmelidir.

Kapılar gerekli erişimi sağlayacak kadar büyük olmalıdır. Eğer gözlem ve bakım gereksinimleri bant sıyrıcıları gibi sistemlerle sınırlıysa, 225’e 300 milimetre (9’a 12 inç) veya 300’e 350 milimetrelik (12’ye 14 inç) bir kapı genellikle yeterlidir. Eğer şüt astarları gibi ana bileşenlere bakım yapılması gerekecekse veya personelin kapıyı yapıya giriş olarak kullanması gerekecekse 450 x 600 milimetre (18 x 24 inç), 600 x 600 milimetre (24 x 24 inç) veya daha büyük kapı büyüklükleri gerekecektir.

Kötü tasarlanmış kapılarda, açılıp kapatılması zor menteşe ve mandallar bulunabilir ve bunlar erişimi engelleyebilir. Ayrıca, malzemelerden kaynaklanan aşınmaya ve kötü kullanıma dayanamayan kapı sızdırmazlıkları ve kapılardan uzanmak için kullanılan aletler, toz kaynaklarına dönüşebilir. Bazı erişim kapıları, kömür gibi yanıcı maddelerin birikip yangın ve patlama riski oluşturabileceği küçük çıkıntılara veya düz raf alanlarına sahip olabilir.

### KONTROLLÜ ALAN

İster rutin ister acil durum tamiri olsun, ekipmana erişime dair herhangi bir tartışma, kontrollü alan konusunu içermelidir. Amerikan Çalışma Bakanlığının İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresinin (OSHA) tanımladığı şekliyle “kontrollü alan”:

- Bir çalışanın içine girip verilen işi gerçekleştirebileceği kadar büyük ve buna uygun yapılandırılmış
- Giriş ve çıkış için sınırlı veya kısıtlı araçlara sahip
- Çalışanların sürekli işgal etmesi için tasarlanmamış alandır.

**Şekil 26.11**

Erişim sağlamak için kolay açılır mandallara sahip menteşeli metal kapılar mevcuttur.





“İzin gerektiren kontrollü alan” (yaygın kullanımda “izinli alan” olarak kısaltılır), aşağıdaki özelliklerden birine veya daha fazlasına sahip kontrollü alandır:

- A. Tehlikeli bir atmosfer içerebilir
- B. Giren kişiyi içine çekme potansiyeline sahip bir malzeme içerir
- C. İçeride doğru birbirine yaklaşan duvarlar veya aşağı doğru eğimli ve incelerek daha küçük bir enine kesite dönüşen zeminle giren kişiyi kısırabilecek veya boğabilecek bir iç yapıya sahiptir.
- D. Bilinen diğer herhangi bir ciddi güvenlik veya sağlık tehlikesi içerir.

“İzin gerektirmeyen kontrollü alan”, ölüme veya ciddi fiziksel zarara neden olabilecek herhangi bir tehlike içermeyen veya atmosferik tehlike içerme potansiyeli olmayan bir kontrollü alan anlamına gelir.

“İzin gereken kontrollü alanlar”, personel eğitimi, güvenlik kemeri ve donanımı ve bir “arkadaş sistemi” için ek personel dahil, hantal ve maliyetli güvenlik prosedürleri gerektirir. Bu nedenle, sistemlerin, izin gerektiren kontrollü alanları en aza indirecek şekilde tasarlanması, önemli bir yatırım geri dönüşü sağlayabilir: Bakım ve tamir işi, izin veya özel olarak eğitilmiş personel gerektirmeden yapılabildiğinde, bu tür işlerle ilişkili işçilik maliyeti en aza indirilir.

“İzin gerektirmeyen kontrollü alanın” aşağıdaki özelliklerini içeren tasarımlar, zaman içinde maliyet etkindir:

- A. Muhafazaya giriş ve çıkış için kolay ve yeterli erişim
- B. İç çalışma alanlarını doğal havalandırması
- C. Tehlikeli bir atmosfer yaratmayan malzemeler



## GÜVENLİK HUSUSLARI

Hem erişim kapılarının hem de bariyerli muhafazaların açık faydası, gücün açık olup olmadığına veya kontrollerin düzgün çalışıp çalışmadığında bakılmaksızın, hareketli parçalara erişimi önleme yetenekleridir. Bu muhafazaların görülmesi kolaydır ve uygun aletler olmadan geçilmeleri imkansız kılınabilir.

Gözlem veya giriş için erişim kapılarını açarken tesis personelinin uygun tüm kapatma ve kilitleme prosedürlerine uyması önemlidir. Malzemenin kaçması ve masum personelin yaralanma riskini önlemek için, erişim kapı ve kapaklarının kullanımdan sonra kapatılması da zaruridir.

*DÖKME MALZEMELER için BANTLI KONVEYÖRLER*'in altıncı baskısında CEMA, “uyarı etiketlerinin, kapı açıldığında karşılaşılabilecek potansiyel tehlikelere karşı uyarıcı, erişim kapısının yakınında veya üzerinde dikkat çeken bir yere yerleştirilmesini” önerir.

nında veya üzerinde dikkat çeken bir yere yerleştirilmesini” önerir (**Şekil 26.12**).

Emniyet kemeri için bağlantı noktalarını erişim kapılarıyla hizalı yerleştirmek mantıklıdır.

Hava şokları gibi akışa yardımcı cihazların bulunduğu kapalı alanlar, muayene için kapıyı açacak çalışanların yaralanmasını önlemek için doğru işaretler yerleştirilmiş şekilde kilitlenmelidir.



**Şekil 26.12**

CEMA, “uyarı etiketlerinin, kapı açıldığında karşılaşılabilecek potansiyel tehlikelere karşı uyarıcı, erişim kapısının yakınında veya üzerinde dikkat çeken bir yere yerleştirilmesini” önerir.

**Şekil 26.13**

Başka bir yaklaşım, tüm şut kısımlarının kolaylıkla açılmasına izin veren "kontROLSÜZ şut erişim alanı" tasarlamaktır.



Başka bir yaklaşım, tüm şut kısımlarının (özellikle sürekli abrasif aşınmaya maruz kalan bölümlerin) kolaylıkla açılmasına izin veren "kontROLSÜZ şut erişim alanı" tasarlamaktır (**Şekil 26.13**). Bu tip tasarım, tamirlerin, işçilerin şutun içinde kapalı kalmasına gerek kalmadan yapılmasına izin verir. Aynı tip erişim, besleyiciler, kapaklar, silolar veya bunkerler için de tasarlanabilir.

### TİPİK ÖZELLİKLER

#### A. Yürüme yolları

Muayene ve bakımı kolaylaştırmak için, konveyör her iki yanda yürüme yollarıyla donatılacaktır. Bu yürüme yolları, bakım işinin gerçekleştirilmesi gereken noktalarda gerekli bakım faaliyetleri için yeterli alan sağlayacaktır.

#### B. Muhafazalar

Döner bileşenler ve kıştırma noktaları, konveyör çalışırken personelin uzanmasını önlemek için etkili muhafazalarla donatılacaktır. Muhafazalar yerlerine sıkıca kilitlenmeli, fakat bakım faaliyetlerine izin verecek şekilde çıkarılabilir olmalıdır.

#### C. Erişim

Konveyör, transfer noktası ve diğer ilgili sistemlerde gözlem ve bakım için uygun erişim sağlanacaktır. Tüm iç alanların muayenesine izin vermek için yeterli açıklıklar sağlanacaktır.

#### D. Gözlem kapıları

Kapılar, malzeme akışının yolu dışına yerleştirilecektir. Toz geçirmez kapılar bu gözlem delikleriyle donatılacaktır. Eğer gözlem konveyör çalışırken yapılırsa, malzemenin açıklıktan dışarı atılmasını önlemek için kapılarda ızgaralar bulunacaktır.

### ERİŞİMİN FAYDASI

#### Sonuç olarak...

İyi tasarlanmış konveyör erişiminin güvenlik, erişilebilirlik ve maliyet arasında bir ödün verme şeklinde olması gerekmez. Temiz, güvenli ve verimli bir sistem için bakım ve tamir amacıyla ekipmana erişim zaruridir. Dikkatle yerleştirilmiş ve uygun şekilde boyutlandırılmış güvenli erişim, güvenilebilirliği artıracak, duruş süresini ve bakım için gerekli adam-saatleri azaltacak ve toz ve kontrollü alan girişi gibi tehlikeleri en aza indirecektir. Zaman içinde, iyi tasarlanmış erişim, güvenliği artırır ve paradan tasarruf sağlar.

#### İlerideki bölümlerde...

Konveyörün Erişilebilirliği hakkındaki bu bölüm Konveyör Bakımı kısmındaki ilk bölümdür. Konveyör Sistemi Muayenesi başlıklı sonraki bölüm, konveyör sisteminin ömrünü uzatmak ve toz ve döküntüyü azaltmak için gerekli bakım türünü tartışmaya devam etmektedir.

**REFERANSLAR**

- 26.1 Maden Güvenliği ve Sağlığı İdaresi (MSHA). (2004). *MSHA's Guide to Equipment Guarding*. Other Training Material OT 3, 40 sayfa. ABD Çalışma Bakanlığı. <http://www.msha.gov/s&chinfo/equipguarding2004.pdf> adresinden ücretsiz olarak yüklenebilir.
- 26.2 Giraud, Laurent; Schreiber, Luc; Massé, Serge; Turcot, André; and Dubé, Julie. (2007). *A User's Guide to Conveyor Belt Safety: Protection from Danger Zones*. Guide RG-490, 75 sayfa. Montréal, Quebec, Kanada: IRSSST (Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail), CSST. İngilizce ve Fransızca ücretsiz olarak: <http://www.irsst.qc.ca/fles/documents/PubIRSSST/RG-490.pdf> adresinden PDF formatında veya [http://www.irsst.qc.ca/en/\\_publicationirsst\\_100257.html](http://www.irsst.qc.ca/en/_publicationirsst_100257.html) adresinden html formatında yüklenebilir.
- 26.3 Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (2004). CEMA SPB-001 (2004) *Safety Best Practices Recommendation: Design and Safe Application of Conveyor Crossovers for Unit Handling Conveyors*. Naples, Florida.
- 26.4 Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (2005). *BELT CONVEYORS for BULK MATERIALS, Sixth Edition*. Naples, Florida.

**Şekil 27.1**

"Bandı dolaşmak", ekipmanın durumunu değerlendirmek ve çeşitli konveyör bileşenlerinin rutin bakımı, ayarı ve temizliği için fırsatlar sunmak için kullanılır.



**27. Bölüm**

**KONVEYÖR SİSTEMİ  
MUAYENESİ**

Bandı Dolaşma Nedenleri.....	425
Sistem Sayımı.....	425
Bakım Muayenesi.....	428
Saha İncelemesi.....	428
Konveyör Yukarı veya Konveyör Aşağı.....	429
Dış Kaynak Kullanma.....	430
Güvenlik Hususları.....	430
Bir Alt İşverende Aranacaklar.....	431
Dolaşma Bittiğinde Yapılacaklar.....	431
Bandı Dolaşmak Konveyörün Sağlığını Korur.....	431

**Bu bölümde...**

Bu bölümde, bir tesisin konveyör(ler)inin rutin “dolaşma” muayenelerinin önemini ve üç “konveyör dolaşma” tipinin farklı gereksinimlerini ele alıyoruz. Bunlar sistem sayımı, bakım muayenesi ve saha incelemesidir. Güvenliğe dair hususlar yanında bu konveyör muayeneleri için dış alt işverenler kullanmanın faydaları da anlatılmaktadır.

“Walk The Belt<sup>SM</sup>” Konveyör yürüme programı, bant incelemesi, endüstride, muayene ve bakım amacıyla bir tesisin konveyör sistemi boyunca yapılan bir gezintiyi tanımlamak için kullanılan bir ifadedir. Tek bir konveyörün bir ucundan başlayan ve tüm uzunluğu boyunca devam eden veya bir uçtan başlayıp tüm konveyörler zinciri boyunca devam eden bu gezinti, ekipmanın durumunu değerlendirmek ve çeşitli konveyör bileşenlerinin rutin bakımı, ayarı ve temizliği için fırsatlar sağlamakta kullanılır (**Şekil 27.1**).

“Walk The Belt<sup>SM</sup>” Konveyör yürüme programı, Martin Engineering Şirketi'nin, bir konveyör sisteminin ve bileşenlerinin durumunun değerlendirilmesini tanımlamak için kullandığı bir terimdir.

**BANDI DOLAŞMA NEDENLERİ**

Bu bölümde üç farklı tip “konveyör yürüyüşü” ele alınacaktır. Bu farklı muayeneler birleştirilebilir, fakat görev, sıklık ve her tipi gerçekleştirmek için gerekli ekipman farklı olacaktır. Bu tipler şunlardır:

**A. Sistem sayımı**

Sistem sayımı çoğunlukla, esas görevin, sistemin temel teknik özelliklerini ve isimlik bilgilerini almak için bilgi toplama olduğu ilk muayenedir. Bu, konveyör sistemindeki ekipman ve bileşenlerin bir envanterini sağlar.

**B. Periyodik bakım muayenesi**

Periyodik bakım muayenesinde, konveyörün günlük işlemleri kontrol edilir ve rutin veya basit bakım, ayar ve temizlik gerçekleştirilir.

**C. Saha incelemesi**

Saha incelemesi, çoğu zaman sistemin iyileştirilmesi için projelere hazırlık olarak, malzeme taşıma sisteminin tamamının veya bir kısmının detaylı muayenesi ve performans analizidir.

**SİSTEM SAYIMI****İlk Adımlar: Bilgi Toplama**

Çok sıkça, bir konveyör sisteminin detayları (bileşenlerin teknik özellikleri, hatta marka ve modelleri hakkında temel bilgiler) zamanla kaybedilir veya unutulur. Tesisin sahibi veya yönetimi değişir; işletme, bakım ve mühendislik personelinin sorumlulukları değişir veya şirketten ayrılırlar. Bir konveyör sisteminin bileşenleri dahi değişerek orijinal ekipmandan farklı olacak, sisteme yedek parçalar eklendikçe veya iyileştirmeler yapıldıkça gelişecektir. Çeşitli bileşenlerin “etiket bilgileri”, bakım departmanında, mühendislik ofisinde veya satın alma departmanında güncel tutulmayacaktır. Dosya eski ve geçersiz hale gelir veya daha kötüsü, bilgi yalnızca bir kişinin aklında tutulur.

Bu nedenle, güncel bilgilerin tutarlı bir biçimde toplanması, bir tesisin ilk band incelemesi veya ilk konveyör muayenesinde başlıca şart olmalıdır. Bandın ilk kez dolaşması, bir bakım muayenesi olması yanında bir bilgi toplama görevi haline gelir. İlgili tüm bilgilerin toplanması, bunu uzun bir yürüyüş yapacaktır; bu da çoğu zaman muayenenin bir tedarikçi, alt işveren veya danışman tarafından yapılmasına yol açar. Bu “bandı dolaşan kişi”, sistemin sayımını üstlenmektedir.

Bir saha muayenesini uygun şekilde tamamlamak için özel ekipman gerekebilir (**Tablo 27.1**). Kilit verileri toplamak için gerekli tüm aletlere sahip olmak, muayenenin, “yalnızca bir boyuta veya seri numarasına daha” bakmak için sahaya tekrar tekrar gidilmesi gerekmeden tamamlanmasını sağlar.

Tablo 27.1

Saha Muayenesi için Aletler	
Alet	İşlevi
Kişisel Koruyucu Ekipman (PPE)	İncelenecek yerler için uygun şekilde kişisel güvenlik sağlar. <b>DAİMA KULLANIN.</b>
Anemometre	Toz bastırmada kullanılan hava hızlarını yakalar
Açı Bulucu	Yapıların eğimini belgeler
Desibel Ölçer	Gürültü seviyelerini ölçer
Durometre Okuyucu	Konveyör bandı ve yükleme teknesi sızdırmazlığının yüzey sertliğini belirler
Kızılötesi Termometre	Bileşenlerin sıcaklığını bulur
Su Terazisi	Bileşenlerin düz monte edilip edilmediğini belirler
Sabuntaşı	Çelik bileşenleri geçici olarak işaretler
Takometre	Bant hızını ölçer
Mezura	Mesafeleri ölçer
El feneri	Karanlık veya kapalı alanların muayenesine izin verir
Kamera	Durumların hareketsiz ve/veya video görüntülerini yakalar
Kalem ve Kağıt	Verileri kaydeder
Alet Kemer/Askısı	Aletleri güvenli şekilde taşır

Tablo 27.2

Konveyör Sistemi Sayımı		
Gerçekleştiren:		Tarih:
Temel Veriler	Konveyör ID [ <i>adı veya numarası</i> ]	
	Yeri	
	Uzunluk-Tambur Merkezleri [ <i>m (ft)</i> ]	
	Konveyör Kapasitesi [ <i>ton/s (st/s)</i> ]	
	Toplam Kat (Yükseklik Farkı) [ <i>+/-m (ft)</i> ]	
	Konveyörün Çalıştığı Saat/Gün [ <i>saat</i> ]	
	Konveyörün Çalıştığı Gün/Hafta [ <i>gün</i> ]	
	Bant Genişliği [ <i>mm (inç)</i> ]	
	Bant Hızı [ <i>m/sec (ft/min)</i> ]	
	Oluk Açısı [ <i>derece</i> ]	
Bant Tertibatı	Bant Üreticisi ve Tipi	
	Bant Derecesi [ <i>kN/mm (PIW)</i> ]	
	Bant Montajı [ <i>tarih</i> ]	
	Bant Kalınlığı [ <i>mm (inç)</i> ]	
	Bant Eki Tipi [ <i>mekanik veya vulkanize</i> ]	
	Banttaki Eklerin (Ek Yerlerinin) Sayısı	
Yük	Taşınan malzeme	
	Malzeme Büyüklüğü (Maksimum Topak) [ <i>mm (inç)</i> ]	
	Malzeme Sıcaklığı [ <i>Santigrat (F°)</i> ]	
	Malzemenin Düşme Yüksekliği [ <i>m (ft)</i> ]	
	Rutubet İçeriği (Maksimum) [%]	
	Rutubet İçeriği (Normal) [%]	
Konveyör Tahriki	Üreticisi ve Modeli	
	Güç Çıkışı [ <i>kW (bg)</i> ]	

## Bilgileri Kaydetme

Bir konveyör sayımı sırasında, çeşitli üretici, model ve sistem teknik özellikleri bilgisi toplanır ve kaydedilir (**Tablo 27.2**). Bu bilgiler toplandığında, tesis bakım dosyasında tek, merkezi bir yerde arşivlenmelidir.

Çeşitli dokümanlarla birlikte eksiksiz olarak bu bilgileri, bant konveyör sistemiyle ilgili tek bir merkezi materyal kütüphanesine yerleştirmek mantıklıdır. Bu kütüphane bakım kılavuzlarını, servis prosedürlerini, parça listelerini, çalıştırma talimatlarını, tedarikçi bilgilerini ve çizimlerini içerecektir. Toplanan bu bilgiler, tesisin bilgisayarlı bakım yönetimi sistemine (CMMS) aktarılabilir.

Bazı özel bilgisayarlı sistemler, mühendislik çizimleri, şemalar, parça listeleri, operatör kılavuzları ve diğer dokümanlar gibi materyallerin bir dijital varlık kütüphanesine eklenmesine izin verir. Bu sistem, hem

tesis hem de alt işveren personelinin bilgiye çabuk erişebileceği merkezi bir kütüphane haline gelir ve bakım işlerini gerçekleştirmek için gereken süreyi kısaltır.

Bakım işlerini yüklenen bazı alt işverenler ve tedarikçiler özel bir hizmet olarak veri koleksiyonu sunar. Bu hizmet, bir tesisin malzeme taşıma sisteminin düzenli olarak değerlendirilmesinin bir parçası, bir bakım hizmeti sözleşmesinin parçası, bağımsız bir hizmet veya bir CMMS seçimi ve uygulanması sürecinin parçası olarak gerçekleştirilebilir.

Veriyi güncel tutmak önemlidir; orijinal tasarım bilgilerini ve herhangi bir değişikliğin kayıtlarını saklamak da iyi bir uygulamadır. En iyi uygulama, düzenli bir muayene çevriminin parçası olarak verileri düzenli olarak değişikliklerle güncellemektir.

Konveyör Sistemi Sayımı (devam)	
Makaralar	Marka, Model ve CEMA Sınıfı
	Taşıyıcı Makaralar
	Darbe Ruloları
	Darbe Yatakları
	Bant Destek Yatakları
	Dönüş Makaraları
Hava Akışı	Yükleme Bölgesi Çıkış Alanı [ $m^2$ ( $ft^2$ )]
	Maksimum Yükleme Bölgesi Çıkış Hava Hızı [ $m/sn$ ( $ft/dk$ )]
Bileşenler	Marka ve Model
	Numune Alıcı
	Bant Tartısı
	Mıknatıs
	Yırtık Algılama Sistemi
	Çekme Kordonlu Emniyet Anahtarları
	Kaçıklık Anahtarları
	Taşıyıcı Taraf Ayarlama Cihazları
	Dönüş Tarafı Ayarlama Cihazları
	Primer Bant Temizleme Sistemleri
	Sekonder Bant Temizleme Sistemleri
	Kuyruk Koruma Sıyırıcıları
	Toz Toplayıcıları
	Toz Bastırma Sistemleri
	Şut Akış Yardımcısı Cihazlar
Erişim Kapıları	

**Tablo 27.2**  
**Devam**

## BAKIM MUAYENESİ

### Rutin Muayene için “Bandı Dolaşma”

“Walk The Belt<sup>SM</sup>” Bandı dolaşma, en tipik kullanım şekliyle, belirli bir işletmede konveyörlerin rutin muayenesi ve bir bakım fırsatıdır. Bant denetçisi (tesis banttan sorumlu kişisi veya “bant amiri”) sistemi dolaşır: çalışmasını kontrol eder, küçük ayar veya temizlik faaliyetleri gerçekleştirir ve daha sonra üzerinde durulması için daha önemli durumları veya problemleri not eder.

Bandı dolaşan kişi gördüğü problemleri not etmelidir: Örneğin “Konveyör B’deki 127 no’lu makarada merkez rulosu dönmüyor” veya “Konveyör 3’ün kuyruğunda çok döküntü var.” Denetçi belirli bir konveyörü tamamlayınca veya bakım odasına dönüşüne kadar beklemek yerine, problemi görüldüğü anda not etmek daha iyidir.

Bilgi bir kağıt destesine, bir kişisel dijital asistana (PDA) veya “akıllı telefona” kaydedilebilir. Dolaşırken fark edilen şeyleri, özellikle ofise dönüp de diğer günlük detayların bombardımanına tutulduğunda unutulabilecek olanları kaydetmek için konveyör denetçisi, sıradan bir cep telefonu ile kendi sesli postasını arayabilir. Bir dijital kamera, hatta birçok cep telefonu, denetçinin problemlerin fotoğrafını çekmesini sağlayacaktır. Bu fotoğraflar bant denetçisinin, değerlendirme için problemin görüntülerini diğerlerine göndermesine izin verecektir.

### Tek Bir Yerde Dikilme

Konveyörü dolaşırken hareketsiz durmak, kulağa geldiği kadar tezat oluşturmaz. Konveyör denetçisinin, yapıyı en az bir kez dolanınca kadar bandın hareketini gözlemlemesi önemlidir. Bu, denetçinin, herhangi bir problemi not etmek için bandın durumunu (kenarları, bant ek(ler)ini, yükleme teknesinin altından geçtiği yerde üst kaplamayı, merkezlemeyi) incelemesine izin verecektir. Bant denetçisi aynı zamanda hem yüklü hem yüksüz halde olarak bandın merkezlenmiş olup olmadığını kontrol edebilir.

## Konveyörü Ne Zaman Durdurmalı — ŞİMDİ!

Denetçinin, bant, konveyör veya tesis personeli için çok fazla risk arz eden bir şey gördüğü ve bandın derhal durdurulmasının gerektiği bir an gelebilir. Problem, yapıya sıkışmış, bandı yarabilecek bir döküntü demir parçası veya keskin malzeme topağı olabilir. Aşırı ısınan bir makara, için için yanan bir malzeme birikmesi veya yangına neden olabilecek başka bir durum da olabilir. Bandı dolaşan kişi ve tesisin geri kalan işletme ve bakım ekibi ve yönetim personeli, zaruri görevin, programlanmamış bir kesinti yapılması gerekse de, güvenliği sağlamak ve ekipmanı korumak olduğunu anlamalıdır.

### Nelere Bakılmalı

Muayeneyi gerçekleştiren kişinin, “bandı dolaşarak” yapılan her konveyör muayenesinde kontrol edilmesi gereken bir genel bileşenler listesi olması son derece önemlidir. Bu rehber, işçinin muayeneyi tamamlaması için bir kontrol listesi olarak kullanılabilir. (*Göz önünde bulundurulacak ve değerlendirilecek maddelerin listesi için bkz. 28. Bölüm: Bakım*)

Üreticinin (numune alıcılar, tartılar, metal detektörleri ve mıknatıslar gibi) çeşitli bileşenler ve tali sistemler için bakım tavsiyeleri, her bir tesisin özel kontrol listesine eklenmelidir.

## SAHA İNCELEMESİ

Saha incelemesi, bir konveyörü dolaşmanın üçüncü türüdür (veya nedenidir). Bu muayenenin amacı, konveyörün güvenli ve verimli çalışmasına müdahale eden sorunları belirlemek, konveyörün envanter verilerini doğrulamak ve performansını artıracak projelere hazırlık yapmaktır. Bu tam gelişmiş sistem analizinin detayları, bilgi toplama ve rutin bakım faaliyetlerini engelleyebilir veya geciktirebilir; bu nedenle, bu muayenenin sistem sayımıyla veya bakım muayeneleriyle birleştirilmesi, mevcut zamana bağlı olacaktır ve normalde önerilmez.



Mevcut sistemin genel durumunun bir değerlendirmesine ve önerilen herhangi bir iyileştirmenin uygulanabilirliğine ek olarak, bir saha muayenesi, projeye ilgili diğer birtakım hususları içermelidir (**Tablo 27.3**). Bir saha muayenesi yaparken, sistemin geneline, sistemin yapısına ve planlanmış bir projeyi engelleyebilecek veya konveyör sisteminde yapılacak değişikliklerden etkilenebilecek ilgili herhangi bir ekipmana dikkat edilmelidir.

Uygun bir saha muayenesi gerçekleştirmek için, sistem sayımı yaparken kullanılan aynı aletler kullanılacaktır (**Tablo 27.1**).

### KONVEYÖR YUKARI VEYA KONVEYÖR AŞAĞI

Bandın çalışırken mi yoksa dururken mi dolaşılması gerektiği, üzerinde biraz düşünülmesi hak eden bir sorudur. Sistemin

bant hareket ederken dolaşılması, personelin, konveyör performansını ve bileşen ömrünü etkileyen daha fazla gerçek sorunu görmesini sağlar. Malzeme döküntüsü ve malzeme yükünün bant merkezlemesi üzerindeki etkisi gibi problemler daha fazla göze çarpar. Eğer konveyör hareket etmiyorsa, yapıdaki titreşimler ve bandın hareket hatından bant eklerinin bir makaranın üzerinden geçerken çıkardıkları gürültülere kadar birçok kilit gösterge gizlidir.

Şüphesiz, konveyörler çalışmazken daha güvenlidir ve çalışmadıklarında konveyörler üzerinde herhangi bir düzeltici faaliyet gerçekleştirmek daha emniyetlidir. Yükleme teknesinin içinin muayene edilmesi gibi bazı kontroller, bant çalışırken güvenli bir şekilde yapılamaz. Bununla birlikte, bazı muayene ve ayarlar yalnızca bant çalışırken yapılabilir. Bandı dolaşmakla görevli kişi, tehlikelerin farkında, konveyör sistemle-

Saha İncelemede Dikkate Alınacaklar	
Problem	Çözülecek problem nedir? Başarı olarak kabul edilecek beklentiler nelerdir?
Devirler	Kontroller, güç veya kilit bileşenlerin ayrı temini gibi arayüz konularından kim sorumlu?
Beklenmeyen Sonuçlar	Önerilen çözümün diğer prosesler üzerinde ne gibi etkileri olacak?
Eğitim	İşçiler için hangi genel veya sahaya özgü eğitim ve dokümantasyon gerekecek?
Yasal Gereksinimler	Geçerli yasaların veya şirket politikalarının gereğini yerine getirmek için sistemlerin yükseltilmesi gerekiyor mu?
Erişim	Yeni ekipman montaj noktasına nasıl getirilecek?
Yardımcı Birimler	Yıkım ve inşaa faaliyetleri için mevcut yardımcı birimler var mı?
Tehlikeler	Özel dikkat gerektiren tehlikeli malzemeler veya koşullar var mı?
Yüksekte Çalışma	Yüksekte çalışma nedeniyle özel prosedürler veya güvenlik önlemleri gerekecek mi?
Kontrollü Alanlar	Kontrollü alanlarda çalışma, özel olarak eğitilmiş işçiler ve izinler gerektirecek mi?
Atıkların İmhası	Atık imhasından kim sorumlu?
Tesisler	Proje işçileri için (dinlenme odası, tuvaletler, duşlar gibi) tesisler var mı?
Hava Durumu	Hava durumu ve günün saati (sistemin yalnızca ikinci vardiyada kullanılabilmesi gibi) projeyi tamamlama yeteneğini etkiliyor mu?
Çıktılar	Muayene sonucunda hangi çıktı bekleniyor?

Tablo 27.3

rinde deneyimli ve çalışan bir konveyörde sınırlı miktarda düzeltme yapma konusunda eğitilmiş ve yetkili olmalıdır.

Bu nedenle, bantların konveyör çalışırken “dolaşılıp dolaşılmayacağı” sorusu, insan gücünün mevcut olduğu zaman ve beklenen veya gereken bakım işi seviyesi gibi dış faktörlere bağlı olabilir. Her iki durumda da, önemli oranda dikkat edilmesi tavsiye edilir.

## DİŞ KAYNAK KULLANMA

### Farklı Bir Çift Göz: Bandı Dolaşmaları için Alt İşverenler Kullanma

İster üretim ister bakım personeli olsun, normal tesis çalışanlarının, konveyör muayeneleri ve rutin ayarlar için zaman ayırması giderek daha güç hale gelmektedir.

Her ne amaçla olursa olsun, bandın kurum personeli tarafından “dolaşılmasında” başka problemler ortaya çıkabilir. İşletmeye aşina bir kişi, araması gereken şey yerine, yalnızca görmeyi beklediği şeyi görmeye şartlanmış olabilir. Bir problem yaşamış olan tesis işletme veya bakım işçisi, bu problemin standart çalışma prosedürü veya kabul edilebilir bir durum olduğuna gerçekten inanabilir. Aynı zamanda, bir problemin muayenede “kaçırılması” tehlikesi de vardır, çünkü muayeneyi yapan kişi, problemi tamir etmek için çağırılacağını bilmektedir. Proje, çalışanın listesine eklenen başka bir “kirli iş” olacaktır.

Çözümlerden biri, bu rutin bakım (veri sayımı, saha incelemesi ve rutin bakım faaliyetleri) için sözleşmeli personel kullanmaktır. Dış kaynak kullanmanın birçok avantajı vardır. İlki, bir konveyör, tesis personelinin



## GÜVENLİK HUSUSLARI

Konveyör muayeneleri, işçilerin dökme malzeme taşıma sistemini derinlemesine muayene etmesini gerektirir. Bu ekipman için iyidir, fakat muayene sürecinde onları potansiyel olarak tehlikeli durumlara soktuğundan çalışanlar için kötü olabilir. Bantları dolaşan personel, konveyörün üzerinde ve çevresinde çalışmayla ilgili doğru prosedürlerde uygun şekilde eğitilmeli ve konveyörün dikkatsiz bir bireyi yaralama veya öldürme potansiyeline saygı göstermelidir.

Güvenli iş uygulamalarına uyulması, herhangi bir bandı dolaşma rutininin parçası olmalıdır. Saha incelemesini gerçekleştiren personel, uygun kişisel koruyucu ekipmana (PPE) sahip olmalıdır. Bu ekipman baret, koruyucu gözlük, kulak tıkacı ve maskeyi içerebilir. Telsiz veya cep telefonu gibi bir iletişim aracı da bulundurulmalıdır. Elbette, uygun kilitle-

me / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürleri gereklidir.

Konveyörü dolaşırken bir “arkadaş sistemi” kullanmak akıllıcadır. Bu, muayeneyi daha güvenli kılmasının yanında, bir işçinin (iki yürüme yolu olduğunu farz edersek) muayene için konveyörün her bir yanına çıkmasına izin verecektir. Eğer bir operatörün yalnız dolaşması gerekiyorsa (günümüzdeki azaltılmış personel döneminde yaygın bir uygulama) işçi, kontrol odası, bakım ofisi veya diğer bir operasyon merkeziyle telsiz temasını sürdürmelidir. Konveyör devriyesinin, güzergah boyunca (örneğin her konveyörün başında) belirli noktalarda ‘çağrı yaptığı’, gece bekçisinin güvenlik sistemi gibi bir sistem düşünülmelidir. Bu, işçi için artırılmış güvenlik yanında, sistemin kapatılmasını gerektiren olağandışı durumlar veya problemleri bildirme fırsatı da sağlar.

dikkati gerekmeden muayene edilebilir: Onlar normal işlerine devam etmekte özgürdür. İkinci bir avantajı, dış denetçi, uygun konveyör uygulamaları ve geçerli resmi yönetmeliklerde uzman biri olabilir. Bu objektif kaynak, tesis personeline, “standart” tesis uygulamalarının işleri yapmanın en iyi yolu olmadığını söyleyebilecektir.

Her ne kadar bant dolaşmaları tesis bakım personeli için yararlı araçlar olsa da, dış kaynaklı bir bakım hizmeti kullanırken daha da yararlı olabilirler. Tesis, muayene sonuçlarını bir bakım işverene “yapılacaklar” listesi olarak verebilir. Bu, bakımı yüklenen işverene odak ve yön sağlarken, problemleri düzeltmek için gereken faydalı bilgilerin çoğunu da sunar.

### Dış Personel için İş Güvenliği

Sözleşmeli personel aynen normal çalışanlar gibi eğitilmelidir. Aslında, ekipmanın yeteneklerine ve sınırlamalarına her gün maruz kalmanın sağladığı deneyim ve takviyeye sahip olmayacaklarından, onların eğitilmesi daha önemli olabilir. Bildiklerinden emin olmak şarttır.

### BİR ALT İŞVERENDE ARANACAKLAR

Alt işverenlerin, bakacakları sistem türü hakkında iyi bilgi sahibi olmaları önemlidir. Bir tesisatçıdan, tesisin elektrik sistemini onarması istenmemelidir.

Vasıfsız veya deneyimsiz sözleşmeli işçiler herhangi bir fayda sağlamayabilir; neyi arayacaklarını veya ne gördüklerini bilmiyor olabilirler. Daha fazla deneyim daha maliyetli olacak, fakat gerçek bir fayda sağlayacaktır. Benzer endüstrilerde kullanılan konveyörler hakkında temel bilgi sahibi olmak yararlıdır. Yalnızca hizmeti satan kişinin değil, gerçekte işi yapacak birey(-ler)in de uzman olması önemlidir. Önce izin alıp sonra yapmak için dönmektense, personelin, not edildiğinde gerekli bakımı yapacak becerilere ve aletlere halihazırda sahip olması daha iyidir.

Dış kaynaklar, tanımı gereği, işletmenin çalışanları değildir. Fakat konveyör sistemi-

nin ve tesisin etkin ve verimli kullanımını üstlenmeleri gerekecektir. İşletmeye ve sorumluluk ve görevlerine bağlılık göstermeleri gerekir. Akıllıca seçildiğinde ve etkin şekilde kullanıldığında, dış personel konveyörleri iyileştirecek ve işletmeye katma değer sağlayacaktır.

### DOLAŞMA BİTTİĞİNDE YAPILACAKLAR

Bandı dolaşmaktan daha da önemlisi, bu gezintide elde edilen bilgiyle bir şey yapmaktır. Gözlemleri kaydetmek ve daha sonra bunları yönetime sunmak, gezintinin yapılma sebebidir.

Konveyör dolaşarak tüm veriler toplandığında, bunlar depolanmalı; daha sonra uygun şekilde harekete geçilmelidir. Gözlemlenen problemlerden her biri tesis personeli veya dış danışmanlar tarafından değerlendirilebilir ve temeldeki neden(ler) tespit edilebilir. Problemlerin sebepleri tespit edildiğinde, çözümler hazırlanabilir. Hemen giderilebilecek sorunlarda vakit kaybedilmemelidir. Gerekli çözümlerin sağlanması için uygun kaynakların tahsis edilebilmesi amacıyla kalan sorunlar belgelenmelidir. “Bandı dolaşarak” yapılan bir muayene, problemlerin nasıl çözüleceğini göstermez, fakat problemlerin belirlenmesinde kullanılan paha biçilmez bir araçtır.

Bir konveyör dolaşmasında - veya daha da iyisi, düzenli şekilde yapılan bir dizi dolaşmada - not edilen hususların iyi kaydedilmesiyle, işletme, problemleri önleme, çalışma verimini artırma ve karlılığı iyileştirme fırsatına sahip olur. Bunlar, konveyör sisteminde yapılacak herhangi bir gezintinin gerçek amaçlarıdır.

### BANDI DOLAŞMAK KONVEYÖRÜN SAĞLIĞINI KORUR

#### Sonuç olarak...

Bir dökme malzeme taşıma işletmesi, bağlantılı bileşenlerden oluşan bir sistemdir. Eğer bir bileşen veya tali sistem çalışmayı durdurursa, hem öncesindeki hem de

**Şekil 27.2**

Konveyör bant(lar)ının düzenli olarak dolaşılması, sistemi değerlendirme, bileşenlerini kataloglama ve bakım gerektiren alanları belirleme veya artırılmış verim için fırsatlar sunmanın etkili bir yoludur.



sonrasındaki prosesler etkilenecektir. Daha basit bir ifadeyle, bir bandın durması tüm tesisi durdurabilir. Sonuç olarak, konveyör, dökme malzeme taşıma işletmesinde kritik bir ekipman parçasıdır (**Şekil 27.2**). Konveyör bant(lar)ının düzenli olarak dolaşılması, sistemi değerlendirme, bileşenlerini kataloglama ve bakım gerektiren alanları belirleme veya artırılmış verim için fırsatlar sunmanın etkili bir yoludur.

**İlerideki bölümlerde...**

Konveyör Sistemi Muayenesi hakkındaki bu bölüm, Konveyör Bakımı kısmındaki Konveyörün Erişilebilirliği bölümünü sürdürmektedir. Sonraki iki bölüm, Bakım ve İnsan Faktörüne odaklanarak, döküntü ve tozu azaltmak için alınacak bakım önlemleriyle bu kısma devam etmektedir.

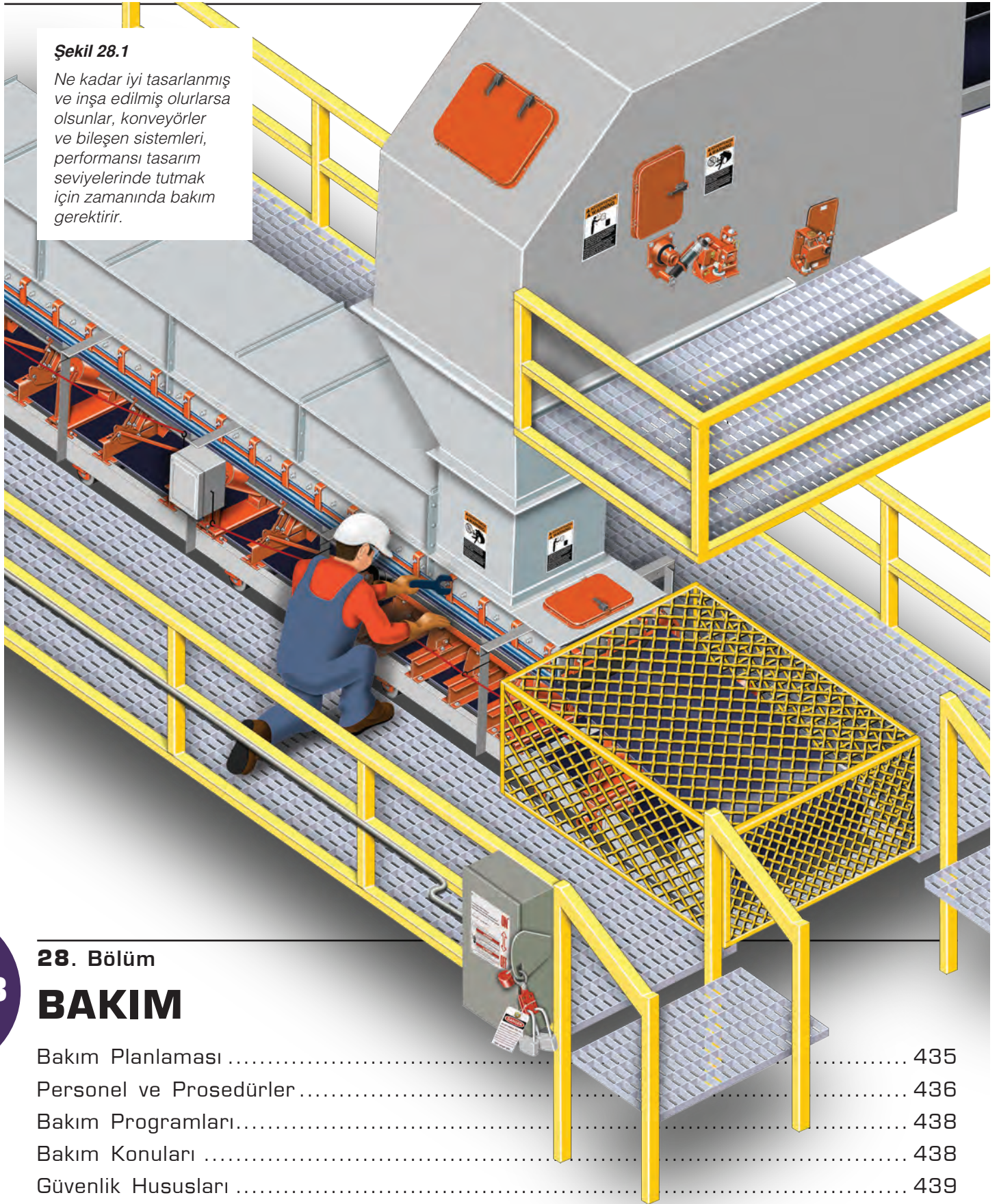
**REFERANSLAR**

- 27.1 Martin Engineering web sitesi: [www.martin-eng.com](http://www.martin-eng.com)
- 27.2 Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (2005). *BELT CONVEYORS for BULK MATERIALS, Sixth Edition*. Naples, Florida.
- 27.3 <http://www.conveyorbelguide.com> web sitesi, bant tertibatının birçok yönünü kapsayan değerli ve ticari olmayan bir kaynaktır.



**Şekil 28.1**

*Ne kadar iyi tasarlanmış ve inşa edilmiş olurlarsa olsunlar, konveyörler ve bileşen sistemleri, performansı tasarım seviyelerinde tutmak için zamanında bakım gerektirir.*



**28. Bölüm**

**BAKIM**

Bakım Planlaması .....	435
Personel ve Prosedürler .....	436
Bakım Programları .....	438
Bakım Konuları .....	438
Güvenlik Hususları .....	439
Gelişmiş Konular .....	442
Dolarlar ve Bakım Anlayışı .....	443

### Bu bölümde...

Bu bölüm, kaçak malzemelerin kontrolüne, güvenliğin artırılmasına ve programlanmamış konveyör kesintilerinin azaltılmasına yardımcı olacak önerilen bakım uygulamalarını kapsayacaktır. Programlanmamış konveyör duruş süresinin maliyetini hesaplamak için bir de yöntem önerilmektedir.

Ne kadar iyi tasarlanmış ve inşa edilmiş olurlarsa olsunlar, konveyörler ve bileşen sistemleri, performansı tasarım seviyelerinde tutmak için zamanında bakım gerektirir (**Şekil 28.1**). Potansiyel problemleri tespit etmenin yanında rutin bakım ve tamirleri yapmak için de bakım personelinin uygun şekilde eğitilmesi ve donatılması çok önemlidir.

## BAKIM PLANLAMASI

### Bakım için Planlama

Tecrübeler, zaman içinde, bir tesisin üretim gereksiniminin arttığını göstermiştir. Çoğu zaman yönetim ve çalışanların ücret paketleri, üretim hedeflerinin başarılmasına dayanır. Sonuç olarak, bakım için ayrılan duruş süresi sürekli olarak azalır. Bu senaryoda, tesis üretim hedeflerine ulaşmak için çabalarken, konveyörün altyapısına çoğu zaman bakım yapılmaz ve gerekli tamirler yapılmadan bırakılır.

Bu, taşıma sisteminin ihmal edilmesine ve felaket boyutunda arıza noktasına kadar zayıflamasına yol açar. Konveyörün üretim programının, gerekli bakımı gerçekleştirmek için yeterli duruş süresine izin vermesi zorunludur. Bu bakım prosedürlerine izin vermek için (kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme prosedürlerinin ardından), konveyör kapatılmalı, bu fonksiyonların gerçekleştirilmesi için programlanmış duruş süresi ayrılmalıdır. Bakıma izin vermek için üretim programında planlanmış uygun kesinti süresi, sistemlerin tam zamanlı çalıştığı ve bakımın yalnızca bir arıza olduğunda yapıldığı taşıma sistemlerinin “kriz yönetiminin” önlenmesi bakımından zorunludur.

“Plan yapmamak, başarısızlığı planla-

maktır” deyişi konveyörler için çok doğrudur. Bakımın planlanmadığı konveyör sistemi, arıza yapmak üzere planlanmıştır.

### Bakım için Tasarlama

Konveyör sistemi tasarım veya planlama aşamasındayken, bakım yönetiminin göz önünde bulundurulması gerekir. Çoğu zaman, tasarım aşamasında Bakım Departmanının ihtiyaçları dahil edilmez; bu durumlarda, yeni sistem, kolay erişim ve bakıma izin verecek şekilde tasarlanmaz. Endüstriyel şartlar karşısında (değişen malzeme şartları ve miktarlarından kaynaklanan taleplerle karışan günlük işlemlerin sürekli stresiyle), sistem bakımı gerçek bir gereksinim haline gelir. Eğer sistem en başından bakım için yeterli hazırlık yapılarak tasarlanmazsa, problem büyür. Birçok tesis için yaygın bir varsayım şudur: “Eğer zor, zaman alıcı veya potansiyel olarak tehlikeliyse, kestirme yollara başvurulması kaçınılmazdır.” Bakım faaliyetlerinde bunun anlamı, eğer bir sistemin bakımı zorsa, bakım faaliyetlerin muhtemelen gerçekleştirilmeyeceğidir. Ya da eğer iş yapılırsa, yüzeysel veya en az dirençle karşılaşılabilecek şekilde yapılacaktır. Her iki durumda da, artan bileşen arızası riski, sonucu olarak bir verimlilik kaybı sunar.

Birçok durumda, mühendislik süreci, bakım problemlerine izin hatta destek verir. Örnek olarak, bırakılan uygunsuz aralıklar, erişilemez bileşenler, “kalıcı” sabitleme elemanları veya diğer tamir edilemez sistemler verilebilir. Tasarımcılar genellikle daha büyük bakım projelerini hesaba katar ve bunlar için hazırlık yapar; oysa, rutin bakımı kolay ve etkin şekilde yapmak için gerekli hazırlıkları çoğu zaman ihmal ederler. Örneğin, çoğu konveyör, beş yılda bir gerekebilecek bir olay olan baş tamburunun kaldırılması ve değiştirilmesi için bir çerçeve içerir; oysa, makara yağlaması veya bant sıyırıcısı bakımı gibi düzenli bakım için hiçbir hazırlık yapılmaz.

Sistemin tasarımına dahil ederek bu problemleri çözmenin yolları vardır. Örnekler arasında, yeterli yürüme yolları, platformlar, erişim ve görevleri daha vakitli

ve etkin şekilde tamamlayabilmek için el altında bulunan su, elektrik ve tazyikli hava gibi yardımcı tesisler sayılabilir. Ek örnekler, “çekiçle” ayarlanabilir veya “içe/dışa sürgülü” ayar için raya monte edilmiş bileşenlerin kullanılmasını içerecektir. Bu özelliklerin “tasarıma dahil” olması, rutin bakımın uygun şekilde yapılması şansını büyük ölçüde artıracaktır.

Anahtar, bakım gereksinimlerini herhangi bir projenin tasarım aşamasının başında hesaba katmaktır. Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA), *DÖKME MAL-ŞEMELER için BANTLI KONVEYÖRLER*, *Altıncı Baskı*'da, bakım için konveyör erişimine dair kılavuzlar sunmaktadır.

### Ergonomi ve Bakım

İster tasarımcı ister operatör, bakım personeli veya yönetim olsun, personel bir sisteme her dahil olduğunda, insan performansı o sistemin genel etkililiğini ve verimini büyük ölçüde etkileyecektir. Ergonomi (veya bazen bilindiği şekliyle insan faktörü mühendisliği), insan ve bileşenlerin en verimli ve güvenli şekilde etkileşimde bulunması için insanların kullandığı bileşenlerin tasarımı ve düzenlenmesiyle ilgilenen, uygulamalı bir bilimdir. Bir mekanik sistemin potansiyelinin tamamını ortaya çıkarmak için, o sistemde insan rolünün optimizasyonu üzerinde yeterince düşünülmesi ve durulmalıdır.

Ekipman, düzenli bakım yaparken operatörlerin ve bakım personelinin güvenirliliğini ve tutarlılığını iyileştirecek şekilde tasarlanmalıdır.

## PERSONEL VE PROSEDÜRLER

### Bakım Departmanı

Konveyör bakımını yalnızca ehil, iyi eğitilmiş, uygun test ekipmanı ve aletleriyle donatılmış personelin yapması önemlidir. Hem güvenlik hem etkinlik nedenleriyle, bakım personeli, büyük bir kesintiyi veya ekipman masrafını önleyecek küçük bir tamir yapmak için konveyörü durdurma yetkisi verilmiş, becerikli ve tecrübeli çalışanlar olmalıdır.

Bakım ekiplerinin sayısı azaltılıp konveyör sistemlerinin talepleri arttıkça, mevcut personelin etkinliğini en yüksek seviyeye çıkarmak hayati önem taşır hale gelmektedir. Personelin etkinliğini en yüksek seviyeye çıkarmanın bir yolu, her bir görevi güvenli şekilde yapma prosedürlerini belgelemektir. Bu, tüm işçilerin, görevlerin nasıl en güvenli, en etkin şekilde yapılacağını ve görevi tamamlamak için hangi alet ve ekipmanın gerekeceğini bilmelerini sağlayacaktır. Aynı zamanda, bir tesisin, daha tecrübeli personel emekli veya transfer oldukça yeni çalışanları daha iyi eğitmesini sağlayacaktır.

Bilgisayarlı bakım yönetimi sistemi (CMMS), bakım/tamir prosedürlerini barındırmak için iyi bir araçtır. Bakım personelinin işleri önceliğe dayalı bir şekilde gerçekleştirmesi için, sistem iş emirlerini ve bilgileri yönetecektir. Çoğu sistem, belirli ekipman için bakım giderlerini de takip edecektir: Bu, yükseltmeyi veya yeni ekipman satın alımını haklı göstermek için gereklidir.

Bu tip prosedürler kullanan bir bakım programı, uzun vadede çok daha etkin ve güvenilir olacaktır.

### Sözleşmeli Hizmetler

Tesisler çalışan sayılarını azalttıkça, birçok şirket, konveyör ekipmanı montaj ve bakım işlerinin bir kısmını veya tamamını dış alt işverenlere vermektedir. Alt işverenlerin kullanılması, personelin işletmeye özgü temel faaliyetlerde görevlendirilmesine izin verir (**Şekil 28.2**).

**Şekil 28.2**

*Taşıma montajı ve bakımı için alt işverenlerin kullanılması, tesis personelinin işletmeye özgü temel faaliyetlerde görevlendirilmesine izin verir.*





Dökme malzeme taşıma endüstrisinde yaygın alt işverenler, genel veya uzman/niş olarak sınıflandırılabilir. Her ikisinin de meziyetleri vardır ve uygun şekilde kullanıldıklarında ve her birinin sınırlamaları anlaşıldığında tesise değer katacaklardır.

Genel bir alt işveren hemen her türlü işi yapmaya isteklidir ve birçok şey hakkında genel bilgi sahibidir; bununla birlikte, genel alt işveren, taşıma sisteminin tüm yönleri veya bileşenlerinde yüksek beceriye sahip değildir.

Diğer taraftan, uzman/niş alt işverenler, belirli alan veya bileşenlerde uzmandır; çoğu zaman bir üretici tarafından doğrudan kullanılırlar veya üretici tarafından eğitilir ve yetkilendirilirler. Bu eğitim onlara, bir ekipmanın montajını veya bakımını genel bir alt işverenden daha verimli şekilde yapmaları için gerekli beceri ve bilgileri sağlar. Uzman/niş alt işverenler, sağladıkları hem işçilik hem de ürün veya bileşenler için performans garantisi sunmaya istekli olmalıdır.

Döküntü temizliği, bir dış işverenin, tesis personelinin boşa çıkarılmasına yardımcı olabileceği başka bir alandır. Bir tesisteki döküntü temizliği işinin dışarı verilmesi, aslında döküntünün temel nedeninin tespit edilmesine yardımcı olarak işletme prosedürlerinde bir değişikliğe yol açabilir veya mevcut bir sistemin yükseltilmesini veya değiştirilmesini haklı çıkarabilir.

## Muayeneler

Rutin bakım muayeneleri bant ve bileşen ömrünü uzatabilir ve küçük, kolaylıkla düzeltilen problemlerin büyük ve maliyetli baş ağrılarına dönüşmesini önleyerek performansı artırabilir.

En iyi işletmelerin bazılarında, bakım işçileri konveyör sistemini rutin olarak “dolaşarak”, potansiyel sorun emareleri arar (**Şekil 28.3**). (Bkz. 27. Bölüm: *Konveyör Sistemi Muayenesi*). Muayene turu sırasında güvenli ve verimli olabilmesi için konveyörü dolaşan kişinin serbest olması önemlidir.

Temel ekipmanlar şunları içerir:

### A. El feneri

Eğer konveyör denetçisi, kapalı şutların içine veya şutlar ve kazıma tünelleri gibi yeraltı alanlarına bakacaksa

### B. Bilgi kaydetmek için araçlar

Klipsli bir altlıktaki kağıt destesinden el bilgisayarına kadar uzanır

### C. Kişisel koruyucu ekipman (PPE)

Tesis şartlarına uygun şekilde baret, koruyucu gözlük, kulak koruyucu ve maske

### D. Telsiz veya cep telefonu

Kontrol odası veya bakım ofisiyle iletişim sağlamak için

Dışarıdan bir görüş alınması çoğu zaman, dikkatin, tesis personelinin normal görmeye başladığı alanlara çekilmesine yardımcı olur. Bazı tedarikçiler veya üreticiler, bir tesisin sistemini dolaşmayı ve bir “sistem durumu” raporu sunmayı önerecektir.

Bir konveyör sistemindeki problemleri tespit etme ve gidermenin en etkili yolu, sistemi çalışırken dolaşmaktır. Her ne kadar bakım ve tamirlerin sistem çalışırken yapılmaması gerekiyorsa da, sistemin çalışmasını izlemek ve çıkardığı gürültüleri dinlemek, bakım personelinin tamir/değişim gerektiren bileşenleri belirlemesini sağlayacaktır.

Bant 1,0 metre/saniyeden (200 ft/dk)



**Şekil 28.3**

En iyi işletmelerin bazılarında, bakım işçileri konveyör sistemini rutin olarak “dolaşarak”, potansiyel sorun emareleri arar.

büyük hızlarda çalışırken yararlı bir bant muayenesi gerçekleştirmek zordur. Büyük hasar tespit edilebilir, fakat bu hızların üzerinde daha küçük olan kusurlar gözden kaçacaktır. Bu problemin bir çözümü, durdurulmuş bir bandın tamamını yürüyerek, onu kısım kısım kontrol etmektir. Alternatif bir çözüm muayene için bandı düşük hızlı bir tahrikle çalıştırmak olabilir. Bazı konveyörler, düşük hızda muayene sağlamak için saniyede 0,1 ila 0,25 metre (20 ila 50 ft/dk) arasında hızda çalışan bir ek veya “sürünme” tahrikine sahiptir.

### BAKIM PROGRAMLARI

Konveyör bakım aralıkları ve bir konveyörün özel bakım gereksinimleri, hem yapısına ve bileşenlerine hem de üzerinde taşınan malzemelerin hacmine ve doğasına bağlı olacaktır. Muayene, bakım ve tamirler için üreticilerin kılavuzlarına uyulmalıdır. Bununla birlikte, eğer basılmış hiçbir kılavuz yoksa, rehberlik etmesi veya bir bakım programı oluşturulmasına yardımcı olması için bazı temel kurallar verilmiştir (**Tablo 28.1**). Birçok konveyör bileşeni bant çalışırken muayene edilebilir ve edilmelidir. Bant çalışırken, konveyör bileşenlerine fiilen bakım yapmayı denemek yerine, onları yalnızca muayene etmeye dikkat edilmelidir. Eğer bakım gerektiren hususlar keşfedilirse, bunlar belgelenmelidir. Birçok bakım faaliyeti yalnızca konveyör çalışmazken gerçekleştirilebilir (*Bakım hakkında ek bilgi için Martin Engineering'in web sitesine bakınız [Referans 28.1]*).

### BAKIM KONULARI

#### Kullanım Kılavuzları

Bakım gereksinimleri, prosedürler ve zaman çizelgeleriyle ilgili özel talimatlar için herhangi bir ekipman parçasının tedarikçisi tarafından sağlanan kullanıcı/operatör kılavuzuna bakmak önemlidir. Kapsamlı bir ekipman kılavuzları klasörü tutulmalı ve tüm vardiyalarda işçilerin erişimine açık olmalıdır. Ayrıca, bakım personeli gerçekleştirilen muayene ve bakımların kayıtlarını

itinayla tutmalıdır. Bu, ekipmana uygun şekilde bakım yapılmasını sağlayacaktır.

#### Bir Bilgi Dosyası Oluşturma

Konveyörlerdeki çeşitli bileşenler ve alt gruplar için bir klasör veya veritabanı oluşturulmalıdır. Bu klasör, malzeme taşıma sistemindeki bileşenlerle ilgili çeşitli kılavuzları, parça listelerini ve diğer dokümanları içermelidir. Üreticilerin parça numaraları ve montaj tarihleri gibi öğeler, ne zaman bakım gerektiğini ve söz konusu bakım aralığı geldiğinde hangi prosedürlerin gerçekleştirileceğini belirlemede faydalıdır.

Bu bilgiler için merkezi bir havuz bulunmalıdır. Bu bir dosya dolabı veya bu günlerde, çeşitli dokümanları, teknik özellikleri ve tedarikçi web sitelerini içeren veya bunlara bağlantı kuran bir tür elektronik veritabanı olabilir. Ayrı veya potansiyel olarak çelişkili dosyalar bulunmaması için bilgi tek kaynaktan kullanıma açılmalıdır. Bu klasör veya veritabanının dökme malzeme taşıma işletmesinin içinde veya bakım ofisinde tutulacağına dair karar tesise aittir, fakat elektronik ağlar kullanılarak bu bilgi paylaşılabilir ve paylaşılmalıdır. Bu sayede bilgi, bir kurumsal mühendislik grubu gibi saha dışında olan diğer departmanların erişimine de açılabilir.

Bir tesis için, bakım tekliflerinin bir parçası veya ayrı bir hizmet olarak bu bilgi toplama ve düzenleme hizmetini gerçekleştiren tedarikçiler vardır. Bunlar bu başvuru kaynaklarını derleyecek ve bir veritabanında tutacaktır. Bu hizmet özellikle mevcut konveyör sisteminin kayıtları güncelliğini yitirdiğinde yararlı olabilir. Ekipman ve bilgi kaynakları üzerinde daha geniş bir deneyim tabanıyla bu hizmetler, başka şekilde ulaşılamayacak tedarikçi bilgilerini izini sürerek bulabilir.

#### Yedek Parçalar

Belirli yedek parçalar stokta bulunmalıdır. Bu, işlemlere daha hızlı geri dönüş için, hem aşınmış parçaların rutin olarak değiştirilmesini hem de beklenmedik tamirlerin hızla tamamlanmasını sağlayacaktır. Bu

stokta, bant sıyrıcısı uçları, darbe çubukları ve makaralar gibi hem “hasar görmesi muhtemel” parçalar hem de yedek “aşınma parçaları” bulunmalıdır. Aynı zamanda, bakım depolarında, acil tamirlerde kullanılmak üzere “yırtık tamiri” için bant eki malzemeleri bulunmalıdır.

Tüm tesiste çeşitli bileşenleri standartlaştırarak, bu yedek parça stokunun büyüklüğü, dolayısıyla bu kullanmayan parçalar için yapılan harcama en aza indirilebilir.

Hizmetten alınan bileşenlerin depolanabileceği ve gerektiğinde yedek parçalar için kullanılabilir parçaların sökülebileceği bir “mezarlık” bulundurmaya iyi bir fikir olabilir. Elbette, kullanılmış ekipmandan alınan parçaların, yeniden kullanılmadan önce derinlemesine temizlenmesi ve muayene edilmesi gerekir.

## Yağlama

Konveyör sistemlerinde bulunan çok sayıda rulman ve bant gerilimi ve güç gereksinimleri üzerindeki etkileri nedeniyle yağlama çok önemlidir. Yağlamanın tipi, miktarı ve sıklığıyla ilgili üreticinin tavsiyelerine uyulması, sistemin döner bileşenlerinin ortalama ömrünü uzatacaktır.

Aşırı yağlama yapmamaya özen gösterilmelidir. Aşırı yağlama, rulman sızdırmazlıklarına zarar verebilir, bu da daha sonra kaçak malzemelerin rulmana girmesine izin vererek sürtünmeyi artırabilir ve rulman ömrünü kısaltabilir. Yağ ve gres fazlası bandın üzerine dökülüp burada kaplamaya yapılarak hizmet ömrünü azaltabilir. Gres fazlası, parmaklık, yürüme platformları veya zeminler üzerine de dökülerek bunları kaygan veya tehlikeli hale getirebilir.



## GÜVENLİK HUSUSLARI

Konveyör bakımı ve muayenesi çalışanlar için önemli riskler arz edebilir; çünkü bu faaliyetler işçileri, potansiyel olarak tehlikeli şartlar altında konveyör sisteminin çok yakınına getirir (**Şekil 28.4**). Hem personel hem de ekipman için güvenli şartlar sağlamak için tasarlanmış birçok sistem vardır. Güvenliğe en iyi yaklaşım, mühendisler ve işletme ve bakım personelinin konveyörün gücüne ve çalışmasının potansiyel risklerine karşı bir saygı geliştirmesini ve bunu sürdürmesini sağlayan bir güvenlik programıdır.

Bazı ayarlar yalnızca bant çalışırken yapılabilir ve bazı rutin bakımları, bant çalışırken yapmak avantajlıdır. Çoğu güvenlik yönetmeliği bu ihtiyacı kabul eder ve yalnızca “tehlikelerin farkında olan eğitilmiş personelin” bu rutinleri gerçekleştirmesini şart koşar.

Bunlar, bakım ve muayene için belirlenmiş prosedürler izlendiğinde, hem personel hem de ekipman için güvenli şartlar sağlamak için tasarlanmış sistemlerdir. Bu prosedürler için eğitim genellikle sistemlerin tedarikçilerinden alınabilir. Konveyör bakımını yalnızca ehil, iyi eğitilmiş, uygun test ekipmanı ve aletleriyle donatılmış personelin yapması önemlidir (2. Bölüm: *Güvenlik ve 28. Bölüm: Konveyör Sistemi Muayenesinin derinlemesine incelenmesi zorunludur*).



**Şekil 28.4**

Konveyör muayenesi ve bakımı çalışanlar için önemli riskler arz edebilir; çünkü bu faaliyetler işçiyi, potansiyel olarak tehlikeli şartlar altında konveyör sisteminin çok yakınına getirir.

## Bantlı Konveyör – Koruyucu Bakım | Tablo 28.1



## GÜVENLİK HUSUSLARI

Muayenelere veya işe başlamadan önce tehlikelere karşı çalışma alanını daima kontrol edin.



YER	PROSEDÜR: Haftalık	YER	PROSEDÜR: Haftalık
Saptırma Tamburları	Bandın tambur üzerinde merkezlenmiş olduğundan emin olun	Baş Tamburu	Bant sıyırıcılarında aşınmış veya eksik uçlar bulunup bulunmadığını kontrol edin
Taşıyıcı Makaralar	Tüm silindirlerin döndüğünden emin olun*		Bant sıyırıcılarında çerçeve ve uçların temizliğini kontrol edin
	Tüm makara silindirlerinin malzeme birikmesinden temizlenmiş olduğundan emin olun*		Bant sıyırıcısı gerilimini üreticilerin tavsiyesine göre kontrol edin
	Bandın hem yüklü hem yüksüz durumda üç silindir hepsine dokunduğundan emin olun*		Bandın tambur üzerinde merkezlenmiş olduğundan emin olun
Konveyör Bandı	Bandta hasar veya kötü kullanım olup olmadığını kontrol edin:	Yükleme Bölgesi	Toz bastırma nozüllerinde tıkanma olup olmadığını kontrol edin
	Bandtan kavislenme olup olmadığını kontrol edin		Darbe makaralarında aşınma olup olmadığını kontrol edin
	Bandta dış kavis olup olmadığını kontrol edin		Darbe çubuklarında üst kaplama aşınması olup olmadığını kontrol edin
	Darbe hasarı olup olmadığını kontrol edin		Sızdırmazlık destek yataklarında aşınma olup olmadığını kontrol edin
	Çarpma hasarı olup olmadığını kontrol edin	Toz sızdırmazlıklarını muayene edin ve ayarlayın	
	Kimyasal hasar olup olmadığını kontrol edin	Toz bastırma nozüllerini kontrol edin*	
	Bandta kopma veya yırtılma olup olmadığını kontrol edin	Dönüş Silindirleri	Silindirlerin serbestçe döndüğünden emin olun
	Bandta birleşme yeri arızası olup olmadığını kontrol edin		Silindirlerde malzeme birikmesi olup olmadığını kontrol edin
Konveyör Tahriki	Redüktörün yağ seviyesini kontrol edin	Emniyet Anahtarları	Bant merkezleme problemlerinden dolayı montaj ayaklarında aşınma olup olmadığını kontrol edin
	Redüktörde yağ kaçağı olup olmadığını kontrol edin		Kablolarda gerilimin doğruluğunu kontrol edin
	Tahrik kaplinini kontrol edin	Bayrakların malzeme birikmesinden temizlenmiş olduğundan emin olun	
	Backstoptaki yağ seviyesini ve kaçak olup olmadığını kontrol edin	Saptırma Tamburu	Bandın tambur üzerinde merkezlenmiş olduğundan emin olun
	Tahrik için tüm güvenlik muhafazalarının yerinde ve iyi durumda olduğundan emin olun		Tamburda malzeme birikmesi olup olmadığını kontrol edin
Konveyör Yapısı	Paslanmış, bükülmüş, kırılmış veya eksik yapısal parçalar bulunup bulunmadığını kontrol edin	Bant Ekleri	Mekanik: Bant eki ve pimlerinde aşınma olup olmadığını kontrol edin
	İyi durumda olduklarından emin olmak için parmaklıkları ve koruyucu plakaları kontrol edin		Vulkanize: Bant ekinde ayrılma olup olmadığını kontrol edin
	Yürüme platformlarında malzeme döküntüsü veya birikmesi olup olmadığını kontrol edin	Kuyruk Tamburu	Bandın tambur üzerinde merkezlenmiş olduğundan emin olun
	İyi çalışır durumda olduklarından emin olmak için güvenlik kapaklarını kontrol edin		V sıyırıcı ucunda aşınma olup olmadığını kontrol edin
Yerçekimiyle Gerdirme Cihazı	Ağırlık arabasının serbest ve düzgün çalışıp çalışmadığını kontrol edin*	Merkezleme Makaraları	V sıyırıcı montajını kontrol edin
	Bandın tambur üzerinde merkezlenmiş olduğundan emin olun*		V sıyırıcının gerginliğini kontrol edin
	Tüm güvenlik muhafazalarının yerinde ve iyi durumda olduğundan emin olun		Çerçevenin serbest dönüp dönmediğini kontrol edin*
Muhafazalar	Hasar olup olmadığını ve montajın uygunluğunu kontrol edin		Tüm silindirlerin döndüğünden emin olun*
			Silindirlerde malzeme birikmesi olup olmadığını kontrol edin

\* NOT: Yıldızla işaretlenmiş muayeneler bandın çalışır halde olmasını gerektirebilir.

Muayeneye veya işe başlamadan önce tehlikelere karşı çalışma alanını daima kontrol edin ve iş prosedürünü gözden geçirin. Herhangi bir bakım faaliyeti gerçekleştirilmeden önce yerel ve kurumsal güvenlik gereksinimlerini gözden geçirin. Bazı tesisler, hareketli konveyörlerdeki belirli muayene ve/veya bakım faaliyetlerinin uygun şekilde yetkilendirilmiş ve eğitilmiş teknisyenler tarafından gerçekleştirilmesine izin verebilir. Bant çalışırken güvenle gerçekleştirilemeyen prosedürlerde ve/veya bant çalışırken bakıma izin veremeyen tesislerde, herhangi bir iş yapılmadan önce Kilitleme / Etiketleme / Bloke Etme / Test Etme prosedürlerine uyulmalıdır.

## Bantlı Konveyör – Koruyucu Bakım | Tablo 28.1

**GÜVENLİK HUSUSLARI**

**Muayenelere veya işe başlamadan önce tehlikelere karşı çalışma alanını daima kontrol edin.**



YER	PROSEDÜR: Aylık	YER	PROSEDÜR: Aylık
Saptırma Tamburları	Burçlarda, milde harekete dair iz olup olmadığını kontrol edin	Konveyör Tahriki	Backstop rulmanlarındaki yağlamayı kontrol edin
	Rulman durumunu ve kilitleme bileziklerinin sıklığını kontrol edin		Mil rulmanlarındaki yağlamayı kontrol edin
	Yüz ve göbek uçlarında çatlama ve aşınma olup olmadığını kontrol edin		Tahrik kayışlarında aşınma olup olmadığını ve doğru gerginliği kontrol edin
	Mil rulmanlarındaki yağlamayı kontrol edin	Yükleme Bölgesi	Şut ve şut duvarlarında kaçaklar olup olmadığını kontrol edin*
Yerçekimiyle Gerdirme Cihazı	Burçta, milde harekete dair iz olup olmadığını kontrol edin		Giriş sızdırmazlıklarını kontrol edin
	Rulman durumunu ve kilitleme bileziklerinin sıklığını kontrol edin		Çıkış sızdırmazlıklarını kontrol edin
	Yüz ve göbek uçlarında çatlama ve aşınma olup olmadığını kontrol edin	Toz toplama cihazlarında kaçak olup olmadığını kontrol edin*	
	Mil rulmanlarındaki yağlamayı kontrol edin	Dönüş Silindirleri	Silindirlerdeki rulmanlarda yağlamayı kontrol edin
Baş Tamburu	Burçta, milde harekete dair iz olup olmadığını kontrol edin	Güvenlik Kornaları	Konveyörü başlatmadan önce düzgün çalıştıklarından emin olmak için test edin
	Rulman durumunu ve kilitleme bileziklerinin sıklığını kontrol edin	Emniyet Anahtarları	Acil durdurma anahtarları yönetimle işbirliği içinde test edilmelidir
	Tambur kaplamasında aşınma olup olmadığını kontrol edin ve baş tamburuna sabitleyin	Merkezleme Makaraları	Silindirlerde ve pivot noktalarında yağlamayı kontrol edin
	Yüz ve göbek uçlarında çatlama ve aşınma olup olmadığını kontrol edin	<b>YERLER</b>	<b>PROSEDÜR: 6 Ayda Bir</b>
	Mil rulmanlarındaki yağlamayı kontrol edin	Frenler/ Backstoplar	Tam yük altında düzgün çalışıp çalışmadığını test edin*
Saptırma Tamburu	Burçta, milde harekete dair iz olup olmadığını kontrol edin	Konveyör Yapısı	Temellerin oturup oturmadığını kontrol edin
	Rulman durumunu ve kilitleme bileziklerinin sıklığını kontrol edin	Yükleme Bölgesi	Aşınma astarlarında aşınma olup olmadığını kontrol edin
	Yüz ve göbek uçlarında çatlama ve aşınma olup olmadığını kontrol edin	Emniyet Anahtarları	Konveyörün kapatılmasını test edin*
	Mil rulmanlarındaki yağlamayı kontrol edin	Uyarı Cihazları/ İşaretleri	Çalışmasını ve sesli/görsel veya okunabilirliği işlevsel olarak test edin*
Kuyruk Tamburu	Burçta, milde harekete dair iz olup olmadığını kontrol edin	<b>YER</b>	<b>PROSEDÜR: Yıllık</b>
	Mekanik gerdirme cihazını doğru bant gerilimine ayarlayın	Elektrik Sistemi	Açıktaki kablolar, hasarlı devre, aşırı yüklemeye bulunup bulunmadığını ve sistem topraklarını kontrol edin
	Yüz ve göbek uçlarında çatlama ve aşınma olup olmadığını kontrol edin	Güvenlik Kilitleri	Konveyörlerin uygun şekilde kilitletiğinden emin olmak için test edin*
	Mil rulmanlarındaki yağlamayı kontrol edin	Emniyet Anahtarları	Konveyörü başlatma devresini, bayraklar çekili halde test edin
	Mekanik gerdirmeli ayar cihazlarındaki yağlamayı kontrol edin	<b>YER</b>	<b>PROSEDÜR: Özel Durumlar</b>
Rulman durumunu ve kilitleme bileziklerinin sıklığını kontrol edin	Bant Ekleri	Yeni bant ekinde sonra: Eğri bant eki bulunup bulunmadığını kontrol edin*	
Taşıyıcı Makaralar	Silindirlerdeki rulmanların yağlamasını kontrol edin		

\* **NOT: Yıldızla işaretlenmiş muayeneler bantın çalışır halde olmasını gerektirebilir.**

Not: Her durumda, yağlama da dahil, muayene ve bakım için üreticilerin tavsiyelerine uyulmalıdır. Yukarıdaki liste, çoğu konveyörde bulunan en yaygın bileşenleri ve sistemleri kapsar. Muayene edilen konveyöre özgü veya benzersiz bileşen ve sistemler uygun bir sıklıkta eklenmelidir. Örnekler: tartı, muayene kapıları, yırtık algılama, bant sıyrıcı(lar), iç sıyrıcı(lar), akış yardımcı(lar), seviye detektör(ler)i, aydınlatma, yangından korunma sistemleri, toz kontrol bileşenleri ve sistemleri, yıldırım koruması, genel temizlik, yasaklı ürünler, vb.

Bugün, bazı tesisler, sızdırmazlığı sağlanmış rulmanlarla donatılmış makaralar veya diğer döner bileşenler kullanmaktadır. Sızdırmazlıklı rulmanlar hiçbir yağlama gerektirmez, dolayısıyla bakımı azaltır.

### Konveyörün Başlatılması

Bant, bir çift yeni ayakkabı gibidir: Ağrıyı önlemek için azar azar ve dikkatle “alıştırılması” gerekir. Konveyör başlatılırken yetersiz dikkat (yeni bir sistem ilk kez çalıştırılacağında veya bir bakım kesintisinden sonra) önemli ve maliyetli hasara yol açabilir.

Tipik olarak, konveyörün çalışması, birçok personelin dikkatini gerektirmez. Bu genellikle, bantlı konveyörlerin diğer taşıma şekillerine tercih edilmesini sağlayan noktalardan biridir. Bununla birlikte, bir bant, özellikle yeni bir konveyörde veya kapsamlı değişiklik yapılmış bir hatta, yolu boyunca ekstra personelin dikkati olmadan başlatmak hata olacaktır. Bant yolu boyunca sorun olmasının beklenebileceği veya özellikle maliyetli olabilecek noktalarda gözcüler bulunmalıdır. Bu gözlemciler, telsiz veya cep telefonlarıyla donatılmalı ve acil durdurma anahtarlarının yakınına yerleştirilmelidir. Başlangıçtan önce dikkatli bir muayene yapılarak, hareket etmeye başladığında bantı oyabilecek veya kesebilecek hiçbir yapı malzemesi, alet veya yapısal bileşen kalmadığından emin olunmalıdır.

Bant başta boş olarak, yavaş çalıştırılmalı, daha sonra normal çalışma hızına çıkarılmalıdır. Daha sonra, bir yandan olası problemlere karşı kontrol edilirken, aşamalı olarak tam kapasitede yüklenmelidir.

## GELİŞMİŞ KONULAR

### Programlanmamış Duruşların Maliyeti

Konveyörler çoğu zaman bir işletmenin can damarıdır ve bu sistemlerin kullanılabilirliği (veya çalışma zamanı) karlılık üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Birçok işletmede, konveyörün duruş süresinden kaynaklanan kayıp üretim, yeniden yakalanamayan bir fırsat kaybıyla sonuçlanır.

Konveyörün kullanılabilirliği ve karlar arasındaki ilişki bariz olsa da, etkili bakım, bileşen kalitesi ve temel konveyör tasarımı varsayımları arasındaki ilişkiler o kadar bariz değildir. Bu şart ve uygulamaların etkilerini tespit etmek güç olduğundan, konveyör duruş süresinin temelindeki sebepler çoğu zaman ele alınmaz, bu da kronik problemleri olan konveyörlerin ortaya çıkmasına yol açar. Avustralya Kömür Birliği tarafından yayınlanan araştırma, konveyör duruş süresinin temelindeki nedenin, bileşen kalitesiyle bağlantılı olduğunu ve duruş süresinin maliyetinin, bileşeni değiştirme maliyetinden beş kat fazla olduğunu göstermektedir. Duruş süresinin temel nedeni temel konveyör tasarımıyla bağlantılı olduğunda, duruş süresi maliyeti, yeniden tasarımın yaklaşık olarak iki katıdır (*Referans 28.2*). Başta bu oranlar hatalı, hatta çağdışı görünebilir, fakat bir bileşen arızasının çoğu zaman değişim için nispeten kısa bir duruş süresinde bakım yapılmasını gerektirirken, temel bir tasarım hatasının çoğu kez önemli bir sermaye harcaması ve düzeltme için uzun bir kesinti gerektirdiğini düşünün.

Her durum farklıdır, fakat temeldeki neden yerine, belirtinin ortadan kaldırılmasının yinelenen duruş süresi maliyetlerine yol açtığı açıktır. Düzeltici faaliyet maliyetinin iki ila beş katı olarak belirlenen duruş süresi maliyeti karşısında, doğru kayıt tutma ve problemi derinlemesine analiz etme, hemen hemen gerekli tüm düzeltici faaliyetleri haklı gösterebilir.

Duruş süresinin maliyetini hesaplarken dahil edilecek genel giderler şunlardır:

- Kayıp fırsat maliyeti
- Bileşenlerin değiştirilmesi için satın alma maliyeti
- Bakım işçiliği maliyeti
- Alt işveren maliyeti
- Danışmanlık ve mühendislik ücretleri
- Test ve analiz maliyetleri

Fırsat maliyeti, saat başına üretim hızı ve duruş süresi saatleri, ürünün satış fiyatıyla çarpılarak hesaplanabilir. Konveyörler,

saatte büyük miktarlar taşıyabildiğinden, bu maliyet çabucak artar. Örneğin, saatte 4000 ton üreten ve bunu ton başına 50 USD'ye satan bir kömür madeni, programlanmamış duruş süresi saati başına 200.000 USD kömür satma fırsatını kaçıır. Buna dış hizmetler ve yedek bileşenler için yapılan harcama ve bu olayın genel maliyeti için duruş süresinin toplam maliyeti de eklenmelidir.

Bu kayıp fırsat maliyetini kullanmak, bir işletmenin doğrudan ve dolaylı giderlerini hesaplamının iyi bir yoludur, çünkü satış fiyatına, tüm üretim, yönetim ve idare maliyetleri yanında karlar da dahildir. Her ne kadar çıkarılmayan kömürün daha sonraki bir tarihte satılabileceği iddia edilebilse de, piyasaya ve madenin müşterileri sözleşmesine bağlı olarak durum bundan ibaret olmayabilir. Her durumda, söz konusu duruş süresi aralığı için nakit akışı kaybedilmiştir.

## DOLARLAR VE BAKIM ANLAYIŞI

### Sonuç olarak...

Etkin ve etkili bakım, yalnızca bakım departmanı için değil, tüm işletme için maliyetleri düşürür. Hedef, üretim rutininde minimum aksamayla kaliteli iş sağlamaktır. Bu, çalışma verimliliğinde, sistemin kullanılabilirliğinde ve nihayetinde, bilançonun son satırında faydalar sağlayacaktır.

Ne gariptir ki, bakım ve temizlik faaliyetlerinde ucuza kaçan veya cimrilik yapan tesisler çoğu zaman, tesislerindeki kaçak malzemeyle başa çıkmak için uzun vadede çevre ve nakit bakımından daha fazla bedel ödemektedir. Bu programlanmamış duruş sürelerini en aza indirmenin anahtarı, etkin bakımdır.

Programlanmamış duruşlar çok pahalıdır. Bir yazar, acil bir duruştaki bakım maliyetinin programlanmış duruş süresinden üç ila yedi kat daha fazla olduğunu kaydetti. 2002'de, başka bir kaynak, uzuna-yaklı (longwall) kömür madenlerinde duruş süresi maliyetlerini saatte 30.000 USD olarak hesapladı. Tesisin büyüklüğüne bağlı

olarak, kömür yakıtlı bir elektrik santrali için sistemin kullanılabilirliğindeki yüzde birlik bir fark, yıllık gelirden bir ila iki milyon ABD dolarına mal olabilir. Üretim devamlılığını yüzde birin onda biri oranında dahi düşüren programlanmamış bir konveyör kesintisi veya arızası, önemli bir maliyettir. En kısa programlanmamış kesintinin maliyeti dahi fahiştir. Açıkça görülüyor ki, programlanmamış duruş süresini önlemek için bakım, işletmenin genel karlılığında kritik bir faktördür.

### İlerideki bölümlerde...

Bakım hakkındaki bu bölüm, Konveyör Bakımı kısmını sürdürmektedir. İnsan Faktörü başlıklı bir sonraki bölüm, zamanında, düzenli bakım ve azaltılmış döküntü ve kaçak toz arasındaki ilişki hakkındaki bu kısmı sona erdirmektedir.

## REFERANSLAR

- 28.1 Martin Engineering web sitesi: [www.martin-eng.com](http://www.martin-eng.com)
- 28.2 Roberts, Alan. (Kasım 1996). *Conveyor System Maintenance & Reliability*, ACARP Project C3018. Yazar, Avustralya, Newcastle Üniversitesi, Dökme Katılar ve Parçacıklar Merkezindedir. Avustralya Kömür Birliği Araştırma Programı tarafından yayınlanmıştır; şu adresten satın alınabilir: [www.acarp.com.au/abstracts.aspx?repId=C3018](http://www.acarp.com.au/abstracts.aspx?repId=C3018)

**Şekil 29.1**

*Bir malzeme taşıma sisteminin başarısının anahtarı, onu çalıştıran ve yöneten personeldir.*



**29. Bölüm**

**İNSAN  
FAKTÖRÜ**

Donanım Kısıtlamaları.....	445
Sürekli İyileştirme Süreci .....	446
Eğitim ve Öğretim.....	446
Bakımın Önemi.....	447
Uzmanlara Danışma.....	447
Tedarikçilerle Ortaklıklar Geliştirme.....	448
Toplam Malzeme Kontrolü İçin.....	449



### Bu bölümde...

Bu bölümde, başarılı dökme malzeme taşınması için ne gerekli teknolojiye ne de donanım odaklanıyoruz; bunun yerine, başarılı ve başarısız bir işletme arasındaki farkı yaratan insanlara, insan faktörüne odaklanıyoruz. Bu bölüm, malzeme kontrolünde sürekli iyileştirme taahhüdü ve bu amaçla bir süreç için duyulan ihtiyacı ve bunu gerçekleştirmek için gerekli eğitim ve öğretimi ele alıyor. Ayrıca, bu bölüm, uzmanlara danışmanın ve tedarikçilerle ortaklıklar kurmanın önemine ve faydalarını inceliyor.

Yerleşik ekonomilerde endüstriler, mevcut işgücünün yaşlandığı ve bilgi ve deneyim birikimlerinin hızla tükendiği bir dönemden geçiyor.

Birçok durumda, bu bilgi birikiminin yerini, daha ileri izleme ve kontrol sistemleri şeklinde modern teknolojiler alıyor. Kalan tesis personelinin, işgücü eksikliğini kapatmak için çabalarını ve yeteneklerini artırmaları isteniyor.

Bu kitabın büyük kısmı, döküntü ve tozun önlenmesi de dahil, toplam malzeme kontrolü için gerekli donanım sistemlerini ele almaktadır. Mevcut sistemleri için yeni teknoloji ve yükseltilmiş bileşenler başarı olasılığını artıracaktır, fakat gerçek ve sürekli ilerleme, işletmenin genel performansından sorumlu insanların eğitilmesini gerektirir. Bir malzeme taşıma sisteminin işletmesinde ve bakımında insan faktörü göz ardı edilemez.

Birçok açıdan, bir tesis, kendi personelinin düşüncesini yansıtır: üst yönetimi, işletme ve bakım personeli (**Şekil 29.1**). Eğer bu gruplar tesisi, kirli, verimsiz, nahos ve güvensiz görür ve bu şekilde kabul ederse, bu hale gelmesine ve bu şekilde kalmasına izin verilecektir. Birçok açıdan, toz ve döküntünün çalışma ortamında birikmesine izin verilmesi, kaçak malzeme “yorgunluğu” yaratabilir. Zaman içinde, her gün bu ortamda çalışan kişiler, şartları kabullenir

ve artık bu şartları bir sorun olarak görmezler. Bazı iyileştirmeler yapıldığında dahi, sonuçlar çabucak standartmış gibi kabul edilir. Sürekli iyileştirme için bir süreç bulunmadan, daha önceki yükseltmeler, çok geçmeden yapılabilecek olanın en iyisi olarak kabul edilecektir.

Donanım sistemlerinin performansında gerçekten faydalı ve uzun süren iyileştirmeler yapmak için, tüm seviyelerdeki tesis personelinin tutum ve hareketlerinin, sürekli olarak iyileştirme arzusuna dönüştürülmesi kritik önem taşır. Daha yüksek performans standartları bekleyen, bu seviyeleri gerçekleştirmek için gerekli adımları atan ve hatta kendini daha yüksek standartlara adayın tesis personeli, verimlilik, çalışma koşulları ve güvenlikte gelişmeleri görecektir.

Malzemenin zapt edilmesi ve toz yönetimi için bu kitapta anlatılan gelişmiş donanım sistemleri, toplam malzeme kontrolünü başarmada önemli adımlardır. Bununla birlikte, başarıya giden nihai anahtarı insan faktörü sağlayacaktır.

### DONANIM KISITLAMALARI

Toplam malzeme kontrolüne ulaşma hedefi, yeni teknoloji ve donanımdan daha fazlasını gerektirir.

Çoğu zaman, malzeme kontrolünde iyileştirmeler sağlamak ve tesisin verimliliğini artırmak amacıyla bir konveyör sistemini yükseltmek için yeni bileşenler monte edilir. Çoğu durumda, bu sistemler, en azından yeniyken, beklendiği gibi çalışır ve fark edilir faydalar sağlar. Oysa, kaçak malzemeyi kontrol altına almak için çözüm, ne kadar iyi tasarlanmış ve pahalı olursa olsunlar, yeni ekipman montajlarıyla bitmez. Yeni donanım, proses iyileştirme yolunda atılan yalnızca ilk adımdır.

## SÜREKLİ İYİLEŞTİRME SÜRECİ

### Sürekli İyileştirme için bir Sürecin Oluşturma

Malzeme döküntüsünü azaltıp asılı tozu kontrol ederek konveyör performansını artırmak, tesisin ön kapısından giren ilk satıcıdan en son teknolojiyi veya donanım parçasını satın alma meselesi değildir. Bunun yerine, çözüm, ekipman, malzemeler, tedarikçiler ve tesis personelinin performansını sürekli yükseltebilecek bir süreç geliştirmekte yatar. Süreç, kaçak malzeme yönetimini iyileştirme konusunda tesis çapında bir taahhülle başlar. Toplam malzeme kontrolünü anlamaları ve fırsatları görmeleri konusunda yöneticilerin ve diğer personelin eğitilmesini içerir. Bileşen performansını korumak ve tesisin genel çalışma verimliliğini artırmak için bakım departmanlarının optimizasyonunu ve güçlendirilmesini kapsar. Tesisin malzeme taşımada karşılaşılan zorluklara odaklanmasına yardımcı olabilecek danışmanlar ve tedarikçilerle ilişkilerin geliştirilmesini içerir. Bu adımlar, yakalanması zor toplam malzeme kontrolü hedefinin peşinde sürekli bir geliştirme süreci oluşturulmasına yardımcı olur.

Bu sürekli iyileştirme süreci bir gecede oluşmaz veya üst yönetimden bir kararla başarılamaz. Kıdemli personelin onayını gerektirse de, eşit oranda işletme ve bakım personelinin taahhüdünü ve güçlendirilmesini de gerektirir. Bu süreç eğitim ve deneyimle özenli bir biçimde beslenmelidir.

Bir sürekli iyileştirme kültürü geliştirmek için kanıtlanmış birçok teknik mevcuttur. İsimleri tanıdık gelebilir: Şu anda ve gelecekte, Yalın İmalat, Toyota Üretim Sistemi, İş Süreci Yönetimi, Yalın, Altı Sigma ve diğerleri. Seçilen özel plana bakılmaksızın, başarı için en önemli faktör, yönetimin o tekniğe olan taahhüdüdür.

### İyileştirme Taahhüdü

Etkin malzeme kontrolü, malzeme taşıma işlemlerinde sürekli iyileştirme için bir süreç gerektirir. Değişen malzeme şartları,

sistemin hatalı işletilmesi ve minimum veya mevcut olmayan bakım, sonuçları etkiler.

Kurumsal gereksinimler, tesisi bir yandan güvenli ve verimli bir çalışma yürütürken diğer yandan maliyetleri azaltmak ve karlılığı artırmak için fırsatları sürekli aramaya iter. Tercih edilen tedarikçilere fiyat konusunda taviz vermeleri için baskı yapmak, onları, maliyetlerini kurtarmak ve gerekli marjları karşılamak için başka yollar bulmaya iterek tesise uzun vadede daha fazlasına mal olabilir.

İyileştirme, üst yönetim seviyesinde başlayan ve tesis seviyesindeki işlemler ve bakım yönetiminden operatörlere, bakım ekibine ve kuruluştaki diğer herkese uzanan tam bir taahhüt dairesi gerektirir.

Yönetim problemleri çözmek için bir taahhütte bulunup bunu gösterirken, çalışanların çözümleri geliştirmek, uygulamak ve sürdürmek için gerekli kaynaklara, zamana, aletlere ve ekipmana erişimi olmalıdır. Tesisin, bakımın azaltılmasına yardımcı olacak; bakım dostu olan ve ekipman güvenilirliğini, performansını ve güvenliğini artıracak sistemlerin seçilmesinde akıllı yatırımlar yapması kritik önem taşır.

## EĞİTİM VE ÖĞRETİM

Sürekli iyileştirme sürecinin kilit bir unsuru personelin eğitilmesidir. Çalışanların, bir yandan kendi yeteneklerine karşı bir rahatlık ve güven seviyesi geliştirirken diğer yandan kullanacakları ekipmanın amacını ve kabiliyetlerini tam olarak anlayacak şekilde eğitilmeleri gerekir. Bu eğitim, zorlukların nasıl teşhis edileceğini, nasıl giderileceğini ve problemleri düzeltmek ve en aza indirmek için nasıl düzeltici faaliyet gerçekleştirileceğini içermelidir.

Eğitim, ekipmanın çalıştırılmasıyla ilişkili tehlikeleri tanımlamalı ve operatörlere ekipmanın nasıl verimli şekilde ve personeli veya tesisi riske atmadan kullanılacağını göstermelidir.

Eğitim ve öğretim, dökme malzemelerin

özellikleri ve genel ekipman performansı hakkında bilgi sunan danışmanlar tarafından sağlanabilir. Nitelikli tedarikçiler, kendi sistemlerinin montajı, bakımı ve sorunların giderilmesi hakkında eğitim sağlamalıdır.

## BAKIMIN ÖNEMİ

“Bana ya şimdi öde ya da daha sonra fazlasıyla öde” deyişi, belki de en çok dökme malzeme taşıma ekipmanının bakımı söz konusu olduğunda doğrudur. Bu eski deyiş, eğer düzenli bakım ihmal edilirse, muhtemelen erken arıza yaptığında bileşeni değiştirme olasılığının arttığı anlamına gelir.

Bütçe kesintileri yapmak için şirketlerin küçülmesi ve tecrübeli çalışanların erken emekliliği, bakım departmanına en çok zarar veren alanlar olarak görülmektedir. Küçülmenin gizli giderleri, uygun önleyici bakım hakkında bilgi eksikliği, erken tamirleri yapmak için yeterli kaynakların bulunmaması ve yeni çalışanlar ekipmanı öğrenirken geçen daha uzun bakım süreleri dahil çeşitli sebeplerden kaynaklanabilir.

Bu ekipman bakımı ihtiyacını karşılamak için giderek gelişen eğilim, rutin bakım işlerini dahi alt işverenlere vermektir. Uzmanlık gerektiren bakım prosedürlerinde dış kaynak kullanımı, rutin bakım maliyetlerini sağlamak ve dengelemek için kabul edilebilir bir yoldur. Genellikle, bu bakım uzmanları, belirli bir sistem veya bileşen setinde uzmandır: Kalite, verimlilik ve hizmet hızında iyileştirme sunarlar. Bu bakım uzmanları aynı zamanda, tesis bakım personelinin karmaşık prosedürler ve yeni teknolojiler hakkında beceri ve bilgilerini iyileştirmek için gerekli uzmanlık eğitiminde de yardımcı olabilir.

Bunun bir örneği, ofisteki fotokopi makinesidir. Eğer bir fotokopi makinesi arıza yaparsa, gerekli tamir genellikle bina bakım görevlisinin sorumluluğudur: İzlenecek uygun yol, tecrübeli bir fotokopi makinesi tamircisiyle irtibata geçmektir. Fotokopi makinesi, oldukça büyük bir sermaye yatırımını temsil eden karmaşık bir ekipman parçasıdır. Ofis bakım personeli,

bir fotokopi makinesinin detaylarına aşina değildir ve bununla ilgili tamirler uzmanlık kapsamının dışındadır. Fotokopi makinesinin kullanıcılarının makineyi tamir etmeye kalkma konusunda cesaretleri kırılır, çünkü onların yapacağı “tamirler” genellikle durumu daha da kötüleştirir.

Malzeme taşıma sistemleri genellikle, oldukça büyük bir sermaye yatırımını temsil eden karmaşık ekipman parçası gruplarıdır. İşletme ve bakım personeli, belirli donanımın detaylarına aşina olmayabilir. Uzman tedarikçi, bakımı yapılan ürünlerin teknik bilgisi ve detaylarına en iyi erişime sahip olmalı, öğrenme eğrisini ortadan kaldırmalı ve bakım sağlayıcısının arıza aralıklarını ve yöntemlerini kestirmek için kullanabileceği tam bir ekipman geçmişi ve kaydı tutmasını sağlamalıdır. Bu tür malzeme taşıma donanımı, bakım gerektirdiğinde veya arızalandığında, tecrübeli tamirciler çağrılmalıdır.

Ne yazık ki bu, çoğu işletmede kullanılan genel yöntem değildir. Tesisin bir sonraki bakım dönemine kadar “idare edebilmesi” için ekipman geçici olarak yamalanır. Sonraki bakım dönemi geldiğinde, yama işi tamiri unutulmuştur ve dikkati diğer, daha acil problemler çeker.

Eğer ekipman tedarikçileri bakım sözleşmeleri öneriyorsa, bu kaynaktan tam olarak istifade etmek bir işletmenin çıkarına olabilir.

## UZMANLARA DANIŞMA

İnsanlar bazen günlük ihtiyaç ve problemlere yanıt vermekle o kadar meşgul olurlar ki, önlerindeki fırsatları göremezler. Bir malzeme taşıma sisteminin günlük işletmesini ve bakımını yapma işi, zaman ve enerjilerini tüketerek zorlukları teşhis etme veya olası iyileştirmelerin faydalarını görme yeteneklerini sınırlar.

Belirli bir duruma, prosedüre, tarza veya performans seviyesine alışmış çalışanlarda kayıtsızlık veya “her zaman yaptığımız gibi” tutumu hakim olabilir.

Anketlerde, çalışanların, işlerinin “en iyi” yaptıkları işleri yapmalarına yalnızca zamanın üçte birinde izin verdiğini söylediği görülmüştür (*Referans 29.1*). Çalışanları, zamanın çoğunda “en iyi” yaptıklarını yapabilecekleri şekilde yönetmek, hem üretkenliklerini artırmalarını sağlar hem de onları bu yönde motive eder.

Dış kaynaklar bir tesisin çalışmasına önemli katkılarda bulunabilir (**Şekil 29.2**). Belirli bir endüstride, proseste veya endüstride kullanılan özel bir teknolojik parçada uzman olabilirler. Bu uzmanlar, tesis sistemlerini analiz eden, zorlukları teşhis eden ve tavsiyeler sunan malzeme taşıma uzmanları olabilir. Endüstri ve malzeme taşımaya dair daha geniş bir bakış açısı

### Şekil 29.2

*Danışmanlar, tesis personelinin, işletmenin malzeme taşıma sistemindeki güçlü ve zayıf yanları görmesine yardımcı olabilir.*



### Şekil 29.3

*Bir tesisin başarısına önemli bir katkıda bulunarak, tedarikçiler satıcı pozisyonundan ortak pozisyonuna geçer.*



sunarlar ve dökme malzemenin taşınması ve depolanmasıyla ilişkili zorlukların çözümleri için değerli kaynaklardır. Daha temiz, daha güvenli ve daha üretken bir tesise giden yolları gösteren bir “yol haritası” sunabilirler.

İnsanların iyileştirme yapmaktan korkmasındaki yaygın mazeret, iş güvenliklerini azaltacağı veya bir kilit ekipman parçasının sorumluluğunu yeniden vermek için yönetime bahane yaratacağıdır. Aslında, tam tersi doğrudur. Şirketlerin daima kaynaklardan daha fazla projesi vardır. Eğer işçiler değişikliğe açık olur ve en iyi yaptıkları işe odaklanırsa, bu bireylerin, şirketin yeni bir görev veya sonraki proje için seçeceği kişi olma olasılıkları daha yüksektir. Bu, iş güvenliğini artırır. Ayrıca, eğer şirket, bir bireyin katkıları sayesinde daha karlı hale gelirse, şirketin sektörde kalma olasılığı yükselebilir ve bu da yine iş güvenliğini artırır.

Bu kitapta ele alınan felsefe ve gelişmiş teknolojilerle, işleri yapmanın “yeni” yolları, tesislerin proseslerini geliştirmelerine ve daha verimli çalışmalarına yardımcı olacak yollar bulunduğu açıktır. Tesis kapasiteyi ve randımanı artırmak için çoğu zaman yine aynı temel ekipmanı kullanabilir ve tamamen yeni bir malzeme taşıma sistemine yatırım yapmadan daha temiz, daha güvenli bir tesise sahip olabilir.

## TEDARİKÇİLERLE ORTAKLIKLAR GELİŞTİRME

Herhangi bir alanda, özellikle malzeme taşımada, proses iyileştirme hedeflerini başarmak için, tesis, nitelikli kilit tedarikçilerde mevcut bilgi birikiminden istifade etmelidir (**Şekil 29.3**).

Kilit tedarikçilerle açık bir ilişki, iş ortamları sürekli değişirken büyük bir rekabet avantajı sağlayabilir. Proje işi sıklıkla, uzmanlaşmamış, yalnızca genel konularda bilgi sahibi montaj ve bakım şirketlerine verilerek, şirket, fazla maliyetler ve beklentileri karşılamayan ekipmanla baş başa bırakılır. Tedarikçiler, tesise ulaşmak için, ürünlerini ve hizmetlerini birkaç ana da-

ğitici vasıtasıyla aktarmak zorunda kaldıklarında, tesis personeli önemli bir problem çözüme kaynağının dışında kalır: belirli teknik alanlarda uzmanlık sahibi üreticiler ve hizmet şirketleri.

Çoğu zaman dış kaynak kullanımının çalışanlar için daha az iş anlamına geleceği ve iş güvenliğini azaltacağı korkusu vardır. Kaçak malzemeyi kontrol eden sistemler üzerinde bakım, çoğu zaman günlük bakım programında en düşük önceliğe sahiptir ve duruşlar sırasında neredeyse hiçbir zaman öncelikli değildir. Yöneticiler işi yapacak zamanı olan kurum içi personele sahip olduklarını savunsalar da, gerçek, çalışanların genellikle kaçak malzemeleri kontrol etmek için gerekli adımları atma konusunda ne eğitilmiş ne de istekli olduğu ve kriz anında mecbur kaldıklarıdır. Sonuç olarak, iş yapılmaz. Nitelikli bakım personeli en iyi yaptıkları işe odaklanmalıdır: Bir tesisin prosesi ve bakım prosedürlerine dair uzman bilgisi gerektiren ana bakım işleri asla bitmez.

Vasıflı bir tedarikçi kuruluş, uygulama uzmanları, endüstri yöneticileri, ürün mühendisleri, proje mühendisleri ve montaj uzmanları dahil, bir tesisin döküntüyü zapt etme ve kaçak tozu kontrol etme programına önemli katkılarda bulunabilecek deneyimli ve bilgili satış personeline ve kurumsal kaynaklara sahip olacaktır. Tedarikçiler için anahtar, tesisle iş ortağı olmaktır.

Çoğu zaman bu ortaklık konsepti, tedarikçinin uzmanlığının ve tedarikçinin bilgi ve deneyiminin tesis personeli için öneminin takdir edilmemesi nedeniyle başarısız olur.

Eğer tedarikçi, bir kuruluşta değişikliğe karşı gösterilen yaygın dirençlerle başa çıkmada becerikliyse, ilişkiler gelişecektir. Yaygın fakat çoğu zaman dillendirilmeyen bir problem de, bazen “Burada İcat Edilmedi” (NIH) sendromudur. Bu “durum” bir bireyin veya kuruluşun, işletme içinde geliştirilmemiş çözümleri (ekipman veya fikirleri) kabul edememesidir. Tecrübeli bir tedarikçi, iyileştirmelerin herhangi bir dargınlığa neden olmadan yapılması için

“standart işletme prosedürlerinde” değişikliklere izin verecek yolların bulunmasına yardımcı olacaktır.

Takımın bir parçası olmak için çaba gösteren ve her bir tesisin benzersiz ortamına uyum sağlayabilen tedarikçilerin, uzun vadeli, karşılıklı olarak faydalı bir ilişki inşa etmede başarılı olma olasılığı daha yüksektir. Tedarikçiler ve satış temsilcileri, bu konulara duyarlı olmalı ve ilk uyumsuzluk belirtilerinde değişiklik yapmaya hazırlıklı olmalıdır.

Toplam malzeme kontrolü büyük oranda uzmanlaşma ve detaylara dikkat gerektirir. Toplam malzeme kontrolünün sağlanmasına yardımcı olması için bir danışman veya hizmet şirketi seçerken, tedarikçinin temel yetkinlikleri ve yapılan taahhütleri yerine getirme yeteneği itinayla hesaba katılmalıdır. Tedarikçinin duruma özgü çözümler tasarlama, bunları üretme ve monte etme ve daha sonra bunları tek bir performans standardında sürdürme kabiliyeti, hem tesis hem de tedarikçi için stratejik bir avantajdır.

Bir ortak, sistem iyileştirmelerinin riskini ve mükafatını paylaşacaktır. Daha da önemlisi, bir ortak, enerji, çaba ve sonuçlarla orada bulunma hakkını kazanır. Hem işletme hem tedarikçi için bu ortaklıkta başarının anahtarı, verimliliği ve karlılığı arttırmaya odaklı uzun vadeli bir ilişki kurmaktır. Bu sürecin en önemli unsuru, satıcı ve tesis arasında, karşılıklı güvene yol açan iki yönlü açık ve dürüst bir iletişimdir.

## TOPLAM MALZEME KONTROLÜ İÇİN

### Sonuç olarak...

Bu baskıda ele alınan birçok yeni ve kanıtlanmış teknoloji ve yükseltilmiş donanım çözümleri vardır. Tamamı toplam malzeme kontrolünü başarmayı hedefleyen, tasarlanmış akış şutlarından gelişmiş bant temizleme sistemlerine kadar uzanırlar. Bununla birlikte, döküntüyü zapt etme ve tozu kontrol etmede başarının tek kilit unsuru, konveyörleri ve tesisin geri kalanını çalıştıran ve

bakımını yapan insanlardır. Bu, şu anda ve daima, bir malzeme taşıma sisteminin nihai başarısını veya başarısızlığını belirleyecek olan “insan faktörüdür”.

### İlerideki bölümlerde...

İnsan Faktörü başlıklı bu bölüm, kaçak malzemeleri azaltmak ve konveyör sisteminin ömrünü uzatmak için gerekli bakımın farklı yönlerini ele aldığımız Konveyör Bakımı kısmını sonlandırıyor. Bir sonraki bölüm, Toplam Proje Yönetimine odaklanacak bölümle başlayan Dökme Malzemelerin Taşınmasında Büyük Resim kısmına başlıyor.

---

### REFERANSLAR

---

- 29.1 Sullivan, Dr. John. *Increasing retention and productivity: let employees do what they do best!* Makale no. 163. <http://ourworld.compuserve.com/homepages/GATELY/pp15s163.htm> adresinde bulunabilir.







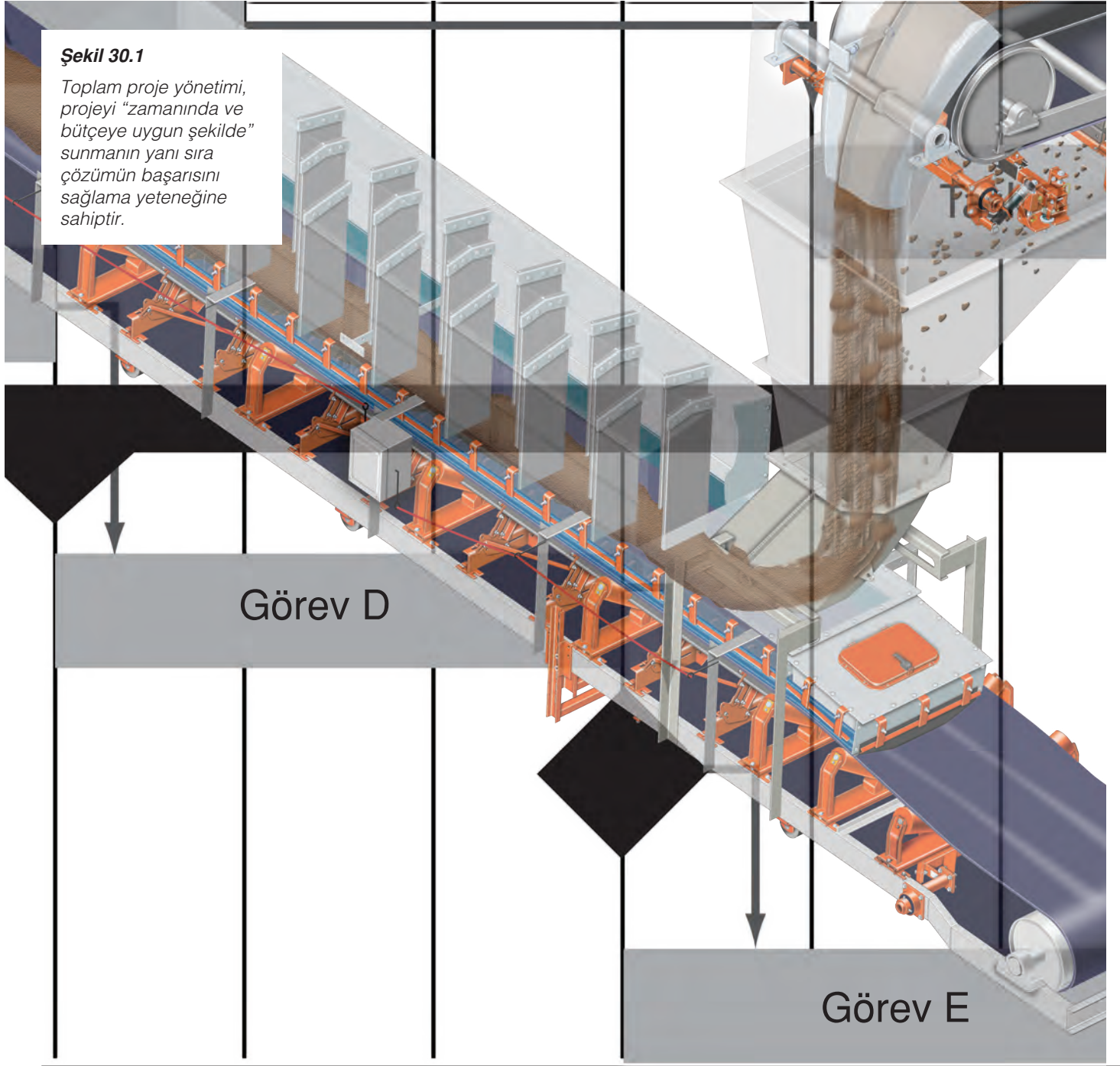
## 7. KISIM

# DÖKME MALZEMELERİN TAŞINMASINDA BÜYÜK RESİM

- 30. Bölüm ..... 454  
TOPLAM PROJE YÖNETİMİ
- 31. Bölüm ..... 464  
PERFORMANS ÖLÇÜMLERİ
- 32. Bölüm ..... 484  
BELİRLİ ENDÜSTRİLERLE İLGİLİ HUSUSLAR
- 33. Bölüm ..... 504  
ÖZEL KONVEYÖRLERLE İLGİLİ HUSUSLAR

**Şekil 30.1**

*Toplam proje yönetimi, projeyi "zamanında ve bütçeye uygun şekilde" sunmanın yanı sıra çözümün başarısını sağlama yeteneğine sahiptir.*



**30. Bölüm**

**TOPLAM PROJE YÖNETİMİ**

Proje Yönetiminden Neler Beklenmeli? .....	455
Proje Yöneticisi .....	455
Projeyi İzleme .....	456
Proje Sırası .....	456
Başarı Nasıl Değerlendirilir? .....	462

**Bu bölümde...**

Bu bölümde, proje yönetimine, deneyimli bir proje yöneticisinin değerine ve bu kişinin, başarıyla tamamlanmaya kadar projeyi izlemek için yaptığı işlere odaklanıyoruz. Proje sırası ve yerine getirilmesi gereken başlıca görevler açıklanmaktadır.

Diğer faydaların yanı sıra, toplam proje yönetimi yaklaşımı, hem müşteriye hem de sağlayıcıya karşılıklı fayda sağlayan bir sonuç için sermayenin en etkin kullanımıyla birlikte, çözümün başarısını garantiye alma yeteneğine sahiptir (**Şekil 30.1**). Bu bölüm, proje yönetiminin her bir alanının kısa bir özetini sunar. Bu konuyla ilgili pek çok kitap mevcuttur ve ek bir çalışmanın yapılması tavsiye edilmektedir.

---

**PROJE YÖNETİMİNDEN NELER BEKLENMELİ?**


---

Toplam proje yönetimi hizmetleri sunan firmalar, projeleri başlangıcından işletmeye alınmasına kadar üstlenerek müşterilerine rehberlik hizmeti sunmaktadır. Bu tek kaynakta sorumluluk, proje yöneticisinin araştırma, konsept, fiyat teklifleri, tasarım, satın alma ve yapımı, proje risklerini etkili bir şekilde kontrol eden ve teslimatı organize eden bir şekilde paket haline getirmesini sağlar. Yönetilecek tek bir sözleşme bulunması, tesis sahibi/yönetimi, basitleştirilmiş iletişim hatlarından faydalanır. Mühendislik, satın alma ve yapım fonksiyonlarının birleştirilmesi, projenin hızla tamamlanması için fırsatlar sunar.

Hesap verme mecburiyeti, sorumluluk ve yetkinin tamamı proje yöneticisine verildiğinde, proje yönetimi sorunsuz işler. Bunun mümkün olmadığı durumlarda, ilgili tarafların sorumluluğun kimde olduğunu ve harekete geçmek için hangi prosedürlerin izlenmesi gerektiğini bilmesi için, rol ve sorumlulukların projenin başında tanımlanması önemlidir.

Proje yönetimi hizmetleri sunan bir şirkette, projenin başından sonuna kadar

sıkı bir kalite kontrolü sağlayan Uluslararası Standartlaştırma Örgütünden (ISO) alınmış bir sertifika, arzu edilen bir özelliktir. ISO 9001 tescili, tasarım ve üretim fonksiyonlarında istikrarlı iş süreçlerinin uygulandığını onaylar. Eğer bir proje yöneticisi Proje Yönetimi Enstitüsü (PMI) tarafından onaylanmışsa, ek uzmanlık beklenebilir. PMI, proje yönetimi mesleği için dünyanın lider kar amacı gütmeyen birliğidir.

Tamamen yönetilen projeler sunan bir şirket, genellikle mühendislik, üretim ve yapımın tüm seviyelerinde destek ve rehberlik sağlayan proaktif bir kalite yönetimi sistemi kullanır. Bu fonksiyon, proje ve eklerinin tüm aşamalarında işler, fakat mevcut tasarımın, tasarım kontrolünün ve proje inceleme prosedürlerinin yerini almaz.

---

**PROJE YÖNETİCİSİ**


---

Proje yöneticisi (müdürü), bir projenin genel başarısından sorumlu olan kişidir. Proje yöneticisi, iş arkadaşları, satıcılar ve alt işverenler için makul ve açık beklentiler oluşturarak, projenin (ve proje sahibinin) ihtiyaçlarına göre, zamanında ve bütçeye uygun şekilde, kaliteli bir çözüm sunmak amacıyla işin verilmesini ve tamamlanmasını sağlamak için tüm proje takvimini ve bütçesini yönetir.

Genel anlamda, proje yöneticisi aşağıdakilerden sorumludur:

- A. Proje amaçlarının ve hedeflerinin belirlenmesi
- B. Hedeflerin görevlere ayrılması
- C. Gerekli kaynakların belirtilmesi
- D. Bütçenin proje hedefleri arasında pay edilmesi
- E. Proje programının geliştirilmesi
- F. Proje planının uygulanması
- G. İşin idaresi ve kontrolü
- H. Anlaşmazlıkların çözülmesi
- I. Tesis sahibiyle iletişim kurma

Vastıflı ve deneyimli bir proje yöneticisi, bir projenin başarısı ve başarısızlığı ara-

sındaki farkı yaratabilir. İş ister bir tadilat isterse yeni bir yapı olsun, dökme malzeme taşıma alanında deneyim ve uzmanlığa sahip bir proje yöneticisi, bir transfer noktası veya konveyör projesini analiz ve tasarımdan, montaj ve hizmete almaya kadar başarıyla uygulayabilecektir. Deneyimli bir proje yöneticisi muhtemelen son teknoloji konveyör bileşenleri, tasarlanmış şutlar ve tozun en aza indirilmesi gibi ilgili teknolojiler hakkında bilgi sahibidir.

Alanla ilgili bilgiye ek olarak, etkili bir proje yöneticisi, iyi örgütsel ve liderlik becerilerine sahiptir ve tesis sahibi/yönetimi, satıcılar ve alt işverenlerle iletişimi koordine edebilir. Proje yöneticisi, tesis sahibi/yönetimiyle günlük konularda irtibatı sürdürür ve proje kapsamı, tesis sahibinin beklentileri ve programlanmış kesintiler veya diğer bitiş tarihleri karşısında işin ilerleyişini izler. Bir proje yöneticisinin bilgi sahibi olması gereken önemli alanlar arasında zaman yönetimi, kalite yönetimi, insan kaynakları yönetimi ve risk yönetimi bulunur. Bir projenin etkili şekilde yönetimi, iyi organize olmuş, çok iyi takip becerilerine sahip, birden fazla işi aynı anda yapabilen ve iyi bir tahmin edici, bütçe yöneticisi ve iletişimci olan analitik bir kişi gerektirir.

### PROJEYİ İZLEME

Proje, süreci kapsamında tamamlanmaya doğru yol alırken, tüm adımlar yakalanmalı ve kaydedilmelidir. Bilinen ve tahmin edilen tüm zaman ve maliyetlerin projenin izlenmesine dahil edilmesi gerekir. Ek bilgiler elde edildikçe, doğrulanmak veya düzeltilmek üzere tahmin edilen bu maliyet ve sürelerin altı çizilebilir. Tahmini süreler teslim süresi şeklinde (örneğin, “Siparişten sonra çeliğin teslimatı iki hafta sürecektir” gibi) veya işçilik şeklinde (örneğin “çerçevenin kurulması iki kişiyle 40 saat alacaktır” gibi) olabilir. Daha sonra, proje zaman çizelgesini veya Gantt şemasını oluşturmak için önceki adımlar tanımlanabilir ve yerleştirilebilir.

Gantt şeması, proje takvimini gösteren popüler bir çubuk grafik tipidir. Gantt

şemaları, bir projenin son ve özet unsurlarının başlangıç ve bitiş tarihlerini gösterir. Çeşitli alt görevler şemaya girilir ve faaliyetler arasındaki ilişkileri önceliklere göre gösterir. Gantt şemaları, tamamlanan yüzde gölgelemeleri ve dikey bir “Bugün” çizgisi kullanılarak geçerli program durumunu göstermek için kullanılabilir. Gantt şeması oluşturma özelliği, bugün birkaç yazılım programında mevcuttur.

Proje tamamlanma yolunda ilerlerken (sadece iş sahasında değil, tüm proje sırasında da) yapılan her şeyin izlenmesi ve proje planında ve/veya günlük proje faaliyet defterinde güncellenmesi gerekir. Malzeme ve işçilik makbuzları, sertifikasyonlar ve denetleme kayıtları organize edilmeli ve kontrol için dosyalanmalıdır. Birçok bölgede, bu faaliyetlerin günlük kayıtlarının tutulması yasal bir zorunluluktur.

### PROJE SIRASI

#### Problem Tanımı

Bir projeyi tanımlamak için, ilk önce problem tanımlanmalıdır. Bu, ele alınması gereken sorun, önerilen bir çözümden ziyade sorulan bir soru olacak şekilde yapılmalıdır. Buna örnek olarak “Bir bantlı konveyöre ihtiyacımız var” verilebilir. Bu gerçekten çözüm olabileceksen, sorunu veya fırsatı tanımlamamaktadır. Bu sorunun daha iyi bir tanımı, “Malzememizi A noktasından B noktasına taşımamız gerekiyor. Bunu nasıl yapabiliriz?” olabilir. Bu açık tanımlamada, çözüm için hiçbir beklenti yoktur. En iyi çözüm, hala tanımlanması gereken bir seçenektir. Bu problem veya konu açıklamasının, hem müşteri ve hem de proje yöneticisi tarafından karşılıklı olarak tanımlanması ve kabul edilmesi gerekir. Sorunu tanımlayarak, optimum olabilecek veya olmayabilecek bir çözüme bağlanmak yerine, farklı çözümler hakkında beyin fırtınası yapma fırsatını verir.

#### İlk Proje Planı

Bu noktada, ilk proje planının oluşturulması gerekir. Tüm detaylar ve unsurlar tanımlanmamış veya anlaşılmamış olsa da,

bir çerçevenin oluşturulması gerekir. Bu kağıt üzerinde yapılabilir; aynı zamanda, yalnızca planın geliştirilmesine yardımcı olmayıp, onu izleyen ve güncelleyen çeşitli proje yönetimi yazılımları da vardır.

Bu yazılımların çoğu, projenin dört temel yönünün planlanmasını ve izlenmesini sağlar:

- A. Zaman çizelgesi
- B. İşçilik
- C. Maliyetler
- D. Malzemeler

### Temel Görevler

Proje planını başlatmak için, projede gerekli temel görevlerin listelenmesi gerekir. Bu, her bir görev için (toplam proje bütünlüğüne göre) yazılımda, ayrı bir kağıt parçası üzerinde veya dosya klasöründe yapılabilir. Bu görevler şunları içerir:

- A. Kapsam ve teknik özelliklerin tanımlanması
- B. Kavramsal bir tasarımın oluşturulması
- C. Bir ön tasarımın tanımlanması
- D. Bütçeli bir teklifin alınması
- E. Şartnamenin/tasarımın sonlandırılması
- F. Fiyat teklifi talebi (RFQ) ve son teklif
- G. Tesis sahibinin gözden geçirmesi
- H. Sipariş Emri (PO)
- I. Tasarımın detaylandırılması
- J. Üretim
- K. Montaj
- L. Çalıştırma
- M. Sistem performansının doğrulanması
- N. Bakım

Daha fazla detay ortaya çıktıkça, bu başlıkların her biri (projenin temel görevleri) daha sonra alt görevlerle tamamlanabilir. Proje planı, canlı bir doküman olmalı ve sürekli güncellenmelidir.

Temel görevlerin tanımlanması, projedekilerin, hem işçilik hem de zamanlama tahminleri açısından projenin önemli bir

kısmını görselleştirmesine yardımcı olacaktır. Bu, tahminlerin kalitesini ve tesis sahibi, proje yöneticisi ve çeşitli satıcı ve alt işverenler arasındaki iletişimi artırır.

### 1. Görev: Kapsam ve Teknik Özelliklerin Tanımlanması

Bir sonraki adım, müşteri girdisine ve bilinen kısıtlamalara dayanarak ihtiyacı ve sistem gereksinimlerini, genel teknik özellikler (hacim, zaman, malzeme, mesafe, kısıtlamalar) şeklinde tanımlamaktır. Buna bir örnek şu şekilde verilebilir:

(Yüzde 2'den az rutubet içeren) kuru kumu, sürekli bir yüzde 5'lik eğimle 1,2 kilometre (4000 ft) taşımamız gerekiyor. Uygun bir yol yüzeyimiz yok. Malzeme yolunun 1,8 metrelik (6 ft) bir çit üzerinden geçmesi ve açığı 45 derece değiştirmesi gerekiyor.

Bu aşamada ele alınacak diğer konular, hem değişmez hem de genel kriterlerin tanımlanması olacaktır. Değişmez kriterler, ne kadar, ne kadar hızlı, ne kadar uzağa gibi maddeleri içerecektir. Genel kriterler ise opsiyonel veya "Şunu istiyoruz" maddeleri olacaktır. Örnekler arasında, değişken hızlar, ayarlanabilir boşaltma yüksekliği veya özel bir bant sıyırıcısı seçimi bulunabilir.

### 2. Görev: Kavramsal bir Tasarımın Oluşturulması

Herhangi bir kavramsal tasarımda ilk adım, çözümler hakkında beyin fırtınası yapmaktır. Beyin fırtınası grubuna işletme sahibinin/yönetiminin dahil edilmesi, bunların, çözümü sahiplenmelerini, problemleri daha iyi anlamalarını ve tasarımın başarısına daha pozitif bir bakış açısına sahip olmalarını sağlar. Beyin fırtınası, uygulanabilir olsun olmasın, olası tüm çözümlerin tanımlanması anlamına gelir. Bu uygulama, tüm seçeneklerin göz önüne alınmasını sağlar. Tüm fikirler özgürce kabul edilmeli ve sonraki adımda analiz için not edilmelidir.

Bu adımda asıl olan, tasarım parametrelerinin tanımlanmasıdır. Bu adım, kabul

edilebilir bir tasarım parametreleri aralığını belirlemek için malzeme testinden yararlanabilir. Kavramsal aşamanın başka bir önemli yönü, çalışma noktalarının, yükseltmelerin ve engellerin yerinde doğrulanmasıyla herhangi bir saha sınırlamasının belirlenmesidir. Gerçek saha koşullarının tasarım parametreleri aralığının ötesinde olması durumunda, bu koşulları azaltmak için alınacak önlemler düşünülmelidir. Bu, kolay bakım imkanı sağlayan ek “arızalara karşı emniyetli özelliklerin” eklenmesi yanında, bu beklenmedik durumların hafifletilmesi için yöntemlerin dahil edilmesini gerektirebilir.

Bir sonraki adım, her bir fikrin artılarını ve eksilerini listelemektir. İşte bu noktada her bir fikrin kritik analizi gerçekleştirilir. Çözümlerin bir kombinasyonu en iyi değeri sunabilir: Bir fikirle ilgili sorunlar, ikinci bir fikrin dahil edilmesiyle çözülebilir.

Her bir fikrin kritik analizinden sonra, kapsam ve şartname önceden belirlenen bir formatta sonuçlandırılır. Kapsam, özellikle neyin kapsanacağını veya sağlanacak ekipmanı; şartname ise ihtiyaçların detaylarını tanımlar. Kapsam, projede yer alan kalemleri, kavramları ve teknik özellikleri listelemelidir; projeye dahil edilmemiş kalemleri de detaylandırabilir. Seçenekler ayrı olarak listelenebilir ve önceden belirlenen formatın kullanılması, “gri” veya kesin olmayan teknik özelliklerden uzak durulmasını kolaylaştırır.

Aşağıdakileri içeren konveyör sistemi:

- A. Yapı
- B. Transfer noktaları
- C. Bant
- D. Bant sınırlayıcıları
- E. Montaj
- F. Sistemi başlatma
- G. Performans testi
- H. Tesis sahibi/yönetim ekibiyle birlikte bakım incelemesi
- I. Sistem devri

J. Saha hazırlığı dahil DEĞİLDİR

K. Sahaya elektrik hizmeti dahil DEĞİLDİR

Teknik özellikler:

- A. Konveyör 1800 milimetre (72 inç) genişliğinde
- B. 81 metre (265 ft) uzunluğunda
- C. 1 transfer noktası (yükleme)
- D. Ayarlanabilir merkez yükleme (saptırma) şutu
- E. Tahrik motoru
  - a. 480 volt
  - b. 50 Hz
  - c. 25 kW (30 bg)
- F. Servis garantisi
- G. İlk büyük bakım aralığına 2400 saat
- H. İlk yıl için yüzde 90 çalışma süresi (servis sözleşmesiyle birlikte)

### 3. Görev: Bir Ön Tasarımın Tanımlanması

Kapsam ve teknik özellikler belirlendikten sonra, bir ön tasarım hem maliyet hesaplaması hem de teslim süresi konularını açısından sistem gereksinimlerini belirleyebilir.

Bir tasarımcı veya tasarım mühendisiyle çalışarak, kavram aşamasında belirlenen sistemin taslağı çizilir. Konveyör işinde buna genellikle Süreç Akış Şeması (**Şekil 30.2**) adı verilir. Anahtar verileri ve genel konveyör yerleşimini gösterir. Bu taslak çizim ve diğer proje dokümanları kullanılarak, parçalar veya alt gruplar “yap” veya “satın al” şeklinde tanımlanır. Tüm detayların dahil edildiğinden emin olmak için bu tanımlamanın iki kez kontrol edilmesi gerekir. Bu aşamada gözden kaçan kalemler, ihtiyaç montaj veya başlatma sırasında fark edildiğinde teslimatta bir gecikmeye ve artan maliyetlere neden olacaktır.

### 4. Görev: Bütçeli bir Teklifin Alınması

Bu noktada, bütçeli bir teklifin oluşturulması için gereken bilgilerin mevcut olması

gerekir. Bütçeli bir teklif, fiyat ve çözüm tesliminin makul bir tahminini sunar. Kesin fiyat değildir ve bir sipariş emri oluşturmak için kullanılmaz.

### 5. Görev: Şartnamenin/Tasarımın Sonlandırılması

Projenin bütçe parametrelerine uyacağı ve gereken performansı sağlayacağı belirlendikten sonra, sistem tasarımı ve şartnamesi sonlandırılabilir.

### 6. Görev: Fiyat Teklifi Talebi (RFQ) ve Son Teklif

Planda tahmin olarak vurgulanan kalemelerden her biri için, proje kesin teklifler almalıdır. Fiyat belirlenmesi için spesifik etki gerektiren dört alan vardır:

#### A. Malzemeler

Malzemeler için fiyat teklifi alırken, sadece malzemelerin teslimatı için değil aynı zamanda o hammaddeleri kullanılabılır “parçalara” dönüştürecek (bağlantı parçalarını kesme, delme ve kaynak yapma gibi) ikincil işlemler için de teslim sürelerinin dikkate alınması gerekir.

#### B. Satın alınan bileşenler

Fiyat teklifi talebi yapıldığında, tedarikçiye gerekli tüm teknik özelliklerin bildirildiğinden emin olmak önemlidir. Eğer bir tedarikçi ek bilgiye ihtiyaç ol-

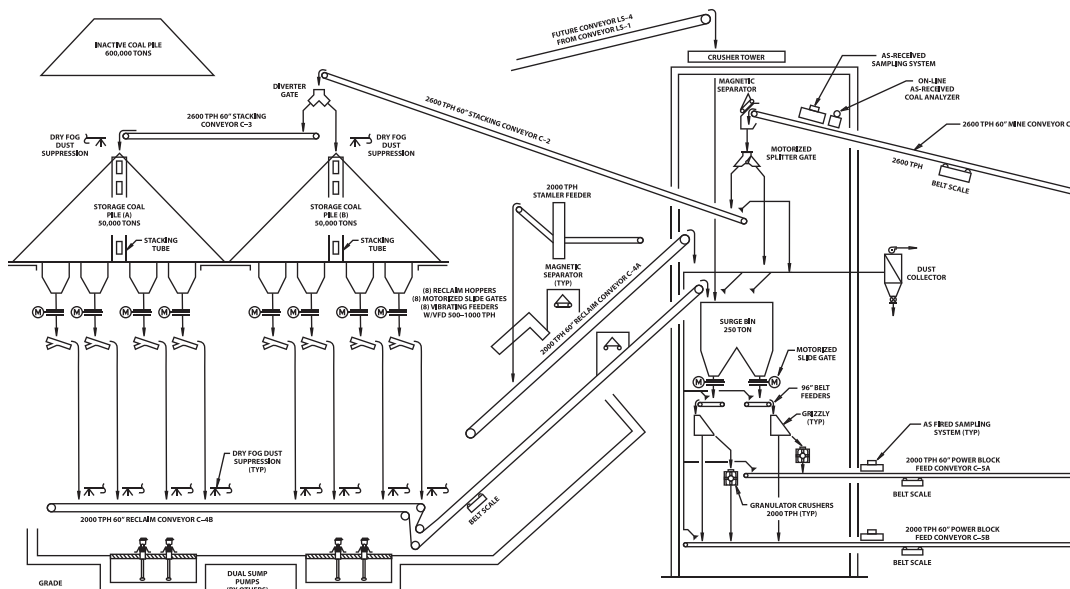
duğunu bildirirse, tedarikçiye cevabın ne zaman verileceği söylenebilir. Eğer talep edilen bilginin ne zaman verilebileceği kesin olarak bilinmiyorsa dahi, tedarikçiye cevabın ne zaman verileceğine dair bir olasılık sunulmalıdır. Tedarikçiyle irtibatın takip edilmesi gerekir. Bu takipte, tedarikçiye fiyat araştırmasına yanıt alma süreci hakkında güncel bir bilgi verilebilir ve ne zaman bir cevap verileceği bildirilebilir. Yanıttaki gecikmelerin tedarikçinin teklifi tamamlayabilmesini geciktirebileceği unutulmamalıdır.

#### C. Taşeron işçilik

Kesin teklifler gerektiren dört alan içinde, taşeron işçilik, doğru tahmin ve teklifler alınmasının en zor olduğu alandır. Herhangi bir potansiyel tedarikçi, gerekli herhangi bir beklenti ve revizyonu not etmek için kapsamı, teknik özellikleri, çizimleri ve fotoğrafları incelemelidir.

#### D. Direkt işçilik

Hem gereksinimlerin hem de sürenin ana hatlarını belirlemek için, proje yöneticisinin, şirket içerisinde çeşitli kaynaklarla direkt işçiliği görüşmesi gerekecektir. Tahmini gerçekleştirmek için en uygun yöntem, işi görevlere ayırmak, her bir görev için tahminde bulunmak ve daha sonra toplamı oluşturmak için özet çıkarmaktır.



Şekil 30.2

Proses Akış Şeması, kilit verileri ve genel konveyör yerleşimini gösterir.

Teklif müşteri için sonlandırılmadan önce, proje planı ve zaman çizelgesinin (Gantt şeması), hesaba katılan tüm işçilik, zamanlama, maliyetler ve nakit akışlarıyla güncellenmesi gerekir.

Teklifte yer alması gereken minimum bilgiler şunlardır:

- A. Kapsam
- B. Teknik özellikler
- C. Büyük aşamalar ve gözden geçirme noktaları
- D. Maliyet
- E. Ödeme planı

Eğer teklifte ek bilgi verilmişse, gizlilik beyanlarının da bulunması gerekir. Eğer taslak veya çizimler eklenmişse, bunların başlangıç niteliğinde olduğu uygun şekilde işaretlenerek belirtilmelidir.

Teklifte yer alan ödeme planının, belirli proje aşamalarının veya kilometre taşlarının tamamlanmasına bağlanması gerekir.

### **7. Görev: Tesis Sahibinin Gözden Geçirmesi**

Teklif, proje yöneticisi tarafından proje sahibi/yönetimiyle birlikte detaylı olarak gözden geçirilmelidir. Bu görev, e-posta, faks veya telefonla değil, mümkünse yüz yüze yapılmalıdır. Bu noktada beklentilerin detaylı olarak anlaşılması, projenin tamamlanması yolunda yanlış anlaşılmaları önemli ölçüde azaltacaktır.

Tesis tarafından sağlanacak herhangi bir proje hazırlığı da gözden geçirilmeli ve devir koşulları tanımlanmalıdır. Proje yöneticisi, tesis sahibinin/yönetiminin gereksinimleri yanında, sipariş emri (PO) düzenlendiğinde, tesisin hem işi yerine getirme hem de programa uyma taahhüdünde bulunacağı gerçeğini anladığını doğrulamalıdır.

### **8. Görev: Sipariş Emri**

PO veya talep, proje yöneticisi tarafından alınıp, teklifin bir kopyasıyla birlikte proje dosyasında belgelendiğinde, malzeme ve

işçilik için taahhütler yapılabilir. Taahhütler sözlü bir proje onayı üzerine yapılamaz. Gerçek sipariş emri alınmaya kadar, kapsam ve maliyetlerle ilgili zaman çizelgesi ve taahhütler esnek ve değişikliğe açık olmalıdır. Eğer PO, herhangi bir revizyon veya değişiklik yapılmadan zamanında verilirse, hiçbir program veya maliyet revizyonu gerekmemelidir.

Eğer PO erken verilirse, belirli hususlar programdan önce tamamlanabilir (örneğin, verilen malzeme siparişleri veya programlarına uymak için alt işverenlere yapılan taahhütler), ancak erken proje teslimi, işçilik taahhütleri ve saha koşulları dahil tedarik zincirinin tamamının dikkatle gözden geçirilmesine bağlı olmalıdır.

Eğer PO, RFQ'da belirtilen tarihten sonra alınırsa, tedarikçilerin, tasarımcıların ve alt işverenlerin işleri dahil, programın tüm yönlerinin, proje yöneticisi tarafından yerinde doğrulanması gerekecektir.

### **9. Görev: Tasarımın Detaylandırılması**

Bir proje tasarım ekibine verildiğinde, proje yöneticisi, kapsam ve teknik özelliklerin tasarım ekibiyle birlikte detaylı olarak gözden geçirilmesini sağlamalıdır. Bu kapsam ve şartname dokümanlarının her biri kendince önemlidir. Kapsam, teklif verilen işin tüm yönlerinin planlamasını ve kapsanmasını sağlamaktır. Teknik özellikler, tasarlanan ekipmanın sözleşmede beklendiği ve tanımlandığı gibi çalışmasını sağlar.

Programın gözden geçirilmesi de kapsam ve teknik özelliklerin gözden geçirilmesi kadar önemlidir. Bu işi fiyatlandırmadan önce, proje yöneticisi, tasarım ekibinden tahmini bir zaman çizelgesi almış olacaktır. Bu noktada, proje yöneticisi bu taahhüdü gözden geçirecek ve tasarım ekibi yöneticisinden yenilenmiş bir taahhüt alacaktır. Bu kontrol, projenin zamanında teslim edilebilmesi için projenin her adımında gereklidir.

Bu süreç boyunca, tasarım incelemeleri, dört temel tasarım hedefine ulaşmak için gereklidir: maliyet, zamanlama, kapsam



ve üretilebilirlik. Bunların her biri, tasarım süreci boyunca izlenmelidir. Üretim ekibinden bir temsilci, tasarım incelemelerine katılmalıdır.

### 10. Görev: Üretim

Bileşenler ve alt gruplar için tasarımlar tamamlandığında, tasarım ve üretim arasındaki devir gerçekleşmelidir. Tasarım ekibiyle olduğu gibi, program, kapsam ve teknik özellikler, proje yöneticisi tarafından, proje bileşenlerinin ve alt grupların üretimine dahil olan herkesle birlikte gözden geçirilmelidir.

Bir proje başladıktan sonra, artık üretim için yeni satıcıların denenmesinin zamanı geçmiştir. Proje yöneticisi, zamanında kaliteli ürünler teslim ettiği bilinen üreticileri kullanmalı ve mümkünse, kendini kanıtlamamış veya finansal olarak şüphe uyandıran satıcılardan kaçınmalıdır. Bu bazen kaçınılmaz olabilir, ancak bu durumlarda, durumun gereken özenle tespiti gerekecektir. Referanslar dikkatle kontrol edilmeli, hem kalite hem programa uygun teslimatla ilgili istatistikler ve ISO kalite sistemi sertifikaları gibi güven belgeleri istenmelidir.

Malzemeler, bileşenler ve alt gruplar teslim edildiğinde, envanterlerinin çıkarılması ve muayene edilmeleri gerekir. Projede gecikmelerinin önlenmesi için, satıcıların, herhangi bir eksik veya uygun olmayan kalemde ve istenilen çözümden derhal haberdar edilmesi gerekir.

### 11. Görev: Montaj

Kalite ve zamanında teslim için montajdaki en önemli iki kontrol konusu nakit akışı ve programdır. Aslında, eğer proje yöneticisi iş sahasındaki tedarikçiler veya alt işverenlerle ilgileniyorsa, nakit akışı, programı kontrol etmenin başlıca aracıdır. Proje yöneticisi, teslimat için müşteriye taahhütte bulunduğu gibi, tedarikçi veya alt yüklenici de proje yöneticisine taahhütte bulunmuştur.

Nakit akış planı oluşturulurken (proje planının parçası) toplam tedarikçi ödemesinin önemli bir yüzdesi, sözleşme konusu

malzeme veya işçiliğin başarıyla teslimi için ayrılmalıdır. Geciken veya makul olmayan nedenlerle bekletilen ödeme, satıcının gelecekte teslimat programına uyma veya kaliteyi koruma kabiliyetini etkileyebilir.

Malzemeler, bileşenler veya alt gruplar teslim alınıp iş sahasında onayladıktan sonra, montaj emriyle düzenlenmeli, kontrollü bir alanda depolanarak yoldan çekilmeli ve korunmalıdır. Vandalizm veya hırsızlıktan dolayı malzemedeki fire verilmesi, tüm dünyada birçok sahada bir sorundur ve eksik veya hasarlı malzemelerin değiştirilmesi için gereken süre ve harcamayla hem proje maliyetini hem programını etkileyebilir.

Proje yöneticisi, proje kapsamında montajda yapılan tüm işleri kontrol etmekle sorumludur. Yönetici, “proje kapsamının kontrol edilemeyecek ölçüde büyüyüp genişlemesi” olarak ifade edilen herhangi bir kapsam değişikliğine karşı dikkatli olmalı ve bunu kontrol etmelidir. Herhangi bir nedenle kapsamda yapılacak değişiklikler belgelenmeli (değişiklik emri) ve geçerliliğinin sağlanması için normalde bir sözleşme revizyonu veya eki gerektirmelidir. Bunlar hem proje bütçesini ve hem programını çabucak yıpratır ve başarısız proje tesliminin temel nedenlerinden biridir.

### 12. Görev: Çalıştırma

Herhangi bir ekipmanın ilk başlatılması, varsa başlatma kontrol listesini gözden geçirmesi gereken proje yöneticisi tarafından tüm bileşenlerin ve elektrik sistemlerinin tamamen denetlemesi ve ayarlanmasından sonra gerçekleştirilmelidir.

Başlatmadan önce, hareketli ekipman, tüm bileşenlerin beklendiği gibi olduğundan emin olmak için gözle kontrol edilmeli, proje yöneticisi gerekli herhangi bir ayarı tespit etmeli ve gerçekleştirmelidir. Başlatıldıktan ve ilk testlerden sonra, performansı kontrol etmek için ekipman yüklenmeli ve yine gerekli herhangi bir ayar yapılmalıdır.

Ekipmanın çalışması, tesis sahibi veya yönetimi için müşterinin temsilcilerine, her bir ana bileşen, fonksiyonu ve bakım gerek-

sinimleri anlatılarak gösterilmelidir. Hem başlatma hem de ayarlama prosedürleri için adım adım talimatlar sağlanmalıdır.

### **13. Görev: Sistem Performansının Doğrulanması**

Makinenin başlatılmasıyla birlikte ve saat / gün veya haftalardan oluşan bir dönemden sonra, proje kapsamında tanımlandığı şekilde, projenin kapsamında ve teknik özelliklerindeki başlangıç gereksinimleriyle karşılaştırıldığında müşterinin beklentilerini karşıladığından veya aştığından emin olmak için sistem performansı değerlendirilmelidir. Bir projenin ilk safhalarında, kapsam tanımlandığında, sorunlar ve beklentiler vardır. Projenin bu aşaması çözümün, (açıkça tanımlanmış) bu sorunları ve beklentileri, çözümün ve montajın başarısını ölçmek için ölçü birimleri veya anahtar performans göstergeleri (KPI'ler) olarak kullanılacaktır.

### **14. Görev: Bakım**

En azından, sistemin bakım gereksinimleri için detaylı bir rehber veya inceleme sağlanmalıdır. Bakım gereksinimlerinin gözden geçirilmesi, iş devredildiğinde, çözümün en üst etkinlikle çalışmaya devam etmesi için gereken belirli bir seviyede anlayış ve işbirliğinin bulunması için, en az iki müşteri temsilcisiyle birlikte yapılmalıdır.

Eğer çözüm sağlayıcı bir bakım sözleşmesiyle ekipmanın bakımını da alırsa, iyileştirilmiş bir bakım pozisyonu ve dolayısıyla iyileştirilmiş bir performans elde edilebilir. Bu konsept aracılığıyla, bakım maliyetleri (kullanıcı için) sabitlenebilir, programlı bakım gereken önceliğe sahip olur ve ekipmanın duruş süresi en aza indirilerek, verimlilik en üst seviyeye çıkarılabilir.

önerilir. En iyi garanti, başarılı bir geçmişe sahip; mühendislik, satın alma, montaj, hizmete alma ve takip hizmeti sunan; garantilerle ve teminatlarla işin sonunu getirecek finansal güce sahip bir firma tarafından verilir.

Proje yöneticisi olmayan veya etkisiz bir yöneticisi olan projenin, aşırı maliyetlerle, ekipman arızasıyla ve aşılacak teslim tarihleriyle karşılaşma olasılığı daha yüksektir. Bu projelerin aynı zamanda, eğitilmiş ve deneyimli bir proje yöneticisinin projeye sahip çıkmasından dolayı kalite sorunlarından muzdarip olması daha muhtemeldir. Etkili yönetim daha iyi projelere ve daha iyi sonuçlara götürür.

### **İlerideki bölümlerde...**

Toplam Kalite Yönetimi hakkındaki bu bölüm, Dökme Malzemelerin Taşınmasında Büyük Resim kısmındaki ilk bölümdür. Sonraki üç bölüm bu kısmı devam ettirmekte; 31. Bölüm Performans Ölçümleriyle başlamakta, 32. Bölüm Belirli Endüstrilerle ilgili Hususlar ve 33. Bölüm de Özel Konveyörlerle ilgili Hususlarla devam etmektedir.

## **REFERANSLAR**

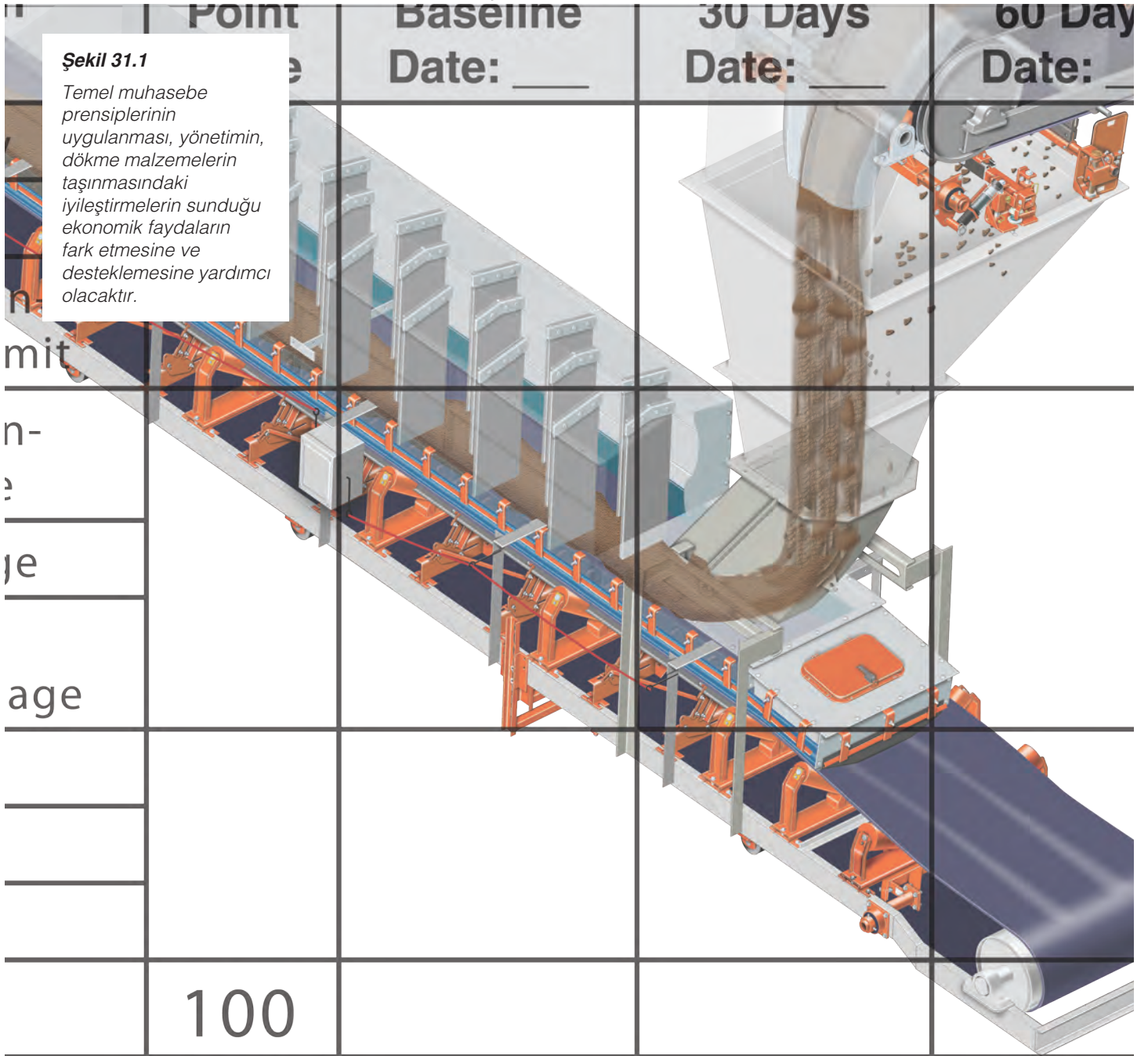
- 30.1 Proje Yönetimi Enstitüsü (PMI). Proje yönetimi ve proje yöneticileri için akreditasyon programı için ek bilgilere PMI'nın web sitesinden ulaşılabilir: <http://www.pmi.org>

## **BAŞARI NASIL DEĞERLENDİRİLİR?**

### **Sonuç olarak...**

Sonuç olarak, toplam proje yönetimi için bir firma seçerken, bir performans garantisiyle kendi performansının -ve önerilen ve monte edilen malzeme taşıma çözümünün arkasında duracak bir firmanın seçilmesi



**Şekil 31.1**

Temel muhasebe prensiplerinin uygulanması, yönetimin, dökme malzemelerin taşınmasındaki iyileştirmelerin sunduğu ekonomik faydaların fark etmesine ve desteklemesine yardımcı olacaktır.

**31. Bölüm**

# PERFORMANS ÖLÇÜMLERİ

Performansı Ölçme .....	465
Yatırım Geri Dönüşünü (ROI) Hesaplama.....	468
Kaçak Malzemeleri Ölçme .....	472
Verimliliği Ölçme.....	480
Gelişmiş Konular .....	481
Yatırım Geri Dönüşü (ROI) Geri Ödemesinin Hesaplanması.....	483

## Bu bölümde

Bu bölüm; iyileştirmelerin, endüstriyel işletmelerde dökme malzemelerin taşınmasında güvenlik, temizlik ve verimdeki etkilerini ölçmekte kullanılacak araçları sunar. Bu iyileştirmelerin faydalarını değerlendirmek için kalitatif ve kantitatif ölçüler önerir. Amaç, bir malzeme taşıma işletmesinin mühendisi veya yöneticisinin, kaçak malzemelerin kontrolü vasıtasıyla malzemelerin taşınmasını iyileştiren sistemlerin finansmanına ve yönetimine temel muhasebe prensiplerini uygulamasına yardımcı olmaktır. Bu ölçüler, yönetimin, bu iyileştirmelerin sağlayacağı ekonomik faydaları fark etmesine ve desteklemesine yardımcı olacaktır (**Şekil 31.1**).

## PERFORMANSI ÖLÇME

### Performans Ölçümünün Önemi

Bir şirket yönetimi felsefesinin ana göstergesi, harcamalarındaki Yatırım Geri Dönüşünü (ROI) değerlendirmek için kullandığı prosedürdür. Aberdeen Group tarafından 2007'de hazırlanan bir rapora göre (*The Manufacturer*'ın Şubat 2007 sayısında vurgulandığı şekilde), şirketlerin yüzde 25'inden azı, önerilen bir projede harekete geçmeden önce sürekli olarak yatırım geri dönüşünü tahmin etmekte ve yalnızca yüzde 20'si, proje tamamlandıktan sonra yatırım geri dönüşünü hesaplamak için gerçek maliyet ve kazanımları ölçmektedir. Diğer taraftan, "Sınıfının En İyisi (Best in Class)" şirketlerin, projelere başlamadan önce yatırım geri dönüşünü tahmin etme olasılığı rakiplerinden yüzde 88 ve proje tamamlandıktan sonra yatırım geri dönüşünü ölçme olasılığı yüzde 130 daha fazladır. Yatırım geri dönüşünü hesaplayan "Sınıfının En İyisi" şirketler, bu değerlendirmeyi yapmayan firmalarla karşılaştırıldığında çeşitli performans ölçümlerinde yüzde 93 daha fazla iyileştirme elde etmektedir (*Referans 31.1*).

Dökme malzeme taşımada performansın ölçülmesi, hem kantitatif (hesaplamalara veya ölçümlere dayanan kesin bir değer)

hem kalitatif (kişisel görüşe ve yargıya dayanan yaklaşık veya sezgisel bir değer) ölçümleri içerir.

Bu performans ölçümleri, kararların alınması, sorumluluğun verilmesi ve iyileştirmenin belirlenmesi için araçlardır. Bu ölçümler, bir kişi, ekip veya şirket tarafından hedef ve amaçların başarılmasını değerlendirmek için kullanılan stratejik bir sürecin parçası olmalıdır. Performans ölçümleri için başka bir yaygın isim de Temel Performans Göstergeleridir (KPI'ler). Bu performans ölçümleri çoğu zaman çizelgeler veya hesap tablolarında gösterilir, bu sayede hedef karşısında eğilimler ve ilerleme kolaylıkla görülebilir.

Dökme malzeme taşıma sistemlerinin durumu ve yönetimi, bir şirketin performansının tüm yönleri üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Sağlık ve güvenlik standartlarına göre en yaygın performans ölçüsü, şirketin güvenlik ve çevre yönetmeliklerine uygunluğudur.

En evrensel performans ölçüsü, bir şirketin, Kar Zarar (P&L) Tablosu ve Bilanço olarak ifade edilen, finansal performansdır.

### Finansal Performans

Bir şirket, malzemeleri alacak, maaşları ödeyecek, kar paylarını dağıtacak ve işe yeniden yatırım yapacak paraya sahip olmak için kar etmelidir. Satış (veya ciro veya gelir) çoğu zaman karla karıştırılır, bir şirketin ne kadar kazandığı ve bu parayla ne yapacağı hakkında yanlış kanılar doğurur. Ana faaliyet alanı dökme malzeme taşımaya içeren bir şirket, genellikle vergiler düşüldükten sonra yüzde beşten az bir kar elde eder. Diğer bir deyişle, yatırımcılar paralarını peşin yatırmıştır ve yıl sonunda, riske ettikleri her 100 dolar için 5 dolardan az kazanmış olacaktırlar. Eğer şirket kar etmezse, yatırımcılar para kaybeder. İnsanların, nakit parayı bankaya koyup faiz almak yerine dökme malzeme taşıyan işletmelere yatırım yapmak istemelerinin bir nedeni, eğer şirket (dolayısıyla dökme malzeme taşıma sistemleri) optimum düzeyde çalışırsa, daha yüksek karlar elde etme potansiyelidir.

Bir şirketin performansını değerlendirmek için, hem Kar Zarar Tablosu hem de Bilançosu gereklidir. Kar Zarar Tablosu, belirli bir zaman aralığında (genellikle bir ay, yılın çeyreği veya bir tam yılda) gelir (satış, kira, telif gelirleri) eksi giderlerin toplu halde gösterildiği bir tablodur. Bilanço, herhangi bir zamanda, genellikle ayın, çeyreğin veya yılın son gününde, (firmanın sahip olduğu veya firmaya borçlu olunan) varlıklardan, borçların (şirketin ödemek zorunda olduğu borç ve faturalar) ve özsermayenin (geçmiş yıllar karları ve zararları) düşüldüğü bir hesaplamaadır.

Şirketin finansal hedeflerini başarma konusunda aldığı yolu değerlendirmek için, önceki yıllardan finansal tabloların mevcut yıllara karşılaştırılması yaygın bir uygulamadır. Finansal hedefler genellikle yönetim kurulu veya hissedarlar tarafından belirlenir. Halka açık şirketler, işi büyütmek için para toplamanın bir yolu olarak şirketteki hisseleri halka satar. Özel şirketler, finansmanlarını, işin yalnızca karlarla sağlanabilecek seviyenin ötesinde büyümesini finanse etmek için kendi fonlarını kullanan veya borç alan sahiplerinden alır.

Bir işletmeyi işletmek için kullanılan para genellikle iki kategoriye ayrılır: Sermaye Fonları ve İşletme Fonları. İşletme Fonları genellikle, bir ürünün satıldığı, paranın tahsil edildiği ve tüm faturaların ödendiği sürekli bir süreçten gelir. Faaliyetini sürdürmek için, şirket ürünlerini, onları üretme maliyetinden fazlasına satmalıdır, aksi takdirde çok geçmeden mali sıkıntıya düşer. Satışlarından parayı hızlı tahsil etmek önemlidir, aksi takdirde işi sürdürecektir yeterli İşletme Fonu bulunmayacaktır. Eğer hiç kar yoksa, işletmenin borç alması veya hissedarların daha fazla yatırım yapması gerekecektir.

Sermaye Fonları, arazi, bina ve ekipman gibi uzun süre dayanacak alımlar yapmak için kullanılır. Sermaye Fonları, vergi, hisse satışı veya alınan borçlar düşüldükten sonra kalan net kardan gelir. Sermaye harcamaları için paraya sahip olmak için, şirketin karları biriktirmesi veya borç alması

gerekir. Sermaye harcamaları için borç almak için, şirketin her yıl para kazandığını gösteren bir geçmişi olmalıdır; aksi takdirde faiz oranı, şirkete borç vermekle bankanın aldığı katma riski yansıtacak şekilde daha yüksek olacaktır.

Sermaye Harcamaları genellikle büyük tutarlarda para içerdiğinden, şirket önceden plan yapmalı ve yatırımın parayı geri ödeyecek kadar kar getireceğine inanmalıdır. Bu nedenle, Sermaye Harcamaları çoğu zaman yapılmadan bir yıl veya daha öncesinde planlanır.

Toplam Sermaye Maliyeti, harcamalar ve vergiler (Toplam Özsermaye), mevcut borçların değeri (Toplam Borç), hissedarların yatırımları karşılığında kazanmayı beklediği tutar (Özsermaye Maliyeti) ve şirketin, borç almak ve işe yatırmak için ödemek zorunda olduğu tutar (Borç Maliyeti) düşüldükten sonra işte biriken para değerinin bir birleşimini içerir. Çoğu zaman, Sermaye Maliyeti, bir proje için gerekli minimum Yatırım Geri Dönüşü (ROI) olarak kullanılır. Bu rakamlar, bir şirketin nasıl finanse edildiğine bağlı olarak büyük oranda değişir, fakat Sermaye Maliyeti genellikle, bir bankanın uygulayacağı faiz oranından yüzde beş ila on arasında daha yüksektir.

Yeni ekipman veya yükseltmelere yatırım yapmak için kullanılan paranın maliyeti, yalnızca bankadan borç para almanın maliyeti değildir (**Denklem 31.1**). Yatırım ne kadar riskli olursa, bir şirketin parayı harcamayı haklı göstermek için kazanmak zorunda olduğu getiri o kadar yüksek olacaktır.

Sermaye Maliyeti genellikle, finans departmanı tarafından şirketin tamamı için belirlenen ortalama bir maliyettir. Çoğu zaman Yatırım Geri Dönüşü veya Geri Ödeme adı verilen, ayrı projeler için kurumsal gereksinimlerle karıştırılmamalıdır. Belirli bir şirkette gerekli yatırım geri dönüş değeri, genellikle yüzde 10 ila 33 arasında değişebilir. Tamamen yeni bir konveyör sistemi gibi büyük, uzun vadeli bir yatırım genellikle bu aralığın düşük ucunda bir

$$CC = \left( \frac{TE}{TE + TD} \cdot CE \right) + \left( \frac{TD}{TE + TD} \cdot CD \cdot (1 - T) \right)$$

**Denklem 31.1**

Sermaye Maliyeti Hesabı

**Eldeki veri:** Bir şirketin değeri 2.000.000 USD'dir ve %8'le 500.000 USD borcu vardır; hissedarların beklediği özsermaye %15 ve kurumlar vergisi oranı %35'tir. **Bulunacak:** Toplam sermaye maliyeti.

<b>CC</b>	Sermaye Maliyeti	yüzde
<b>TE</b>	Toplam Özsermaye	2000000
<b>TD</b>	Toplam Borç	500000
<b>CE</b>	Özsermaye Maliyeti	.15 (15%)
<b>CD</b>	Borç Maliyeti	.08 (8%)
<b>T</b>	Kurumlar Vergisi Oranı	.35 (35%)
$CC = \left( \frac{2000000}{2000000 + 500000} \cdot 0.15 \right) + \left( \frac{500000}{2000000 + 500000} \cdot 0.08 \cdot (1 - 0.35) \right) = 0.13$		
<b>CC</b>	Sermaye Maliyeti	0.13 (13%)

$$ROI = \frac{TPS}{TPC}$$

**Denklem 31.2**

Yatırım Geri Dönüşü Hesabı

**Eldeki veri:** Bir proje 10.000 USD tasarruf sağlayacak ve 25.000 USD'ye mal olacaktır. **Bulunacak:** Yatırım Geri Dönüşü.

<b>ROI</b>	Yatırım Geri Dönüşü	yüzde
<b>TPS</b>	Toplam Proje Tasarrufu	10000
<b>TPC</b>	Toplam Proje Maliyeti	25000
$ROI = \frac{10000}{25000} = 0.4$		
<b>ROI</b>	Yatırım Geri Dönüşü	0.4 (40%)

$$ROI(\text{yıl}) = \frac{1}{ROI}$$

**Denklem 31.3**

Yıl olarak Yatırım Geri Dönüşü Hesabı

**Eldeki veri:** Bir projenin yatırım geri dönüşü %40'tır (0,4). **Bulunacak:** Yatırımın geri dönüşü için gereken yıl sayısı.

<b>ROI(yıl)</b>	Yıl olarak Yatırım Geri Dönüşü	yıl
<b>ROI</b>	Yüzde olarak Yatırım Geri Dönüşü (Ondalık)	0.4
$ROI(\text{yıl}) = \frac{1}{0.4} = 2.5$		
<b>ROI(yıl)</b>	Yıl olarak Yatırım Geri Dönüşü	2.5 yıl

$$ROI(\text{ay}) = \frac{12}{ROI}$$

**Denklem 31.4**

Ay olarak Yatırım Geri Dönüşü Hesabı

**Eldeki veri:** Bir projenin yatırım geri dönüşü %40'tır (0,4). **Bulunacak:** Yatırımın geri dönüşü için gereken ay sayısı.

<b>ROI(ay)</b>	Ay olarak Yatırım Geri Dönüşü	ay
<b>ROI</b>	Yüzde olarak Yatırım Geri Dönüşü (Ondalık)	0.4
$ROI(\text{ay}) = \frac{12}{0.4} = 30$		
<b>ROI(ay)</b>	Ay olarak Yatırım Geri Dönüşü	30 ay

Tablo 31.1

ROI Dönüşümleri		
ROI	Geri Ödeme Yılı	Geri Ödeme Ayı
10%	10.0	120.0
20%	5.0	60.0
30%	3.3	40.0
40%	2.5	30.0
50%	2.0	24.0
60%	1.7	20.0
70%	1.4	17.1
80%	1.3	15.0
90%	1.1	13.3
100%	1.0	12.0

yatırım geri dönüşü gereksinimine sahip olacaktır. Toz ve döküntüden uzak tutmak için konveyörlerde yapılan iyileştirmeler çoğu zaman çok yüksek, belki de yüzde 100'ü aşan, ROI gereksinimlerine sahip olacaktır (**Denklemler 31.2-4**). Başka bir deyişle, bu yatırımların bir yıldan az bir sürede kendilerini amorti etmesi beklenir (**Tablo 31.1**).

### YATIRIM GERİ DÖNÜŞÜNÜ (ROI) HESAPLAMA

#### Projenin Yatırım Geri Dönüşünü Hesaplamak için Gereken Veriler

Eğer sistem çalışmasının maliyetleri kaydedilmemişse, bir projeyi haklı göstermek veya kabul edilebilir bir yatırım geri dönü-

Tablo 31.2

Yatırım Geri Dönüşü (ROI) Hesaplamalarında Kullanılan Veriler	
Veri	Birimler
<b>İdari/İşletme</b>	
Uyum maliyeti: kayıt tutma ve raporlama	para birimi
Sağlık ve sorumluluk sigortası primlerinin artışı	para birimi
Ekipmanın azalan ömrü	para birimi
İş Güvenliği/çevre cezaları	para birimi
Adli masraflar	para birimi
Enerji maliyetleri	para birimi
Atık imha maliyetleri	para birimi
<b>Üretim</b>	
Taşınan malzeme: saatte, günde, haftada veya ayda	ton (st)
Üretim süresi	saat
Dökme malzemenin tonu başına maliyet	para birimi/ton (st)
Duruş süresinin maliyeti	para birimi/saat
Manüel temizlik (ortalama 1 ton/saat)	işçilik maliyeti/saat
Makineyle temizlik (ortalama 5 ton/saat)	işçilik ve makine maliyeti/saat
Toz ve döküntü nedeniyle kaybedilen ürün	Tipik olarak üretim oranının %0,5'i ile %3'ü arası
<b>İş Güvenliği (Referans 31.2)</b>	
Kaydedilebilir hadise maliyeti	para birimi
Zaman kaybettiren hadise maliyeti	para birimi
<b>Bakım</b>	
Yeni montaj: <i>İşçilik ve malzemeler için tahmini maliyet</i>	para birimi
Ayar: <i>Ayar başına tahmini işçilik maliyeti</i>	para birimi
Yedek Parçalar: <i>Parça ve işçilik maliyeti</i>	para birimi
Ekipman Aşınması: <i>Bant ve aşınmaya dayanıklı malzemelerin maliyeti</i>	para birimi



şüne sahip olduğunu kanıtlamak zordur. Bir projeyi haklı göstermek için ölçülebilecek onlarca parametre vardır; tüm maliyetlerin ve üretim rakamlarının toplanması gerekmez. Konveyör sistemlerinde toz ve döküntünün kontrolü için yapılan projeleri haklı göstermek için, bir genel veriler listesinden alınan veriler kullanılabilir (**Tablo 31.2**).

Bu rakamlara (gerçekleşen harcamalar ve kaçırılan fırsatlar) “kesin” olarak sahip olmak, iyileştirme projelerini haklı göstermek için gereken cephaneyi sağlar. Performansı doğrulamak ve harcamaları haklı göstermek için tam ve zamanında yapılmış kayıtların bulunması zorunludur. Kayıt tutulmadığında elde kalan yalnızca, çoğu zaman kaçırılan fırsatlara ve ortalamanın altında performansa yol açan, gerçek bulgu içermeyen argümanlardır.

### **Ekipmanı Haklı Göstermek için ROI Kullanmak**

Her bir tesis, dökme malzeme taşıma sistemlerinin işleyişi ile ilgili farklı önceliklere ve beklentilere sahiptir. Bir tesis, kuru, serbest akan malzemeyle çalışırken, ikinci bir işletme yaşı ve yapışkan malzemeyle ve üçüncü bir tesis, işçileri sağlık risklerine ve şirketi çevresel ihlallere, cezalara, kamusal tazminata ve büyük tıbbi maliyetlere maruz bırakabilen tehlikeli bir malzemeyle çalışıyor olabilir. Tesisler, farklı tipte malzemeler taşıdıkları gibi, aynı zamanda farklı muhasebe prensiplerine, yönetim tarzlarına ve bakım prosedürlerine de sahiptir. Hangi sisteme ne kadar yatırım yapılacağını belirleme süreci, şirketten şirkete önemli oranda değişebilir.

Bununla birlikte, kayıtlar tam olarak tutulduğunda, toz, döküntü ve geri taşınan malzemenin kontrolü yoluyla dökme malzeme taşımaya iyileştiren projelerin düşünülmesine akılcı yaklaşımlar vardır. Aşağıda, bant temizleme sistemlerine ne kadar yatırımın ekonomik olarak mantıklı olduğunun belirlenmesine dair bir örnek verilmiştir.

### **Basit bir Hesaplama: Bant Sıyırıcılarının ROI'sini Değerlendirme**

Bir işletmenin geri taşınan malzemeyi ortadan kaldırma konusundaki başarısı keyfi “Seviyelerde” sınıflandırılabilir. Bu seviyelere ulaşılması, öngörülen bir bant alanında (genellikle bir metrekafe) kalan geri taşınan malzeme miktarının ölçülmesiyle belirlenecektir. Bu tartışmanın amacına uygun olarak, bantta kalan malzeme için taban hattı (veya “Seviye 0” temizlik) metrekafe başına 250 gram malzemedan fazla olacaktır.

Seviye I temizlik, bantta metrekafe başına 101 ila 250 gram arasında geri taşınan malzeme kalmasına izin vermek olarak nitelendirilecektir.

Seviye I temizliği gerçekleştirebilen tipik bir bant temizleme sistemi, tek bir primer sıyırıcı veya plak tipi sekonder sıyırıcı olacaktır.

Seviye II temizlik, bandın metrekaresi başına 11 ila 100 gram arasında malzeme bırakmak olarak tanımlanır. Bu geri taşınan malzeme seviyesini başaracak tipik bir temizleme sistemi, bir ön sıyırıcı, bir sekonder sıyırıcı, hatta bazen bir tersiyer sıyırıcıdan oluşan ikili veya üçlü tasarlanmış sıyırıcı sistemi olacaktır.

Seviye III temizlik, metrekafe başına 0 ila 10 gram arasında geri taşınan malzeme seviyeleri bırakmak olarak tanımlanır. Normal şartlarda bu performans seviyesini sunabilecek bir temizleme sistemi, bir veya birkaç su püskürtme çubuğu, birden fazla temizleme düzeni ve banttan fazla rutubeti gidermenin bir yöntemini içeren bir bant yıkama sistemi olacaktır. Bu daha karmaşık veya ileri sistemler, iyileştirilmiş temizlik performansı sağlar; aynı zamanda satın alınmaları ve bakımları daha maliyetlidir.

Bir şirket bant sıyırıcılarına yaptığı harcamayı arttırdığında, kaçak malzemelerin (banttan çıkan geri taşınan malzeme) temizliği için yaptığı harcamalar düşecektir. Temizleme sistemlerinin satın alınması (ve bakımı) ile gerekli temizlik maliyetleri arasındaki ilişki bir çizelgede gösterilebilir (**Şekil 31.2**). Bir noktada, ek sıyırıcıların maliyeti, temizlik giderini azaltarak yapılan tasarrufu aşacaktır. Başa baş noktası,

Temizlik Maliyeti eğrisinin Bant Temizleme Sistemi Yatırımı ve Bakımı Maliyetinin eğrisiyle kesiştiği noktada yer alacaktır.

Bu örnekteki optimum ekonomik faydanın noktası, Seviye II temizlik performansında veya bunun yakınındadır. Arzu edilen geri taşınan malzeme seviyesi her azaldığında (veya temizleme verimi arttığında), bağlantılı iki maliyet etkilenecektir: Geri taşınan malzemeyi temizleme maliyeti azalırken yatırım maliyeti artar. Bir şirket bant sıyrıcılarına yaptığı harcamayı artırdığında, temizlik maliyetleri düşmelidir.

Geri taşınan malzeme sifıra yakın bir seviyeye indirilebilir, fakat bunu yapmak için bir temizleme sistemine yapılacak maliyet, sistemin montajı, bakımı ve işletilmesinin toplam maliyeti nedeniyle haklı gösterilebilecek tutardan yüksek olabilir. Bir noktada, ek bant sıyrıcılarına yatırım maliyeti, geri taşınan malzemenin temizlenmesi için azaltılmış giderden kaynaklanan tasarruflardan daha büyüktür. Bu nedenle, yalnızca bu ROI hesabına dayanarak, bu noktanın ötesinde ek sıyrıcılar eklemek kötü bir karar olabilir.

Bant temizleme sistemlerinde bakım ve ayar için benzer bir maliyet – fayda analizi gerçekleştirilebilir. Temizlik performansı, temizleme uçları her temizlendiğinde ve bandın üzerinde yeniden gerildiğinde daha iyi olacaktır; bununla birlikte, çizgi üzerinde bir noktada, işçilik maliyeti, iyileştirilmiş performans değerinden daha büyük olacaktır. Bir örnek olarak, temizleme sistemlerinin haftalık muayenesi ve ayarlanmasının faydası kendini amorti edebilir, oysa her vardiyada veya her günlük prog-

ramda yapılan ayarın işçilik maliyeti bunu yapmayabilir.

Elbette bu, bant temizleme sistemlerindeki iyileştirmelerin faydasının tamamen ekonomik bir değerlendirmesidir. Sağlık, güvenlik veya toplum ilişkileri konularına dair herhangi bir değişken içermez. Bu sorulara verilecek hiçbir evrensel cevap yoktur: Sağlık ve güvenlik arasındaki denge, bakım maliyetleri ve yatırım geri dönüşü, her bir tesis için değerlendirilmeli ve optimize edilmelidir.

### Güvenlikle İlgili İyileştirmelerde ROI

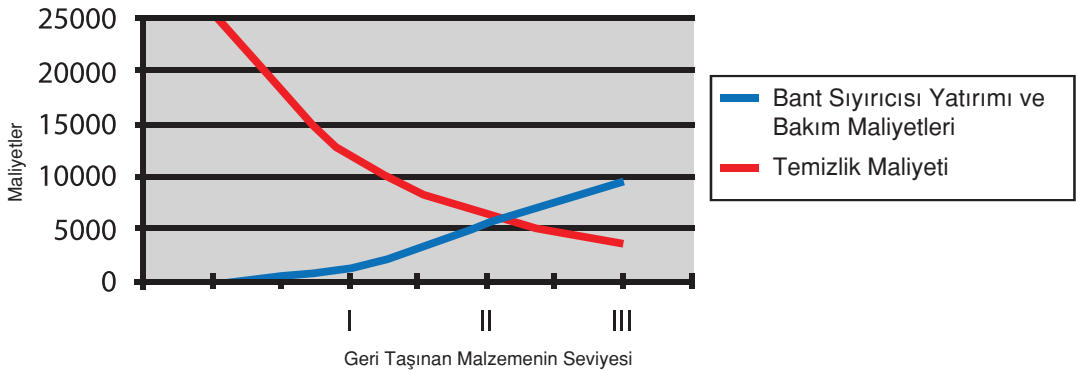
Kazalar çoğu zaman morarmalar, kesikler ve kırık kemikler olarak düşünülür, fakat toz ve döküntüye uzun süreli maruz kalmaktan kaynaklanan sağlık etkileri çok daha ciddi olabilir.

Dünya çapında 2.8 milyarlık bir işgücünde, yılda 270 milyon kayıp zamanlı kaza ve 2.2 milyon ölümcül iş kazası olduğu tahmin edilmektedir. Mesleki hastalıklar buna 160 milyon uzun süreli sakatlık ekler. Bu kaza ve hastalıkların yüzde 95'inin gelişmekte olan ekonomilerde meydana geldiği belirlenmiştir (Referans 31.3).

Mal hasarı dışında, yerleşik piyasa ekonomilerinde, işyerinde meydana gelen tüm kayıp zamanlı kazaların ve mesleki hastalıkların ortalama maliyeti hadise başına yaklaşık 35.500 USD'dir. Gelişmekte olan ekonomiler için, kayıp zamanlı kaza başına ortalama maliyet yaklaşık 4.700 USD'dir. Yerleşik piyasa ekonomilerinde ölümcül bir kaza için maliyetin yaklaşık 1 milyon USD olduğu belgelerle kanıtlanmıştır. Gelişmekte olan piyasalarda işyerinde meydana gelen

**Şekil 31.2**

Toz ve döküntünün kontrolü için yapılan projelerle ilgili tipik maliyet ve üretim parametrelerinin temizlik maliyetiyle karşılaştırılması.



bir ölümün maliyetine dair hiçbir güvenilir tahmin yoktur; fakat eğer yerleşik ve gelişmekte olan ekonomiler arasındaki kayıp zamanlı kazalar arasındaki oran korunursa, gelişmekte olan bir ekonomide ölümcül bir kazanın maliyeti 132.500 USD olabilir.

Bu değerler, şirkete doğrudan ve dolaylı maliyetlerin tahmini toplamını temsil eder. Mal ve çevre hasarlarının maliyetleriyle birlikte bu değerler, güvenlikte ve kaçak malzemenin kontrolüyle ilgili çalışma koşullarında yapılacak iyileştirmeleri haklı göstermek için bir şirketin yatırım geri dönüşü hesaplamalarında kullanılabilir.

Fakat bunlar, kayıp ücret gelirleri, geri ödenmemiş maliyetler ve aynı iş seviyesine geri dönememe bakımından çoğu zaman iki ila üç kat daha fazla olan, işçiler ve ailelerinin maruz kaldığı maliyetleri göstermez. Gelişmiş ülkelerdeki maliyetine kıyasla gelişen bir ülkede bir kazanın bir şirkete olan düşük maliyetini, mantığa göre açıklamak kolay olabilir. Bununla birlikte, bu, insanın çektiği acının maliyetini ve herhangi bir şirketin yerel rakiplerinden daha üretken olarak fayda sağlayabileceği gerçeğini göz ardı eder.

Bazıları, gelişen ülkelerin bir “ilk önce sağlık ve güvenlik” tutumuna paralarının yetmeyeceğini—gelişmekte olan ülkelerin ekonomik olarak canlı ve/veya rekabetçi hale gelmek amacıyla gelir yaratmak için her şeyi yapmaları gerektiğini savunmuştur. Bu, güvenliği ikinci plana, yalnızca ülke pazarda rekabetçi hale geldikten sonra düşünülecek konuma iter.

Oysa, veriler farklı bir şey göstermektedir: 2003'te, Cenevre Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO), en güvenli çalışan ülkelerin aynı zamanda en iyi rekabetçilik derecelerine sahip olduğunu öne süren bir araştırma bildirdi. En rekabetçi ülkelerin aynı zamanda en güvenli olanlar olduğuna dikkat çeken, Dünya İş Güvenliği ve Sağlığı Kongresinde sunulan 2005 tarihli *Decent Work Safe Work* başlıklı rapor şunu söylüyordu: “Herhangi bir ülkenin düşük iş güvenliği ve sağlığı seviyelerinden fayda sağladığına dair hiçbir kanıt yoktur.” Rapor

şöyle devam ediyordu: “Bir düşük güvenlik stratejisi seçmek, yüksek rekabetçiliğe veya sürdürülebilirliğe yol açmayabilir.” (Referans 31.3).

ILO raporu *Safety in Numbers: Pointers for a Global Safety Culture*, kötü güvenlik ve sağlığın, bir şirketin kar zarar tablosunun altındaki toplam satırı üzerindeki etkilerini listeler (Referans 31.2). Bu etkiler şunları içerir:

- Verimlilik kaybına yol açan yüksek devamsızlık ve daha fazla duruş süresi
- Pahalı üretim tesislerinin eksik kullanımı ve ölçek ekonomilerinde olası bir düşüş
- Verimlilik kaybına yol açan düşük moral
- Becerikli ve deneyimli çalışanlar yanında şirketin bu personelin eğitimine yaptığı yatırımın kaybedilmesi
- Yüksek kaliteli çalışanları işe almada yaşanan zorluk
- Yaralanan veya hasta işçilere veya ölen işçilerin bakmakla yükümlü olduklarına tazminat ödenmesi

Ayrıca, şirketler aşağıdakilere maruz kalır:

- Bağlantılı adli masraflar
- Tehlike ikramiyelerinin ödenmesi
- Daha yüksek sigorta primleri
- Kaza ve hadiseler nedeniyle ekipman ve binalarda maddi hasar
- Para cezaları
- İşçi sendikaları, kamu yetkilileri ve/veya yerel halkla anlaşmazlıklar
- İmaj kaybı
- Satışlarda azalma

Bazı durumlarda, maliyet, şirketin “işletme lisansının” tamamen veya kısmen kaybedilmesi olabilir.

Rekabetçi olmaya gelince, tüm şirketler yerel rakiplerinden daha üretken olmaktan faydalanabilir. Güvenli olmak rekabetçi olmanın zorunlu bir parçasıdır.

## KAÇAK MALZEMELERİ ÖLÇME

### Kantitatif ve Kalitatif

Hem kantitatif hem de kalitatif bilgiler olmadan, kaçak malzemeyi kontrol çabalarının etkinliği hakkında tartışmak, gerçek yerine, görüşe dayalı boş bir münakaşa halini alır. Toplanan kaçak malzeme miktarının kantitatif ölçümleri, bir işletmenin kendisine özgü problemlerinin doğasına dair güçlü bir kanıt sağlar. Bunlar, sistemin, hem iyileştirme projeleri monte edilmeden önce hem de sonra test edilmesiyle, kaybedilen malzemelerin gerçek miktarını yakalayan değerlendirmelerdir.

Dökme malzeme taşıma işletmesinde görülen kaçak malzeme tip(ler)i, çoğu zaman dökme malzemedeki parçacıkların büyüklüğü ve malzeme yığınının şekliyle belirlenebilir. Toz, asılı hale gelmeye yatkın ve bir alanı örterek biriken çok küçük parçacıklardır. Döküntü doğası genellikle tanelidir, taşınan dökme malzemenin ortalama parçacık büyüklüğünü gösterir ve dökme malzemenin yığın açısına eşit bir eğimle konik yığınlar halinde birikir. Bazı durumlarda, döküntünün kaçtığı delik, bir elek vazifesi görür ve dökülen malzeme yığını tek tip büyüklükte olur. Diğer durumlarda, proses, hava akışı veya bozunum yoluyla parçacık büyüklüklerinin ayrılmasına neden olur.

Döküntüyü ölçmek nispeten kolaydır, kaçak malzemenin kaynağının belirlenmesi çoğu zaman biraz inceleme işi gerektirir. Bir döküntünün kaynağını ararken araştırmak ve malzemenin nereden kaynaklanmış olabileceğini bulmaya çalışmak önemlidir. Eğer açık bir kaynak yoksa, döküntünün nedeni tıkanmış bir şut, bandın merkezden kaçması, aşırı yüklenmiş bir bant veya arızalı bir gösterge gibi bir bakım problemi olabilir.

Kantitatif bilgilere ek olarak, yalnızca ölçümlerin problemin doğasını ortaya çıkarmadığı veya gereken veya gerçekleştirilen iyileştirme miktarını belirtmediği durumlar olabilir. Bu durumlarda, daha kalitatif standartların kullanılması için fırsat bulun-

maktadır. Bununla birlikte, etkili ve değerli olabilmeleri için, bu standartlar önceden tanımlanmalı ve çok yönlü ve iyi niyetli bir puanlama sistemine tabi olmalıdır.

### Kaçak Malzemeler Ölçeği

Geçmişteki koşulların ne olduğunu unutmak ve bilinçsizce kabul edilebilir olanın tanımını değiştirmek insan doğasında vardır. Kaçak malzemeler ölçeği, değerlendirme standardı olarak, önceden belirlenmiş puan değerleri ve belirli bir işletme veya tesisin karşılaştırmalı fotoğraflarını kullanan bir değerlendirme sistemidir. Ölçek, kaçak malzemelerin kontrolünde bir sistemin performansına değerler atayan bir indeks oluşturur. Önceden belirlenmiş, işletmeye özgü bir puanlama sistemi kullanarak belirli bir sistemin toz, döküntü ve geri taşınan malzeme kontrolüne puanların atanmasını gerektirir. Bu puanları kullanarak, bir işletme, kendi ekipmanının (ve tedarikçilerinin) kaçak malzemelerin kontrolündeki performansını değerlendirebilir.

Ölçek, üretim oranları, bakım maliyetleri ve işçi güvenliğine dair toplanmış kantitatif verilerle birleştirildiğinde, yönetimin sürekli proses iyileştirmeye yönelik çabalarının kapsamlı bir değerlendirmesini hazırlamak için kullanılabilir.

### Puanlama Sistemi

Puanlama sistemi, kategorilere ayrılmış ve ilgili fotoğraflarla resmedilmiş durum dizilerinin gözle incelenmesine dayanır. Her bir kategoriye bir ağırlıklı sayısal puan verilir. Yönetim, çabaları belirli bir probleme odaklamak için ağırlıklandırmayı oluşturur. Tüm sayısal puanların toplamı sonucunda genel bir derecelendirme çıkarken, kategori puanlarının listelenmesi, problemi, yönetilebilir kaçak malzeme kaynaklarına ayırmak için bir araç sağlar.

Her bir malzeme taşıma işletmesi, kabul edilebilir olana dayanarak kendi puan sistemini kurmalı ve sistem performansının puanlanması için tesisin gerçek fotoğraflarını kullanmalıdır.

### Swinderman Ölçeğinin Tanımı

Aşağıda detayları verilen Swinderman Kaçak Malzemeler Ölçeği, bu tür bir puanlama sistemi geliştirmek için yapılan bir denemedir.

Sunulan malzemeyle bu ölçeğin bir örneği veya gösterimi amaçlanmıştır. Her bir işletme, kendine özgü duruma uya- cak kendi puanlama sistemini geliştirir ve performans iyileştirmesini ölçmek için bu ölçeği kullanır.

Ölçek periyodik, belki yıllık olarak gözden geçirilebilir, tesis temizliği arttıkça sürekli iyileştirmeyi desteklemek için gereksinimlerde artışlar yapılabilir. Puanlama sistemi ve hedefleri çok sık değiştirilmemelidir, aksi takdirde ilerleme kaybedilir.

Aşağıdaki, bu sistemin bir tanımıdır.

#### Toz

Tanım: genellikle çapı 10 mikrondan küçük olan, asılı hale gelecek kadar küçük kaçak malzeme parçacıkları. Toz genellikle kendisini bir alanda eşit olarak dağıtır. Toz herhangi bir proses kaynağından salınabilir.

Seviye D1: Aşırı Derecede Tozlu \_\_\_\_ puan  
(Şekil 31.3)

- Metreküp başına 10 miligramdan fazla toz
- Yüzde 30'dan fazla opaklık
- Tozun içinden 15 metrenin (50 fit) altı görülebilir
- Bir maske olmadan nefes alınmaz
- Gözlerde tahriş ve sürekli sulanma

Seviye D2: Tozlu \_\_\_\_ puan  
(Şekil 31.4)

- Metreküp başına 1,2 ila 10 miligram arası toz
- Yüzde 11 ila 30 arası opaklık
- Tozun içinden 50 metrenin (150 fit) altı görülebilir
- Ağız ve/veya burunda olası tahriş, nefes alıp vermede bazı küçük zorluklar



**Şekil 31.3**

D1 Dereceli—Aşırı Derecede Tozlu



**Şekil 31.4**

D2 Dereceli—Tozlu



**Şekil 31.5**

D3 Dereceli—Tozsuz

**Şekil 31.6**

S1 Dereceli—Aşırı Döküntü



Seviye D3: Tozsuz \_\_\_\_\_ puan  
(Şekil 31.5)

- Metreküp başına 1,2 miligramdan az toz
- Yüzde 0 ila 10 arası opaklık
- Tozun içinden 100 metrenin (300 fit) üstü görülebilir

**Döküntü**

Tanım: Proses ekipmanından veya bir konveyör bandından istenmeyen yerlerde kaçan malzeme. Döküntü genellikle doğal olarak tanelidir ve dökme malzeme büyüklüğü dağılımında tipiktir. Döküntü normalde kaçak kaynağına yakın yerde ve/veya kaynağın altında birikir.

Seviye S1: Aşırı Derecede Döküntü \_\_\_\_\_ puan

(Şekil 31.6)

- Şutlardaki ve proses ekipmanındaki kaçaklardan sürekli yağın malzeme, yürüme yolları ve ekipmanın gömülmesine neden olur.
- Haftada 2 tondan fazla kaçak malzeme birikmeleri
- Ekipman boyunca veya konveyördeki yürüme yollarından yukarı yürüme güc-lüğü
- Parçacıklar gözlere, kulaklara ve buruna kaçar
- Üretimi sürdürmek için sürekli olarak manüel temizlik gerekir

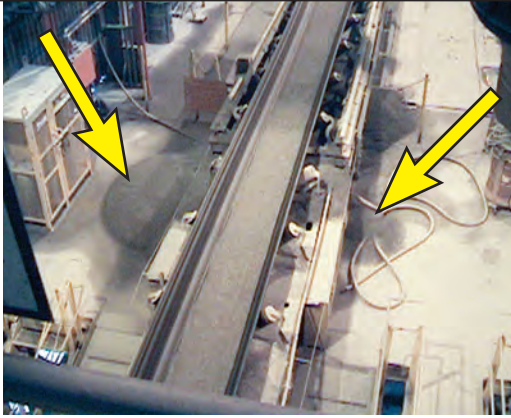
Seviye S2: Sık Döküntü \_\_\_\_\_ puan  
(Şekil 31.7)

- Kolaylıkla görünür bir kaynak olmadan döküntü katmanlarının oluşması ve yinelenen işletme hataları
- Haftada 2 tona varan kaçak malzeme birikmeleri
- Yürüme yollarında ve birikmelerden geçerken biraz yürüme güc-lüğü
- 1 ila 2 haftada bir manüel temizlik gere-kir

Seviye S3: Döküntüsüz \_\_\_\_\_ puan  
(Şekil 31.8)

**Şekil 31.7**

S2 Dereceli—Sık Döküntü



**Şekil 31.8**

S3 Dereceli — Döküntüsüz



- Ara sıra olan bir proses bozulmasının veya bilerek geciktirilen bakımın sonucunda ortaya çıkan döküntü
- Malzeme birikmesinde hiçbir topak veya tanecek bulunmamasıyla ayırt edilir
- Ara sıra manüel temizlik gerektirir

### **Geri Taşınan Malzeme**

Tanım: Bant yükünü boşalttıktan sonra banda tutunan kaçak malzemedir. Dönüş makaraları ve yerçekimiyle gerdirme cihazı altında ince, yağ malzeme yığınları veya kuru pullarla; saptırma tamburları ve diğer bileşenlerde malzeme birikmesiyle karakterize edilir. Geri taşınan malzeme, olası bir toz kaynağıdır.

Seviye C1: Kirli \_\_\_\_\_ puan  
(Şekil 31.9)

- Bant yüzeyindeki geri taşınan malzemenin metrekaresi başına 101 ila 250 gram (Seviye I Temizlik) ( $1,0 \text{ gr/m}^2 = 0.003 \text{ oz/ft}^2$ )
- Bandın üzerinde 0,5 ila 1 milimetre (0.02 ila 0.04 inç) arası kalınlıkta bir malzeme tabakasıyla karakterize edilir
- Ruloların altında malzeme birikir
- En az haftada bir temizlik gerekir
- Mekanik temizlemenin kullanıldığı açık maden ocağı işletmeleri için uygundur
- Tekli veya ikili bir bant sıyrıcısı sistemiyle gerçekleştirilebilir

Seviye C2: Temiz \_\_\_\_\_ puan  
(Şekil 31.10)

- Bant yüzeyindeki geri taşınan malzemenin metrekaresi başına 11 ila 100 gram arası (Seviye II Temizlik)
- Bandın üzerinde bir geri taşınan malzeme tabakası veya şeritleri olarak görülür; yüzeyin rengini hafifçe soldurur
- Dönüş rulolarının altında küçük miktarda birikme-pullar şeklinde olabilir.
- Ayda 2 ila 4 kez manüel temizlik gerekir
- • Çoğu dökme malzeme taşıma uygulaması için uygundur
- Tekli veya üçlü bir bant temizleme sistemiyle gerçekleştirilebilir



**Şekil 31.9**

C1 Dereceli—Kirli



**Şekil 31.10**

C2 Dereceli—Temiz



**Şekil 31.11**

C3 Dereceli—Çok Temiz

Seviye C3: Çok Temiz \_\_\_\_\_ puan  
(Şekil 31.11)

- Bant yüzeyindeki geri taşınan malzemenin metrekaresi başına 0 ila 10 gram arası (Seviye III Temizlik)
- Birkaç ila sıfır arasında geri taşınan malzeme şeridi olan, çoğu zaman hafifçe nemli bir bantla karakterize edilir.
- Ayda birden daha az manüel temizlik gerekir
- Bu seviyeyi tutarlı bir şekilde sağlamak için genellikle su spreylerinin bir wash box'ın kullanılması gerekir.

Kaçak malzemelerin kontrolü için hedeflerini gözden geçirdikten sonra, tesis belirli herhangi bir kategori için olası maksimum puanları belirlemeli ve puan değerlerini forma girmelidir (**Tablo 31.3**).

### **Swinderman Ölçeği Prosedürünün Örneği: Mutlu Şirket**

#### **Prosedür**

Hedef, gerekli temizlik miktarını azaltmak ve toz için yasal gereksinimi karşılamaktır. Yönetim, performansı izlemek için bir alan seçer. Yönetim ve bir hizmet sağlayıcısı, üç elemanın (Toz, Döküntü ve Geri Taşınan Malzeme) ağırlıklandırılması üzerine mutabakata varmak için buluşur (**Tablo 31.4**).

Bu örnekte, Mutlu Şirketindeki üretim ve bakım departmanlarından amirler, işletmelerinin problemleri ve arzu edilen sonuçlarına dayanarak işletmeleri için tanımları ve performans seviyelerini geliştirmek için bir araya gelir. Ayda bir, ekip olarak alanı dolaşır ve malzeme taşıma sisteminin performansını yansıtacak puanları atamak için çevre şartlarını derecelendirirler. Bu örnek puanlama sisteminde, temiz bir işletme için 60 puana kadar değerle, daha çok Geri Taşınan Malzeme ağırlıklandırılır. Sonuç olarak, Geri Taşınan Malzeme kontrolündeki iyileştirmeler, genel puanda en büyük iyileştirme olarak gösterilir.

#### **Temel Durum İncelemesi**

Yönetim ve bir hizmet sağlayıcısı alanı turlar ve “Kabul Edilebilir”den “Kabul Edilemez”e görsel bir karşılaştırma ölçeği sağlayan temsili fotoğraflar çekerler. Bir temel derece belirlenir ve iyileştirme için bir plan uygulamaya konur. Herhangi bir sistem iyileştirmesinden önce yapılan incelemede, Mutlu Şirketinin malzeme taşıma işlemleri 15 puan almıştır (**Tablo 31.5**). Bu puan, önemli derecede döküntü ve geri taşınan malzeme problemleri olan tozlu bir tesisi gösterir.

#### **30. Gün İncelemesi**

30 gün sonra, Mutlu Şirketi performans puanını 45'e çıkarmıştır (**Tablo 31.6**). Bant temizleme sistemlerini montajı temizleme performansını artırmış, geri taşınan malzeme için Derecelendirmeyi Kirliden Temize çıkarmıştır. Tesis hala Aşırı Derecede Döküntüyle Tozlu olarak değerlendirilmektedir.

#### **60. Gün İncelemesi**

60 gün sonra, Mutlu Şirketi performans puanını 60'a çıkarmıştır (**Tablo 31.7**). Malzeme taşıma sistemlerindeki iyileştirmeler, döküntü seviyesini Aşırı Döküntüden Sık Döküntüye çıkarmıştır. Toz ve geri taşınan malzeme, önceki incelemede oldukları yerde kalmıştır.

#### **90. Gün İncelemesi**

90 gün sonra, Mutlu Şirketi performans puanını 70'a çıkarmıştır (**Tablo 31.8**). Toz ve döküntü neredeyse ortadan kaldırılmış ve geri taşınan malzeme, birden fazla temizleme sisteminin montajıyla kabul edilebilir seviyelere indirilmiştir.

#### **Mutlu Şirketinin Sonuçları**

Temel puanı ara sonuçlarla karşılaştırdığında, analist, ilk önce geri taşınan malzeme probleminin, daha sonra döküntü ve son olarak tozun ele alındığı sonucunu çıkarabilir. Son puana bakıldığında, asıl hedefe ulaşıldığı, fakat daha fazla iyileştirmenin mümkün olduğu görülmektedir. Yeni performans seviyesini belgeleyen fotoğraflar çekilir ve orijinal standartlarla performansın kanıtı olarak verilir.



Swinderman Ölçeği için Puanlama Formu						
Kaçak Malzeme Emisyonlarında _____ Puanlama Alanı için Ağırlıklandırma Sistemi						
Seviye	Açıklama	Derecelendirme (Rating)				
		Puan Ölçeği	Temel Durum Tarihi: ____	30. Gün Tarihi: ____	60. Gün Tarihi: ____	90. Gün Tarihi: ____
D1	Aşırı Tozlu					
D2	Tozlu					
D3	Tozsuz ve Yasal Sınırın Altında					
S1	Aşırı ve Sürekli Döküntü					
S2	Sık Döküntü					
S3	Döküntüsüz veya Ara Sıra Döküntü					
C1	Kirli					
C2	Temiz					
C3	Çok Temiz					
TOPLAM PUAN		100				

Tablo 31.3

Puan ne kadar yüksekse performans da o kadar yüksektir.  
Alınabilecek maksimum puan=100; min.=0

Swinderman Ölçeği için Puanlama Formu (Yönetimin Ağırlıklandırmasıyla)						
Puanlama Alanı için Ağırlıklandırma Sistemi <u>Triper 1</u> on Kaçak Malzeme Emisyonlarında						
Seviye	Açıklama	Derecelendirme (Rating)				
		Puan Ölçeği	Temel Durum Tarihi: <u>23 Mayıs</u>	30. Gün Tarihi: <u>23 Haz</u>	60. Gün Tarihi: <u>23 Tem</u>	90. Gün Tarihi: <u>23 Ağu</u>
D1	Aşırı Tozlu	20				
D2	Tozlu					
D3	Tozsuz ve Yasal Sınırın Altında					
S1	Aşırı ve Sürekli Döküntü	20				
S2	Sık Döküntü					
S3	Döküntüsüz veya Ara Sıra Döküntü					
C1	Kirli	60				
C2	Temiz					
C3	Çok Temiz					
TOPLAM PUAN		100				

Tablo 31.4

Puan ne kadar yüksekse performans da o kadar yüksektir.  
Alınabilecek maksimum puan = 100; min.=0

Tablo 31.5

Temel Durum İncelemesi						
Puanlama Alanı için Ağırlıklandırma <u>Triper 1</u> Kaçak Malzeme Emisyonlarında						
Seviye	Açıklama	Derecelendirme (Rating)				
		Puan Ölçeği	Temel Durum Tarihi: 23 Mayıs	30. Gün Tarihi: 23 Haz	60. Gün Tarihi: 23 Tem	90. Gün Tarihi: 23 Ağu
D1	Aşırı Tozlu	20	15			
D2	Tozlu					
D3	Tozsuz ve Yasal Sınırın Altında					
S1	Aşırı ve Sürekli Döküntü	20	0			
S2	Sık Döküntü					
S3	Döküntüsüz veya Ara Sıra Döküntü					
C1	Kirli	60	0			
C2	Temiz					
C3	Çok Temiz					
TOPLAM PUAN		100	15			

Puan ne kadar yüksekse performans da o kadar yüksektir.  
Alınabilecek maksimum puan = 100; min. = 0

#### Temel Durum İncelemesi Sonuçları

Alan	Triper 1	Derecelendirmeler	D2, S1, C1
Tarih	5/23	Puan	15

Tablo 31.6

30. Gün İncelemesi						
Puanlama Alanı için Ağırlıklandırma Sistemi <u>Triper 1</u> Kaçak Malzeme Emisyonlarında						
Seviye	Açıklama	Derecelendirme (Rating)				
		Puan Ölçeği	Temel Durum Tarihi: 23 Mayıs	30. Gün Tarihi: 23 Haz	60. Gün Tarihi: 23 Tem	90. Gün Tarihi: 23 Ağu
D1	Aşırı Tozlu	20	15	15		
D2	Tozlu					
D3	Tozsuz ve Yasal Sınırın Altında					
S1	Aşırı ve Sürekli Döküntü	20	0	0		
S2	Sık Döküntü					
S3	Döküntüsüz veya Ara Sıra Döküntü					
C1	Kirli	60	0	30		
C2	Temiz					
C3	Çok Temiz					
TOPLAM PUAN		100	15	45		

Puan ne kadar yüksekse performans da o kadar yüksektir.  
Alınabilecek maksimum puan = 100; min. = 0

#### 30. Gün İncelemesi Sonuçları

Alan	Triper 1	Derecelendirmeler	D2, S1, C2
Tarih	6/23	Puan	45

60. Gün İncelemesi						
Puanlama Alanı için Ağırlıklandırma Sistemi <u>Triper 1</u> Kaçak Malzeme Emisyonlarında						
Seviye	Açıklama	Derecelendirme (Rating)				
		Puan Ölçeği	Temel Durum Tarihi: 23 Mayıs	30. Gün Tarihi: 23 Haz	60. Gün Tarihi: 23 Tem	90. Gün Tarihi: 23 Ağu
D1	Aşırı Tozlu	20	15	15	15	
D2	Tozlu					
D3	Tozsuz ve Yasal Sınırın Altında					
S1	Aşırı ve Sürekli Döküntü	20	0	0	15	
S2	Sık Döküntü					
S3	Döküntüsüz veya Ara Sıra Döküntü					
C1	Kirli	60	0	30	30	
C2	Temiz					
C3	Çok Temiz					
TOPLAM PUAN		100	15	45	60	

Tablo 31.7

Puan ne kadar yüksekse performans da o kadar yüksektir.  
Alınabilecek maksimum puan = 100; min. = 0

60. Gün İncelemesi Sonuçları			
Alan	Triper 1	Derecelendirmeler	D2, S2, C2
Tarih	7/23	Puan	60

90. Gün İncelemesi						
Puanlama Alanı için Ağırlıklandırma Sistemi <u>Triper 1</u> Kaçak Malzeme Emisyonlarında						
Seviye	Açıklama	Derecelendirme (Rating)				
		Puan Ölçeği	Temel Durum Tarihi: 23 Mayıs	30. Gün Tarihi: 23 Haz	60. Gün Tarihi: 23 Tem	90. Gün Tarihi: 23 Ağu
D1	Aşırı Tozlu	20	15	15	15	20
D2	Tozlu					
D3	Tozsuz ve Yasal Sınırın Altında					
S1	Aşırı ve Sürekli Döküntü	20	0	0	15	20
S2	Sık Döküntü					
S3	Döküntüsüz veya Ara Sıra Döküntü					
C1	Kirli	60	0	30	30	30
C2	Temiz					
C3	Çok Temiz					
TOPLAM PUAN		100	15	45	60	70

Tablo 31.8

Puan ne kadar yüksekse performans da o kadar yüksektir.  
Alınabilecek maksimum puan = 100; min. = 0

90. Gün İncelemesi Sonuçları			
Alan	Triper 1	Derecelendirmeler	D3, S3, C2
Tarih	8/23	Puan	70

**VERİMLİLİĞİ ÖLÇME**

Dökme malzemelerin taşınması bir süreçtir; bu nedenle, performansı ölçmek için alınan ölçülerin çoğu mutlak değerler değil, istatistiki bir proses kontrol çizelgesindeki ayrı veri noktalarıdır. Kaçak malzemeyi kontrol etme prosesinden elde edilen sonuçların çoğu, toz toplama veya bant temizleme gibi, klasik bir çan eğrisi izler. Bundan çıkan sonuç, sonuçların bazen ortalamasının üstünde bazen de altında olduğudur. Bundan şu da anlaşılır ki, bandı, üst kaplaması çıkacak kadar sert kazımak gibi istenmeyen sonuçlar veya olağandışı maliyetler olmadan, tozun veya geri taşınan malzemenin yüzde 100'ünün temizlenebilmesi çok uzak ihtimaldir.

Kaçak malzemelerin kontrolü sürekli bir proses olduğundan, ne kadar fazla veri noktası elde edilirse, sonuçlar o kadar iyi temsil edici olur. Bu nedenle, tesisin toz ve döküntüyü azaltmadaki sürekli performansını değerlendirirken, biri yerine tüm konveyörlerden alınan sonuçları hesaba katmak en iyisidir.

Benzer bir şekilde, verimliliğe, konveyörün durumu veya dökme malzemelerin özellikleri ne olursa olsun geçerli olan bir

değer gibi atıfta bulunmak çok yanıltıcıdır. Cevap, tümünün söz konusu dökme malzemeye ve ekipman durumuna bağlı olduğu ve bant sıyrıcısı tasarımının bir fonksiyonu olması gerektiğidir. Eğer bir bant sıyrıcısı, bir geri taşınan malzeme tabakasını temizlemede yüzde 90 etkin olarak derecelendirilmişse, kalan tabaka 100 milimetre (4 inç) kalınlığında mıdır yoksa 1 milimetre (0.04 inç) mi? Her ikisi de yüzde 90 etkili olabilir, fakat sonuçta ortaya çıkan temizleme maliyeti ve işletme problemleri dramatik biçimde farklı olacaktır. Geri taşınan malzemeyi, soyut yüzde 90'lık bir etkinlik seviyesine indirecek bir sıyrıcı yerine, 0,1 milimetrelik (0.004 inç) bir kalınlığa indirecek sıyrıcıya sahip olmak daha iyidir.

Dökme malzemelerin taşınmasındaki değişken sayısının çokluğu nedeniyle (hem dökme malzemelerin kendisi hem de konveyörlerin durumu) uzun bir sürede kaçak emisyonlarının sıfıra indirmek fiziksel, finansal ve istatistiki olarak imkansızdır. Birçok işletmede, kabul edilebilir bir bant temizleme performansı, kaçak malzemenin, bir güvenlik problemine veya üretim kaybına neden olmadan haftada bir temizlik gerektiren seviyede tutulabildiği performanstır.

Tablo 31.9

<b>Kar Zarar Tablosu (Seviye II Temizlikle)</b>			
<b>1 Ocak – 31 Aralık Dönemi için Mutlu Şirketinin Kar Zarar Tablosu</b>		<b>Para Birimi USD</b>	<b>Satış %'si</b>
<b>Gelir</b>	Satış	\$1,000,000	100%
	Toplam Gelir	\$1,000,000	100%
<b>Satılan Malların Maliyeti</b>	Üretici İşçilik	\$250,000	25%
	Üretim Malzemeleri	\$150,000	15%
	<b>Satılan Malların Toplam Maliyeti</b>	<b>\$400,000</b>	<b>40%</b>
<b>Giderler</b>	Ofis Ücretleri ve Gereçleri	\$100,000	10%
	Bakım Ücretleri ve Gereçleri	\$250,000	25%
	Su, Gaz ve Elektrik	\$100,000	10%
	Faiz, Ruhsatlar ve Cezalar	\$50,000	5%
	<b>Vergi Öncesi Toplam Giderler</b>	<b>\$500,000</b>	<b>50%</b>
<b>Kar</b>	Gelir Eksi Giderler	\$100,000	10%
	Vergiler (%50 Vergi Oranı)	\$50,000	5%
	<b>Vergi Sonrası Net Kar</b>	<b>\$50,000</b>	<b>5%</b>

**GELİŞMİŞ KONULAR****Örnek Hesaplama: Bant Temizlemenin Yatırım Geri Dönüşü ve bir Kar Zarar Tablosu Üzerindeki Etkisi**

Finansal tablolardaki çeşitli durumların etkilerini göstermek için, hayali Mutlu Şirketinden bir Kar Zarar Tablosu kullanacağız (**Tablo 31.9**).

**Mutlu Şirketi: Bant Temizlemenin Yatırım Geri Dönüşü**

Mutlu Şirketi, temizlik maliyetlerini azaltmak için bant sıyrıcıları satın almayı düşünmektedir, bu nedenle ekipman ve temizlik işçiliği için maliyetleri tahmin eder (**Tablo 31.10**). Ekipmanın maliyetini zamana yaymak amacıyla bant temizleme ekipmanı için üç yıllık bir ömür kullanılır.

Temizlik maliyeti ve bant temizlemenin maliyeti, Seviye II ve Seviye III Temizlik arasında kesişir. Mutlu Şirketi, Seviye II Temizlik (temizlikten sonra bant üzerinde

11 ila 100 gram/metrekaire geri taşınan malzeme) sağlayacak ekipmanı almaya karar verir. Bu temizleme ekipmanı uygun bir yatırım geri dönüşü sağlayacaktır: 3,6 ayda geri ödemeli yüzde 336 (**Denklem 31.5**).

Geri ödeme mükemmel olsa da, eğer Mutlu Şirketi detaylı kayıtlar tutmuş olsaydı, bant sıyrıcılarının montajı ve bakımından kaynaklanan ek tasarruflar görebilecekti. Örneğin, artan bant ve makara ömrü veya temizlik ekibindeki kayıp zamanlı kazaların azalmasından ek bir tasarruf elde edilebilirdi. Temizlik dışında, azaltılmış işletme giderlerinde 27.000 USD'lik bir geri ödeme görülmektedir (**Tablo 31.11**).

Bu ek bilgi finansal tabloyu değiştirir ve çizelge şimdi, ileri teknoloji bir bant sıyrıcısı sistemi takarak geri taşınan malzemeyi Seviye III'e (0 - 10 gram/metrekaire) indirmeye degeceğini göstermektedir (**Şekil 31.12** ve **Denklem 31.6**).

**Belirli Temizlik Seviyelerine Ulaşmanın Tahmini Maliyetleri**

Tablo 31.10

Kabul Edilebilir Geri Taşınan Malzeme		Bant Sıyrıcısı Satın Alma ve Montaj Maliyeti USD (Tedarikçiden)	Yıllık Bant Sıyrıcısı Maliyeti USD (3 Yıl Ekipman Amortismanı)	Yıllık Tahmini Bant Sıyrıcısı Maliyeti USD Bakım ve Ekipman	Bant Sıyrıcılarının Montajı ve Bakımı için Yıllık Toplam Maliyet USD	Tahmini Temizlik Maliyetleri USD
Seviye	g/m <sup>2</sup>					
0	>250	Yok	Yok	Yok	Yok	\$25,000
I	101-250	\$1,500	\$500	\$1,000	\$1,500	\$12,000
II	11-100	\$6,000	\$2,000	\$3,500	\$5,500	\$6,500
III	0-10	\$15,000	\$5,000	\$4,500	\$9,500	\$3,500

$$ROI = \frac{SCU}{ACBC}$$

**Eldeki veri:** Bir bant sıyrıcısı temizlikte yıllık 18.500 USD tasarruf sağlayacaktır. Bu bant sıyrıcısının maliyeti yıllık 5.500 USD'dir. **Bulunacak:** Geri dönüş oranı.

<b>ROI</b>	Yüzde olarak Yatırım Geri Dönüşü (Ondalık)	
<b>SCU</b>	Yıllık Temizlik Tasarrufu	18500
<b>ACBC</b>	Bant Temizlemenin Yıllık Maliyeti	5500
<b>ROI = <math>\frac{18500}{5500} = 3.36</math></b>		
<b>ROI</b>	Yüzde olarak Yatırım Geri Dönüşü (Ondalık)	ROI = 3.36 (336%)(12/3.36 = 3.57 veya 3.6 ayda geri ödeme)

**Denklem 31.5**

Seviye II Temizlikle Mutlu Şirketi için Yatırım Geri Dönüşü Hesabı

**Mutlu Şirketinin Kar Zarar Tablosu**

Mutlu Şirketinin Seviye III temizliğe ulaşmak için bant temizleme ekipmanı taktığı Bant Sıyırıcısı Yatırım Geri Dönüşü örneğindeki tasarrufları alınıp, bunlar bir önceki finansal tabloda Bakım Ücretleri ve Gereçleri satırına konulduğunda, Mutlu Şirketin finansal görüntüsü, Değiştirilmiş

Kar Zarar Tablosunda gösterildiği gibi değişir (Tablo 31.12).

İleri teknoloji bir bant temizleme sistemi montajı ve bakımıyla işlemlerin genel maliyetini azaltarak, Mutlu Şirketinin vergi sonrası net karını yüzde 5'ten yüzde 6,5'e, yaklaşık yüzde 30 artırdı.

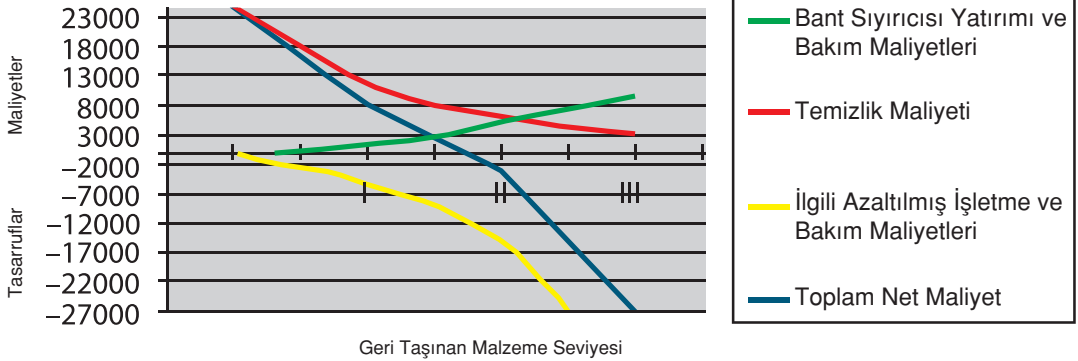
**Tablo 31.11**

Belirli Temizlik Seviyelerine Ulaşmanın Tahmini Maliyetleri/Sağladığı Tasarruflar					
Kabul Edilebilir Geri Taşınan Malzeme		Bant Sıyırıcılarının Montajı ve Bakımı için Toplam Maliyet USD	Tahmini Temizlik Maliyetleri USD	Ek İşletme Tasarrufu USD	Toplam Net Maliyet USD
Seviye	g/m <sup>2</sup>				
0	>250	Yok	\$25,000	0	\$25,000
I	101-250	\$1,500	\$12,000	(\$5,000)	\$8,500
II	11-100	\$5,500	\$6,500	(\$15,000)	(\$3,000)
III	0-10	\$9,500	\$3,500	(\$40,000)	(\$27,000)

Parantez içindeki değerler negatif sayıları gösterir.

**Şekil 31.12**

Güncellenmiş çizelge, toplam net maliyetin, Seviye III temizlik tasarruflarıyla birlikte, aslında yılda 27.000 USD olduğunu göstermektedir.

**Denklem 31.6**

Seviye III Temizlikle Mutlu Şirket için ROI Hesabı

$$ROI = \frac{SCU + ROC}{ACBC}$$

**Eldeki veri:** Bir bant sıyırıcısı temizleme maliyetlerinde 21.500 USD tasarruf sağlayacak ve işletme maliyetlerini 40.000 USD azaltacaktır. Bu bant sıyırıcısının maliyeti yıllık 9.500 USD'dir.  
**Bulunacak:** ROI.

ROI	Yüzde olarak ROI (Ondalık)	ROI
SCU	Yıllık Temizlik Tasarrufu	21500
ROC	Azaltılmış İşletme Maliyetleri	40000
ACBC	Bant Temizlemenin Yıllık Maliyeti	9500
$ROI = \frac{21500 + 40000}{9500} = 6.47$		
ROI	Yüzde olarak ROI (Ondalık)	ROI = 6,47 (%647)(12/6,47 = 1,85 ayda geri ödeme)

Tablo 31.12

Değiştirilmiş Kar Zarar Tablosu (Seviye III Temizlikle)			
Mutlu Şirketin 1 Ocak – 31 Aralık Dönemi için DEĞİŞTİRİLMİŞ Kar Zarar Tablosu		Para Birimi USD	Satış %'si
Gelir	Satış	\$1,000,000	100%
	Toplam Gelir	\$1,000,000	100%
Satılan Malların Maliyeti	Üretici İşçilik	\$250,000	25%
	Üretim Malzemeleri	\$150,000	15%
	<b>Satılan Malların Toplam Maliyeti</b>	<b>\$400,000</b>	<b>40%</b>
Giderler	Ofis Ücretleri ve Gereçleri	\$100,000	10%
	Bakım Ücretleri ve Gereçleri	\$223,000	22%
	Su, Gaz ve Elektrik	\$100,000	10%
	Faiz, Ruhsatlar ve Cezalar	\$50,000	5%
	<b>Vergilerden Önce Toplam Giderler</b>	<b>\$473,000</b>	<b>47%</b>
Kar	Gelir Eksi Giderler	\$127,000	13%
	Vergiler (%50 Vergi Oranı)	\$63,500	6.5%
	<b>Vergi Sonrası Net Kar</b>	<b>\$63,500</b>	<b>6.5%</b>

### YATIRIM GERİ DÖNÜŞÜ (ROI) GERİ ÖDEMESİNİN HESAPLANMASI

#### Sonuç olarak...

Bu bölümdeki tartışma ve denklemler kendi başlarına değerli değildir. Onları değerli yapan uygulamalarıdır: İyileştirmenin ekonomik etkisini tespit etmek için bir sistemin değerlendirilmesinde kullanılmalrı gerekir. Bu ekonomik hususlar uygulanarak, iyileştirmelerin dökme malzeme taşıma sistemlerindeki, özellikle kaçak malzemenin kontrolü alanlarındaki değeri belirlenebilir. Düzgün kayıt tutulması ve performansın analiziyle, önerilen değişikliklerin finansal sonuçları anlaşılabilir.

Bu prosedürlerin hedefi, yönetimin iyileştirme projelerine “evet” demesini kolaylaştırmak ve tamamlandıktan sonra, bunları takip edip verdikleri karar hakkında iyi hissetmelerini sağlamaktır. Bu, ek projeler için onay almayı kolaylaştıracak ve yönetimin gelecekte “hayır” demesini zorlaştıracaktır.

#### İlerideki bölümlerde...

Performans Ölçümleri hakkındaki bu bölüm, kaçak malzemelerin kontrolünde iyileştirmelere duyulan ihtiyacı ve bunların faydalarını değerlendirmek için kullanılacak araçları sundu. Aşağıdakiler, her ikisinde de konveyörlerin belirli durumlar-

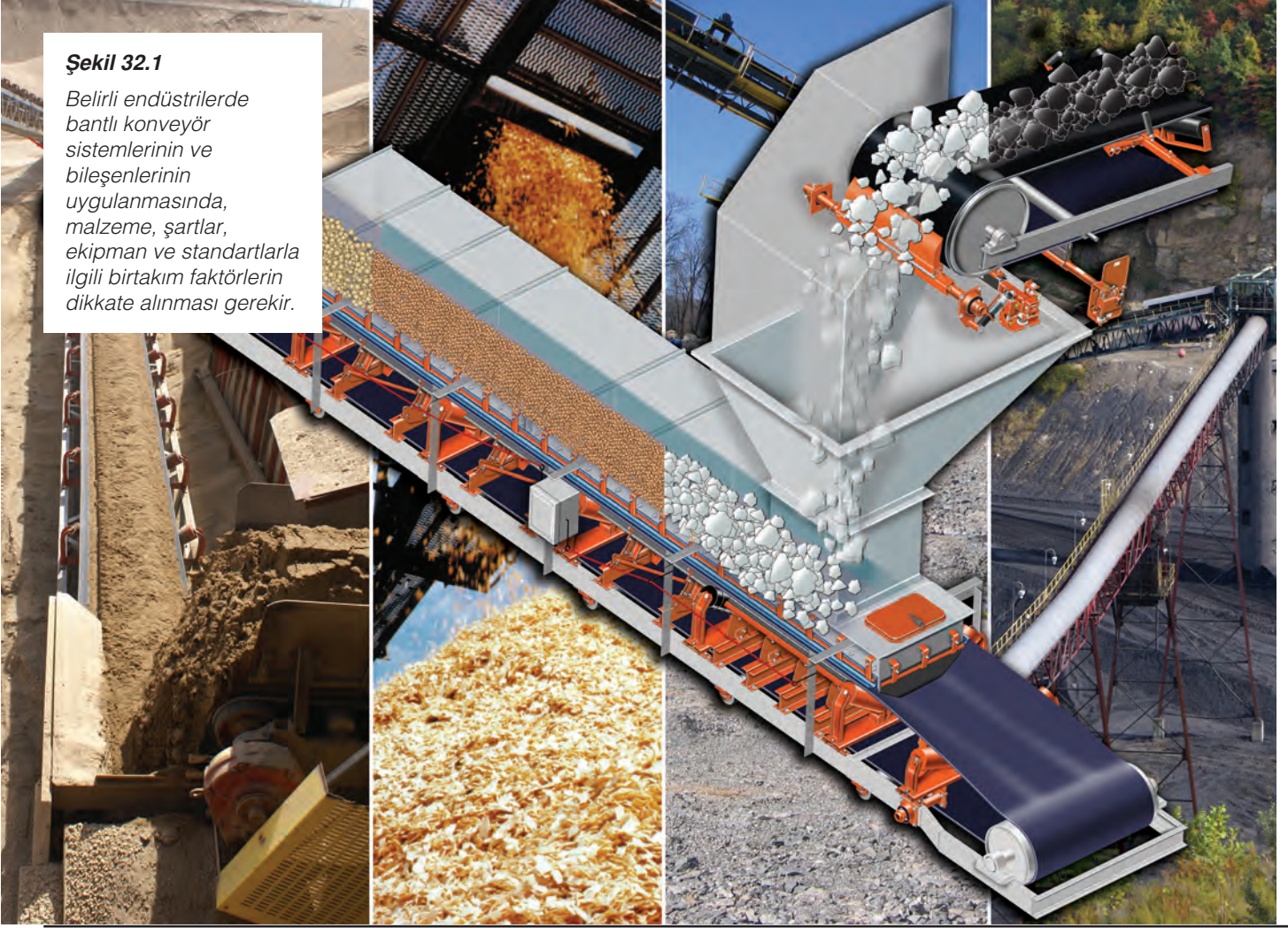
da nasıl kullanıldığının ele alındığı son iki bölümdür.

#### REFERANSLAR

- 31.1 “Measuring ROI pushes it higher, say Harte Hanks Aberdeen of Enterprise Solutions.” (12 Şubat 2007). *The Manufacturer* (ABD Baskısı).
- 31.2 Uluslararası Çalışma Örgütü. (2003). *Safety in Numbers, Pointers for a Global Safety Culture at Work*. Cenevre, İsviçre.
- 31.3 Takala, J. (18–22 Eylül 2005). *Introductory Report: Decent Work – Safe Work*. 17. Dünya İşte Güvenlik ve Sağlık Kongresi, Orlando, Florida. <http://www.ilo.org/public/english/protection/safe-work/wdcongrs17/intrep.pdf> adresinden ulaşılabilir.
- 31.4 Dorman, Peter. (Nisan 2000). *The Cost of Accidents and Diseases*. Cenevre, İsviçre. [www.ilo.org/public/english/protection/safework/papers/econanal/wr\\_chp1.htm](http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/papers/econanal/wr_chp1.htm) adresinden ulaşılabilir.
- 31.5 İş Güvenliği ve Sağlık İdaresi, ABD Çalışma Bakanlığı, Mineral İşlemede Toz Kontrolü web sitesi: <http://www.osha.gov/SLTC/silicacrystalline/dust/>

**Şekil 32.1**

*Belirli endüstrilerde bantlı konveyör sistemlerinin ve bileşenlerinin uygulanmasında, malzeme, şartlar, ekipman ve standartlarla ilgili birtakım faktörlerin dikkate alınması gerekir.*



## 32. Bölüm

# BELİRLİ ENDÜSTRİLERLE İLGİLİ HUSUSLAR

Agrega, Kırma Taş, Kum ve Çakıl .....	486
Dökme Yük Taşıma .....	488
Çimento .....	490
Kömür Yakıtlı Elektrik Üretimi .....	492
Kömür Madenciliği (Yeraltı) .....	494
Sert Kaya Madenciliği (Metaller ve Yakıt Olmayan Mineraller) .....	496
Metal Döküm .....	498
Proses Endüstrileri .....	499
Kağıt Hamuru ve Kağıt / Orman Ürünleri .....	500
Açık Ocak İşletmeciliği (Kömür ve Diğer Mineraller) .....	502
"Düşmanını" Tanı .....	503



**Bu bölümde...**

Bu bölümde, dökme malzemeler taşıyan çeşitli endüstrilerde döküntü ve tozun azaltılması çabalarını etkilemesi muhtemel bazı özel şartlara genel bir bakış sunuyoruz. On farklı endüstri için konveyörler ve transferler, bant temizleme ve toz yönetimi hakkında genel gözlemler ve özel bilgiler yer almaktadır.

Endüstri ne olursa olsun dökme malzemeler taşıyan tüm bantlı konveyörler için doğru olan birçok husus bulunmasına rağmen, her bir endüstri için çok sayıda faktörün dikkate alınması gerekir. Bunlar, endüstride bulunan malzemeler, şartlar, ekipman ve standartlarla ilgilidir (**Şekil 32.1**).

Genel olarak, dökme malzeme taşınmasında devam eden trendler, daha yüksek kapasiteye sahip daha hızlı konveyörleri, duruş süresinde daha yüksek sınırları ve hem bakım kesintileri hem de tesis işgücünde azalmaları içerir.

Dökme malzemelerin taşınmasında gerekli sermaye yatırımı nedeniyle, endüstrilerin çoğu riskten kaçınmakta ve ispatlanmamış teknolojileri kullanma konusunda isteksiz davranmaktadır. Düzenleyici problemlerden kaçınmak kadar güvenlik de daima bir sorundur. Tüm operasyonlarda temel olan, tesisin başarılı olması için malzemelerin taşınmasıdır. Malzeme taşınmasına eklenen verimlilik genellikle karlılıkta artışla ödüllendirilir.

Bu bölümde bahsedilenler, endüstriyle bağlantılı bu hususlardan bazılarına yönelik verilen kısa bakışlardır. Bu gözlemler çoğu durumda doğruluğunu korusa da, özel herhangi bir işletmede geçerli olabilir veya olmayabilir.

**AGREGA, KIRMA TAŞ, KUM VE ÇAKIL**

(Aynı zamanda bkz. Çimento ve/veya Açık Ocak İşletmeciliği)

**Genel olarak**

- Birçok coğrafi alanda, işletme ruhsatlarının alınması zordur. Bu, ticari ve yerleşim alanları etraflarını doldururken, mevcut işletmelerin tamamen istismara uğraması anlamına gelir. Bu işletmeler, komşularıyla problemlerini azaltmak için toz, döküntü ve gürültü gibi sorunların farkında olacaktır.
- Genel olarak ve tüm dünyada, bu endüstri birleşmektedir. Daha büyük, çok uluslu şirketler, coğrafi bölgelerini genişletmek için işletmeleri satın almakta ve dikey bazda entegre olmaktadır; örneğin, hazır beton ve kırma taş tesisleri çimento üretimine eklenmektedir.
- Bu endüstri, inşaat ve imar (yol asfaltlama) pazarlarına çok bağımlıdır.
- Mobil tesisler bugün birçok küçük işletmede kullanılmakta, taşıma maliyetini azaltmakta (verimin malzemenin tonu başına ölçüldüğü endüstriler için iyidir) ve daha küçük maden yataklarının kullanılmasına izin vermektedir.
- Küçük işletmeler, üç veya dört kadar az personelden oluşabilir.
- Bu endüstrinin bir avantajı, nihai ürün için gereken minimum işleme nedeniyle taşınan malzemenin çok tutarlı olmasıdır. Bu, diğer endüstrilere göre tesis genelinde aksesuarların daha fazla standartlaştırılmasına olanak sağlar.
- Malzemelerin geri dönüştürülmesi (örneğin beton ve asfalt kaldırımlar) malzeme taşıma ekipmanı için ek zorluklar



yaratabilir.

- Gider kontrolü bu endüstride ortak bir konudur. Konveyör iyileştirmelerinin açık şekilde maliyet etkinliği ve hızlı geri ödeme sağlaması gerekir.
- Bakımın, özellikle daha küçük tesislerde, arıza bazlı yapıma eğilimi söz konusudur ve önemsiz ekipman çoğu zaman ihmal edilir, bu da kaçak malzemelerin kontrolünde zorluklara yol açar.

**Konveyörler ve Transferler**

- Tesisler, büyüklük ve teknolojiye gelişmişlik açısından büyük ölçüde değişiklik gösterir. Bantlar, çoğu endüstriden daha kötü durumdadır ve konveyörler, kullanılmış bant tertibatı ve çok sayıda mekanik ekleme yapılmış bantlar kullanabilir.
- Kamyon boşaltma alanları ve kırıcılar altında darbe şiddetli olabilir; bitmiş ürün bantlarında yükleme kuvvetleri daha hafif olacaktır. Darbe yataklarının kullanımı yaygındır, fakat yatakların iş derecelendirmelerine dikkat edilmesi gerekir.
- Tesisin eleme alanlarında şut tıkanması yaygın bir problemdir. Bu tıkanmaların azaltılması için hava şokları veya vibratörler etkili araçlardır.
- Büyük kayaların döküntüsü, tamburlar için tehlike oluşturur, bu nedenle kuyruk, bükme ve bazı durumlarda baş tamburu olarak kanatlı tamburlar yaygın biçimde kullanılır. Bu kanatlı tamburlar bant sallanmasına neden olarak temizliği ve sızdırmazlığı zorlaştırır. Dönüş bandı sıyrıncılarının montajı ve kanat tamburlarının sarılması bu problemleri çözebilir.
- Yerçekimiyle gerdirme cihazları çoğu zaman dökülen malzemeyle kaplanır. Bu, aşırı veya eşit olmayan gerilime ve merkezden kaçmaya neden olur. Gerdirme çerçeveleri çoğu zaman sıkışmayı engellemek için gevşer, fakat bu da bantın merkezden kaçmasına neden olur. Gerdirme çerçeveleri yeniden kurularak sıkılaştırılabilir ve dökülen malzemenin gerdirme işlemini bozmaması için ağırlık tamburlarının üzerine "koruyucu muhafaza" monte edilebilir.
- Yükleme teknesi sızdırmazlıkları çoğu

zaman basittir; sızdırmazlık şeritleri olarak kullanılmış bantların kullanılması uygunsuz ama yaygın bir uygulamadır. Şut tertibatı çoğu zaman aşınmış, paslanmış veya çürüktür; ve aşınma astarları bantlardan yükseğe yerleştirilerek, tasarlanmış yüklem teknesi sızdırmazlıklarının takılmasını zorlaştırır. Bununla birlikte, bu konveyörlerin genel olarak açık yapısından dolayı, yan kenarların yenilenmesi genellikle kolaylıkla yapılır. Yüklem teknesi ve sızdırmazlık sistemlerinin bu kitapta ele alınan standartlarda yenilenmesi, sızdırmazlık problemlerinin çoğunu kontrol altına alabilir. Kendi kendini ayarlayan sızdırmazlıklar iyi çalışır.

- Bantlar, kötü yüklem uygulamaları nedeniyle sıklıkla merkezden kaçır. Çok pivotlu ayar cihazlarının kuyruk tamburundan önce ve yüklem bölgesinden sonra montajı, problemlerin çoğunu kontrol altına alabilir.

### Bant Temizleme

- Gerekli bant temizleme seviyesi çoğu zaman asgariidir ve çoğu kez ev yapımı bant sıyırıcıları kullanılır. Tasarlanmış sıyırıcılar kullanıldığında, genellikle yalnızca zor bantlar üzerinde kullanılır; o zaman bile, çoğu kez normalden küçüktürler ve bakımları iyi yapılmaz. Tipik bir bant temizleme sistemi tek bir primer sıyırıcıdır. Geri taşınan malzeme, asılı tozun başlıca kaynaklarından biridir, bu nedenle bant temizleme bu endüstride giderek daha çok dikkat çekecektir; yönetmeliklere tutarlı biçimde uymak için, bakımı alt işverenler tarafından yapılan tasarlanmış sistemler daha yaygın hale gelecektir.
- Malzemeler banda yapışacağından, yaş bantlar üzerindeki kırma malzemelerin temizlenmesi çok zor olabilir. Parçacıklar çoğu zaman sert veya keskin kenarlıdır ve hızlı uç aşınmasına neden olurlar.
- Uç yapımı için, malzemelerin temizlenmesine yardımcı olması amacıyla su spreyleriyle birlikte daha yumuşak üretilenlerin kullanılması, ön sıyırıcılardaki aşınmayı azaltabilir.
- Bazı durumlarda, sert metal sekonder

uçlar, eşit olmayan “kertikli” bir şekilde aşınır. Buna, bant ve uç arasında sıkışan küçük parçacıklar neden olur ve diğer parçacıkların temizleme ucunun yanından kaçmasına izin verir. Bazı durumlarda, aşınma, suyun hafif asidik özelliğinden dolayı hızlanır. Bu aşınma, tungsten karbür uçlar kullanılarak ve bantın üzerine su püskürtülerek azaltılabilir. Sıyırıcının bir su hortumuyla sık sık yıkanması da faydalıdır.

### Toz Yönetimi

- Spreyle uygulanan su, tipik toz bastırma yöntemidir. “Sade” (işlenmemiş/yüzey etkin madde içermeyen) suyun yüksek oranda uygulanması, ızgaralarda birikme veya artan geri taşınan malzeme gibi malzemelerin taşınmasındaki problemleri artırır. Ayrıca, bazı yerel veya eyalet/il yönetimleri suyun kullanımını (ve atılmasını) sınırlamıştır. Sonuç olarak, bazı agrega işletmeleri bugün alternatif olarak yüzey etken madde veya köpükle bastırma kullanmaktadır.
- Kamyon boşaltma alanı, tesiste etkili toz kontrolü gerektiren bir sahadır. Bu, tatmin edici bir sonuç elde etmek için birkaç toz kontrol yönteminin birleştirilmesini gerektirebilir.



## DÖKME YÜK TAŞIMA

(Aynı zamanda bkz. çimento, agrega, kömür, orman ürünleri gibi taşınacak özel malzeme listeleri)

Burada dökme yük taşıma sistemlerinin yükleme ve boşaltması (gemiler, mavnalar, kamyonlar ve vagonlar dahil) ve malzemelerin dökme terminallerine veya dökme terminallerinden taşınması incelenmektedir.

### Genel olarak

- Kömürden kimyasallara, kireç taşından ham veya işlenmiş cevherlere ve tahıldan çimentoya kadar çok çeşitli malzemeler yığın halinde nakledilebilir. Sistemlerin esnek ve çeşitli malzemelerle çalışacak şekilde tasarlanması önemlidir. Birçok durumda, farklı malzemeler aynı konveyöre yüklenir ve/veya taşıma için bandın dönüş tarafı kullanılır ve yükler arasında kirlilik bir sorun haline gelir.
- Malzemelerin yığın halinde taşınması ve bu sistemlerin yüklenmesi ve boşaltılması için kullanılan birtakım sistemler vardır. Malzemeler gemiyle, mavnayla, trenle veya kamyonla taşınabilir; bantla, helezon konveyörle, pnömatik konveyörle veya çift çeneli kepçeyle yüklenebilir veya boşaltılabilir. Endüstrideki trend, demuraj ücretlerini azaltmak amacıyla yükleme ve boşaltma için daha yüksek "ton/saat" ücretleridir.
- Bu tesislerde duruş süresi için az tolerans vardır, çünkü beklenmedik kesintiler, programlanmış kalkışı geciktirmekten ötürü demuraj ücretine neden olacaktır.



- Birçok durumda, bu tesisler bantların hızı ve büyüklüğünde üst sıralarda yer alır.
- Bilhassa gemilerin boşaltılması zorludur. Kendinden boşaltmalı gemilerde, çoğu zaman malzemeyi iki bandın arasına sıkıştıran yüksek açılı konveyörler kullanılır. Bunlar genellikle saniyede 4,5 metreden (900 ft/dk) daha yüksek hızlarda çalışırlar. Gemi boşaltma sistemlerinde kullanılan ekipmanların, aşırı sıcaklıklar ve tuzlu suya maruz kalma gibi çetin koşullara dayanması gerekir.
- Su yolları ve limanların kullanımı, endüstriyel işletmeler ve hobi amaçlı kullanıcılar arasında paylaşılır. Bu alanlardaki toz ve döküntü, ticari olmayan kullanıcıların düzenleyici kuruluşlara hemen şikayette bulunmasına neden olacaktır.
- Vagonların boşaltılması özellikle etkin toz kontrolü için olduğu kadar malzeme akışının korunması için de zor bir durumdur.

### Konveyörler ve Transferler

- Bant merkezlemesi kargonun bant üzerinde tutulması ve konveyör boyunca döküntünün engellenmesi için kritik önem taşır. Çok pivotlu bant merkezleme cihazlarının kullanımı, merkezleme problemlerinin kontrol altında tutulmasında etkilidir.
- Alan ve ağırlık kaygıları nedeniyle güverte konveyörlerinde çoğu zaman erişim feda edilir. Bu, konveyör aksesuarlarının bakımının zorluğunu arttıracak, dolayısıyla bakım kalitesi ve sıklığı azalarak, aşırı toz ve döküntüye neden olacaktır. Bomla boşaltmalarda erişim çoğu zaman zor veya imkansızdır, mobil çalışma platformları veya boşaltmanın bakımın yapılabileceği bir yere taşınabilmesi göz önünde alınmalıdır. Bakım erişiminin dahil edilmesi, daha sık bakım yapılacağından dolayı, aksesuarların etkisini büyük oranda arttıracaktır. Giderek daha fazla ülkede, bu malzemeler tehlikeli atık olarak kabul edilmektedir.
- Minimum yükleme yüksekliklerine ulaşmak ve çeşitli kargolar taşımak zorunda olduklarından, triperlerdeki döküntü

yaygın bir problemdir. Yan kenar yukarı eğim boyunca yanlara duvar çeker ve asılı saptrıcılar malzemenin geri yuvarlanmasını kontrol etmeye yardımcı olur. Döküntü tepsileri, sürekli yıkama veya kolay temizleme için hazır tertibatla, çoğu zaman kritik alanlarda konveyörün altına yerleştirilir.

- Rıhtımlardaki bantlar, döküntüyü kontrol etmek amacıyla sızdırmazlık için normalden daha büyük kenar mesafesiyle tasarlanmalıdır. Bu konveyörler çoğu zaman esnemesi gereken yapılar üzerine monte edildiğinden, merkezden kaymaya yatkındırlar.
- Malzemelerin ton başına değeri yüksek olduğundan ve zemine veya suya düşüklerinde kusurlu ve kullanılmaz olarak nitelendiklerinden, döküntünün giderilmesi özellikle (yükleme uygulamalarında) önemlidir.

#### Bant Temizleme

- Ulaşılması zor, yüksek hızlı konveyörlerde ve tahliye tamburlarında, temizleme basıncını ve açısını otomatik olarak koruyan uzun ömürlü bant sıyrıcıları en iyi alternatiftir.
- Bazı terminal bantları birden fazla malzeme ve/veya her iki yönde taşıma için kullanıldığından, çapraz kirliliği azaltmak için bant yıkama gerekebilir.
- Wash Box'lar, su kütlelerinin üzerinden geçen bantların çok temiz olmasını sağlamakta yararlılıklarını kanıtlamışlardır. Wash Box'lar aynı zamanda, bantlar birkaç farklı malzemeyi taşımada kullanıldığında kirliliği azaltmakta da etkilidir. Wash Box'larda ve yıkayıp temizlemek için tatlı su kullanılmalıdır, aksi halde ekipman paslanacaktır.
- Hava bıçakları ve vakum sistemleri, alümin gibi çok ince malzemelerde etkilidir. Bu malzemeler çoğu zaman, kazıntıların doğrudan bandın üzerine geri akacağı bir "statik tutunma" eğilimi gösterir; bu durumlarda, bir vakumlu toplama cihazı gerekir.



#### Toz Yönetimi

- Toz toplama genellikle, büyük merkezi sistemlerden ayrı nokta kaynak toplayıcılarına kadar farklı yerlerde kullanılır.
- Geleneksel toz ve döküntü kontrolü yöntemleri çoğu zaman yeterli değildir. Wash Box'ların ve her yükleme/boşaltma döngüsünde bir yapılacak kadar sık bakım programlarının kullanılması gereklidir.
- Malzemeleri merkezde toplamak ve toz oluşumunu azaltmak için çoğu zaman özel eğimli şutlar kullanılır.

## ÇİMENTO

(Aynı zamanda bkz. agrega)

### Genel olarak

- Mülkiyetin birleştirilmesi, bu endüstriyi gerçekten küresel bir hale getirmiştir. Malzeme taşınmasındaki problemlerin çözümünde çok büyük bir bilgi paylaşımı ve odaklanma söz konusudur. Bu, kurumsal seviyede yeni teknolojilerin hızla benimsenmesini sağlar. Bu endüstrideki genel trendler, doğrudan küresel ekonomiyi yansıtır.
- Çimento (ve/veya cüruf), tüm dünyaya demiryolu, mavnalı, kamyon ve gemiyle kolaylıkla nakledilmektedir.
- Çok ince, kuru ve aşındırıcı malzemelerin temizlenmesi ve sızdırmazlıklarının sağlanması sürekli bir zorluktur.
- Çimento tesislerini çoğu aynı zamanda, fırını yakmak için kullanılan kömür veya petrol koku için yakıt taşıma sistemlerine sahiptir. Atıktan elde edilen yakıtı taşıyan sistemlere duyulan ihtiyaç (parçalanmış lastikler, plastikler, boya, tarımsal atıklar ve çocuk bezleri dahil) muhtemelen büyümeye devam edecektir.
- Bu endüstride karşılaşılan malzemeler,



taş ocağında büyük kireçtaşı topları ve cüruf soğutucusundaki yüksek sıcaklıklı malzemelerden, ambalajlama/nakliye işlemlerinde akışkanlaşma riski olan ince, kuru tozlara kadar değişiklik gösterir.

- Mamul çimento, kuru olarak saklanmalıdır.
- Cüruf taşınmasında karşılaşılan yüksek sıcaklıklar yaygın bir problemdir.

### Konveyörler ve Transferler

- Taş ocağında uygulanan konveyör ekipmanı için orta - ağır hizmet derecelendirmeleri gerektirir.
- Primer kırıcı tahliye bantları çoğu zaman, bant hasarını, döküntüyü ve sızıntıyı azaltmak için dikkatle değerlendirilmesi gereken büyük darbe kuvvetlerine maruz kalır.
- Çimento işleme tarafında, bantlar daha küçüktür ve darbe genellikle bir sorun teşkil etmez. Kırma işleminden sonra, hafif iş derecelendirmeli ekipman genellikle yeterlidir.
- Döküntüyü ve kirliliği azaltmak için, ham ve mamul çimento bantları hava destekli konveyörler için mükemmel uygulamalardır.
- Mamul çimento havalanma eğilimindedir, bu da tozlanma ve malzemenin geri kayması nedeniyle bantlı konveyörde taşımada problemlere neden olur. Bant hızları ve eğim açısının dikkatle seçilmesi gerekir.
- Cüruf aşındırıcıdır ve yüksek sıcaklıklarda taşınır. Bu, yüksek sıcaklıklar için tasarlanmış özel bant tertibatı ve aksesuarları gerektirir.

### Bant Temizleme

- Cüruf taşıyan bantlarının temizlenmesi, özel tasarlanmış yüksek sıcaklığa dayanıklı bant temizleme sistemleri gerektirebilir.
- Atıktan elde edilen yakıtlar için kullanılan bantlar temizlenirken, malzemenin uçlar arasındaki boşluklarda toplanma



olasılığını azaltmak için tek uçlu ön sıyrıcılar tercih edilir.

### Toz Yönetimi

- Ham madde stok sahalarında toz kontrolü için, su tercih edilen bastırma sistemi olmuştur. Köpükle bastırma kullanılması kırıcıda etkilidir ve bazı artık etkiler sağlar.
- Nihai mamul tarafında, nem eklenmesine izin verilmez, bu nedenle toz tutma ve toz toplama yegane seçeneklerdir.
- Hava destekli konveyörler, tozun kontrolü için bu endüstride etkin bir şekilde kullanılabilir.
- Cürufun aşındırıcı doğası ve mamul çimentonun çok ince parçacık büyüklüğünden dolayı, şut ve yan kenar sızdırmazlıklarından sızıntılar yaygın bir problemdir. Şutlardaki deliklerin onarılması ve sızdırmazlıklarının sağlanması na ekstra özen gösterilmesi, iyileştirilmiş toz kontrolü sağlayacaktır. Bant desteği ve kendiliğinden ayarlı sızdırmazlıklar, transfer noktalarında tozun kontrolü için kullanışlıdır.

## KÖMÜR YAKITLI ELEKTRİK ÜRETİMİ

### Genel olarak

- Yönetmelik karlılığı aşağı çekiyor. Güvenilirliği arttırmak ve maliyetleri düşürmek için, yönetim daha azıyla daha fazlasını yapmanın yollarını arıyor.
- Özellikle ABD'deki Powder River Basin (PRB) kömürü gibi düşük kükürt içeren düşük bitümlü kömüre geçmiş veya linyit yakan tesislerde toz kontrolü, endüstri için önemli bir sorundur.
- Tüm kömür taşıma operasyonlarında, metan gazı birikmeleri ve malzemenin "sıcak noktaları" dahil yangın ve patlama hususları dikkate alınmalıdır.
- Uçucu ve dip külü ve baca gazı desülfürizasyon (FGD) çamurunun taşınması, ek malzeme taşıma sistemleri ve uzmanlık gerektirebilir.
- Denetime tabi tesisler olarak, birçok elektrik üretim tesisinin, programlanmamış kesinti risklerini en aza indirerek kararlı verimlilik sağlaması gerekir.
- Özel bir kömür tipi için tasarlanmış ekipman, kömür değiştiğinde problem yaratabilir. Örneğin, linyitin veya PRB kömürünün düşük BTU verimi, aynı ısı randımanı sağlamak için ek kömür yakılmasını gerektirir. Bu, konveyörlerin hızlarının artırılması veya daha uzun süreler çalışmaları gibi malzeme taşıma sistemlerinin tasarım veya çalışmasında değişiklikler gerektirebilir. Mevcut malzeme şut sistemi, yeni malzeme akış özelliklerine ve saatlik taşınan malzeme (tonaj) gereksinimlerine uymayabilir.



- İklimdeki mevsimsel değişiklikler, malzeme taşıma sisteminden geçerken kömürün performansında değişikliklere neden olabilir.
- Malzemedeki günlük değişiklikler konveyörün performansını etkileyecektir. Hava koşulları nedeniyle, kömür çok nemli/çamurludan, çok kuru/tozlu hale kadar değişiklik gösterebilir.
- Genellikle, kömür nispeten düşük aşınmalı bir malzemedir. İstisnalar, maden ağzında üretim tesislerinde görüldüğü gibi ham kömür veya maden atığıdır.
- Kömürle birlikte yardımcı yakıtların yakılması giderek daha yaygın hale gelmektedir. Bu yakıtlar, parçalanmış lastikleri ve tarımsal atıkları içerir. Bu malzemelerin kömüre uygun şekilde katılması kritik önem taşır; doğru ölçülmezse, döküntüye, tıkanmalara ve diğer işletme problemlerine neden olur.
- Kaçak malzemelerin birikmesi, kendiliğinden yanma nedeniyle ciddi yangın/patlama potansiyeli arz eder ve küçük olaylar yüksek toz konsantrasyonlarına ve muhtemelen ikinci patlamalara neden olur.
- Kömür (özellikle linyit veya PRB kömürü) durgun malzemenin kendiliğinden yanmasına karşı savunmasızdır: malzemenin şut duvarlarında ve konveyörlerin altında toz ve döküntü olarak birikmesi. Bu riski en aza indirmek için iyi temizlik uygulamaları ve uygun sızdırmazlık ve temizlik sistemleri zorunludur.

### Konveyörler ve Transferler

- Konveyör bantları genellikle vulkanize edilmiştir ve uzun bir hizmet ömrüne sahiptir.
- Konveyör genişlikleri, yaygın olarak 900 ila 1800 milimetre (36-72 inç) arasında genişliklerle orta ve 2 ila 3 metre/saniye (400 - 600 ft/dk) arasındaki hızlarla tipiktir. Kaçak malzeme sorunlarını kontrol altına almak için bant hızlarının aşağıya çekilmesi ve kapasitenin sınırlandırılması yaygın bir uygulamadır.
- Kırma kömür taşıma, özellikle hava destekli konveyörler için uygundur.



- Kömür taşınmasında bant merkezleme problemleri çok pivotlu merkezleme cihazlarıyla çözülebilir. Standart pivot cihazlar, çoğu zaman kömür taşıyan bantları aşırı döndürür; bu bant merkezleyicilerin çoğu zaman bir tarafa bağlanmasının nedeni budur. Bu merkezleme cihazlarının devre dışı bırakılması, çoğu zaman bant hasarına ve malzeme döküntüsü sorunlarına yol açan daha büyük problemlere neden olabilir.
- Yükleme teknesi sızdırmazlığı, kömür taşınmasında önemlidir. Kömür konveyörleri özellikle, bant destek yatakları ve kendinden ayarlı sızdırmazlık için uygundur.
- Tutarlı saatlik taşınan malzeme miktarı ve azaltılmış toz oluşumu kaygıları, birçok kömür taşıma uygulamalarında tasarlanmış akış şutlarının düşünülmesine yol açar.

#### Bant Temizleme

- Kömür taşıma konveyörlerinin temizlenmesi genellikle oldukça kolay ve basittir ve tipik bir uygulama olarak düşünülebilir. Standart bir elektrik santrali bant temizleme sistemi, bir üretan primer sıyrıcı ve bir veya iki tungsten karbür uçlu sekonder sıyrıcı içeren ikili veya üçlü bir sistemdir.
- Bazı kömürler, temizliği zorlaştıran killer içerir. Bu malzeme, banda bulaşma ve dönüş makaralarının altında “mısır gevreği” gibi birikme eğilimindedir. Normalde çözüm, bant sıyrıcılarını daha yüksek bir temizleme basıncında çalıştırmak veya daha agresif bir sıyrma açısı kullanmaktır.
- Su kullanımı, bant sıyrıcısı verimini korumada yararlıdır, fakat elektrik santralleri, BTU cezasından dolayı çoğu zaman yanlış bir “su kullanılmaz” hükmüne sahiptir. Bant temizliği verimini korumak için gereken su miktarı o kadar azdır ki, toz bastırma, yağmur ve hatta yüksek nemden emilen su gibi diğer su kaynaklarından ayırt edilemez.



#### Toz Yönetimi

- Toz emisyonu yönetmelikleri, vagon boşaltmadan malzeme taşıma sistemine ve kazanların üzerindeki bunkerlere kadar kömür taşınmasını etkiler.
- Düşük kükürlü kömür daha temiz yanar, fakat genellikle daha kolay ufalanır. Tesisler daha temiz yanan kömüre geçtikçe, tozu azaltmak için yöntemler bulmaları gerekir. Bunlar arasında, tasarlanmış akış şutları, toz bastırma sistemleri ve mevcut toz toplama sistemlerinin (torba filtreler) yükseltilmesi bulunabilir.
- Yalnızca suyla toz bastırma maliyet açısından etkin değildir, çünkü kömürün ısı verimini azaltır. Azaltılmış nem seviyeleri eklenen nemden kaynaklanan cezayı en aza indirdiğinden, kimyasal bastırma birçok tesisin tercihidir.
- Kömür taşıyan blok yük trenleri için döner vagon damperleri, büyük toz problemleri yaratır. Köpük veya yüzey etkin malzemeyle bastırma, stok sahasına giderken kömürle kalan bir artık etki de dahil bir takım faydalar sunar.
- Eklenebilir (modüler) toz toplayıcıları, eğer tozun zapt edilmesi mümkün veya yeterli değilse, tozun sahaya özgü yönetimi için uygundur.

**KÖMÜR MADENCİLİĞİ (YERALTI)**

(Aynı zamanda bkz. Açık Ocak İşletmeciliği ve/veya Sert Kaya Madenciligi)

**Genel olarak**

- Yükseklik kısıtlamaları bu uygulamada önemli bir faktördür. Bu, konveyör yapısının tarzını, dolayısıyla kullanılacak aksesuar sistemlerini etkileyecektir. Yeraltında ekipmanın taşınması ve montajındaki zorluklar nedeniyle, şutlar minimumdadır ve darbe yatakları nadiren kullanılır.
- Alan ve erişim sınırlamalarına karşı koymak amacıyla, birçok bileşen için modüler tasarımlara ihtiyaç vardır.
- Trend, daha yüksek hızlarda daha geniş konveyörler kullanmaktır. Ana konveyör hatları genellikle vulkanize edilmiştir, fakat diğer bantlar çok sayıda mekanik eklemeler içerebilecektir. Ciddi oranda kullanılmış bant tertibatı kullanımı yanında, gerçek hizmet ömürlerini çoktan doldurmuş bantlar da kullanılmaktadır. Bu, bantların pürüzlü durumda olduğu ve dolayısıyla temizlenmelerinin, sızdırmazlıklarının sağlanmasının ve merkezlenmelerinin daha zor olduğu anlamına gelir.
- Ana hatları besleyen bantlar uzatılabilir şekilde tasarlanır. Çalışan yüzey hareket ettikçe, konveyöre, ek bant tertibatı kısımları (paneller) monte edilir. Bu da, bu bantların birden fazla mekanik ekleme içerdiği anlamına gelir.
- Bileşenler için malzemelerin seçiminde, (güvenlik hususlarına dayanan) düzenleyici onayları bir faktördür. Birleşik Devletler'de Maden Güvenliği ve Sağlık İdaresi (MSHA), konveyör bantları ve temizleme ve sızdırmazlık sistemleri



gibi bantla temas eden malzemeler için standartları belirler. ABD dışında, İngiliz ve Deutsches Institut für Normung (DIN/EN) Standartları, yeraltında kullanılan malzemeler için yaygın olarak kabul edilir. Kuzey Amerika dışındaki çoğu pazarda, düşük kıvılcımlanma eşiğinden dolayı alüminyum yeraltında kullanılmaz. Bölgesel yönetmeliklerin ve (ATmospheres EXplosibles [ATEX] veya Association for Mining of North Rhine-Westphalia "Landesoberber-gam" [LOBA] gibi) ajansların da göz önünde bulundurulması gerekebilir.

- Bu yazının tarihi itibarıyla, MSHA tarafından Birleşik Devletlerde yayınlanmış ve Aralık 2008'de yürürlüğe girmiş son bir kural, yeraltı kömür madenlerinde hizmete sokulan konveyör bantlarının, aleve karşı, daha önce 31 Aralık 2009'dan itibaren istenenden daha dayanıklı olmasını gerektiriyor. Bu kural mevcut bant tertibatının da on yıl içinde değiştirilmesini gerektiriyor.
- Bu kural, 2 Mart 2009'dan itibaren, diğer konveyör bileşenlerindeki hasarlı ruloların onarılmasını veya değiştirilmesini, bantların düzgün şekilde hizalanmasını, malzemelerin bant girişine girmesinin engellenmesini ve aleve dayanıklılık özelliklerinin korunması için ekleme yapılmasını gerektirir. Ayrıca, yine 2 Mart 2009'dan itibaren, banttaki hava yolunda ortalama solunabilir toz konsantrasyonunu düşürür. Ek, güncel bilgi için MSHA veya tanınmış bir bant tertibatı tedarikçisiyle irtibata geçilebilir.
- Aksesuar bakımı için uzman alt işverenlerin kullanılması bu sektörde yaygındır. Bunun nedeni, bant temizleme ve sızdırmazlığın yangın, patlama ve üretim kesintilerinde oynadığı kritik roldür.
- Ekipman kapasiteleri artmaya devam etmekte, madenci saati başına üretilen kömür tonunu artırmaktadır; bunun dezavantajı, bakım için sürenin azalmasıdır.
- Yeraltı işletmeleri tozu bastırmak için genellikle su kullanır. Bu, bir sorunu çözerken diğerlerini yaratır. Nem, korozyonu azaltmak için kullanılan metalin tipine kadar, taşınan malzemelerin

özelliklerini ve ekipmanın tasarımını etkileyecektir.

- Modern madencilik yöntemleriyle, topak büyüklüğü oldukça tutarlıdır. Bununla birlikte, kaya ve kil içeren ham kömür, taşıma problemlerine neden olur.
- Bakım prosedürleriyle ilgili maden güvenliği yönetmelikleri, çabuk değiştirilen veya bakım dostu sistemlerin kullanılmasını gerektiğini açıkça ortaya koyar.

### Konveyörler ve Transferler

- Konveyörler, malzemeleri tünellerden dışarı taşıyan ana hatlar ve “yokuş bantları” dışında, taşınmak üzere tasarlanır. Bantlar daha büyük, daha kalındır ve genellikle ağır hizmet sıyrıcıları ve yan kenar sistemleri gerektirir. Kendiliğinden ayarlı sızdırmazlık sistemleri kullanışlıdır.
- Transferler çoğunlukla 90 derecedir veya büyük düşme mesafelerine sahiptir, bu nedenle ağır darbe durumları yaratır ve sızdırmazlığı zorlaştırır. Transferlerde tıkanma yaygındır; bu problemlerin çözümünde hava şokları kullanışlıdır.
- Bant merkezleme problemleri yaratan, sürekli değişen yükleme koşulları nedeniyle döküntüyü kontrol etmek zordur. Mekanik eklemelerin sürekli çarpması ve genellikle kötü bant durumu nedeniyle ağır hizmet merkezleme cihazlarının kullanılması gereklidir.
- Yabancı nesnelere tespiti ve konveyörlerden temizlenmesi yeraltı bantları için bir sorundur, çünkü maden aletlerinin, çatı bantlarının ve diğer “döküntü demirlerin” bulunması bant hasarına ve şut tıkanmalarına yol açabilir.
- Dar yerler ve sınırlı baş üstü boşluğu, yeraltı konveyörü uygulamalarındaki şutların içinde astarların kullanımı ve değiştirilmesinde zorluklar çıkarır.

### Bant Temizleme

- Yeraltı işletmelerinde taşınan malzemeler, kömürle birlikte büyük oranda su içerir. Bu, geri taşınan malzeme problemlerini artırır. Sonuç olarak, birçok işletme bir bantta üç, dört veya daha fazla sıyrıcı kullanır.
- Birçok işletme, çıkarılan malzemeleri

tersiyer sıyrıcılardan ana malzeme kütesine geri taşımak için, süpürücü konveyörlerle birden fazla sıyrıcı dizisi kullanır.

- Çok sayıdaki bant eki nedeniyle, bant sıyrıcıları ve montaj ayakları, yinelenen darbeye başa çıkacak şekilde tasarlanmalıdır. Dayanıklılık için, ağır uçlu üretilen ön sıyrıcılar tercih edilir. Çok çeşitli sekonder sıyrıcılar kullanılır.
- Atık bandı, genellikle temizlemesi en zor olanıdır ve en yüksek oranda uç aşınmasını oluşturur. Çoğu durumda, sık bakım ile birlikte agresif temizleme gerekir.
- Yüksek performanslı üretilen uçlar içeren sıyrıcılar, zorlu uygulamalar için en uygun olanlar olabilir.
- Merkezden kaçma ve kötü bant ve bant eki durumu, düz olmayan zemin ve/veya taşma durumları nedeniyle, topakların dönüş bantlarında taşınması her zaman bir olasılıktır. Bu nedenle, V sıyrıcılar ve köşegen sıyrıcılar gibi tambur koruması önemlidir. Bu özellikle, yüksek rutubet içeriğinin malzeme geri dönüşüne veya Güney Afrika'daki adıyla “çamur akımına” neden olabileceği eğimli bantlarda geçerlidir.
- Taşeron işçilik maliyetlerinin düşük olduğu alanlarda bakım hizmetlerinin kullanımı yaygın ve etkilidir.

### Toz Yönetimi

- Kömür tozu, yangın ve patlama riski içerdiğinden, toz yönetiminin tüm şekilleri (tutma, toplama ve çeşitli bastırma tipleri) kullanılmıştır.
- Kötü yeraltı suyu kalitesi, ince delikli memeler içeren toz bastırma sistemlerinin kullanılmasını imkansız hale getirebilir.



## SERT KAYA MADENCİLİĞİ (METALLER VE YAKIT OLMAYAN MİNERALLER)

(Aynı zamanda bkz. Açık Ocak İşletmeciliği ve/veya Kömür Madenciliği)

### Genel olarak

- Metal fiyatları dalgalandığından, bütçeler sıkça değişikliğe maruz kalır ve projeler hızlandırılır veya “beklemeye” alınır.
- Metal fiyatları avantajlı olduğunda, tesisler genellikle günde 24 saat, haftada 7 gün çalışır. Kesintiler çok önceden programlanır ve haftalık bakım aralıkları kısadır, bu da sözleşmeli uzman bakımı cazip bir seçenek haline getirir.
- Cevherler çoğu zaman patlama yoluyla çıkarıldığından büyük topak boyutlarına neden olur. Primer kırıcılardan boşaltma genellikle “200 milimetreden (8 inç) aşağı” yapılır.
- Cevherler genellikle, bant ve diğer bileşenlerin ömrünü kısaltan yüksek derecede aşındırıcı malzemelerdir.
- Takonit pelet yapma prosesi, yüksek sıcaklıkların yaygın olarak görüldüğü durumlar oluşturur. Takonit toz bandın kenarına gömülerek, haftalar içinde bir bant ayar makarasından kılavuz silindiri kesip atacak bir “zımpara taşı” haline gelebilir.
- Nikel veya boksit gibi diğer cevherler, çoğunlukla kil benzeri formasyonlarda



bulunur ve yapışkan, kaygan ve/veya topaklanan özelliklere sahip malzemeler oluştururlar.

### Konveyörler ve Transferler

- Konveyör ekipmanı için uygulamalar, genellikle spektrumun ağır hizmet ucundadır ve nispeten kısa konveyörlerde ağır yükler ve birden fazla bant eki içerirler. Bant ömrü çoğu zaman o kadar kısadır ki, bant adeta kurban addedilir, böylelikle daha agresif temizleme ve sızdırmazlık ekipmanı kullanılabilir.
- Yerüstü konveyörleri çoğu zaman atık ve malzemelerin taşınması için kullanılır. Bu konveyörlere erişim çoğu zaman zordur ve bunlar, kara yolları veya doğa koruma alanları gibi hassas alanların üzerinden geçebilir.
- 1800 milimetre (72 inç) bant genişlikleri ve 5 metre/saniye (1000 ft/dk) üzerinde hızlar yaygındır. Bantlarda çelik kabloların kullanılması, yardımcı ekipmanları için yeni zorluklar doğurur. Hasarlı çelik kordonların kaplamadan çıkıntı yapması ve bant sıyrıcısı uçlarını ve çerçevelerini “kamçılması” yaygın olarak görülür.
- Bantlar çoğu zaman kapasitelerinin tamamında doldurulduklarından, taşıma yolu boyunca döküntü sıkça görülür ve büyük kayaların bandın dönüş tarafı üzerinde sıçrama ve tamburlarla bandın arasına düşme olasılıkları yüksektir. Bant ve tamburlara gelebilecek hasarları önlemek için ağır hizmet bant sıyrıcıları kullanılır.
- Aksesuarların ve tüm sistemin çalışma verimini düşüren bakım problemlerine neden olan aşınma, ciddi bir problemdir. Şut astarları ve tambur kaplaması genellikle yüksek aşınmalı elemanlardır. Cıvatalı aşınma astarları yaygın olarak kullanılır ve cıvatalara erişim ihtiyacı, yan kenar sızdırmazlığı seçeneklerini sınırlar.
- Bant merkezleme yerüstü konveyörlerinde yaygın bir problemdir. Ağır hizmet çok pivotlu merkezleme cihazları, V dönüş rulolarının yerine kullanılabilir.

- Malzemelerin yapışkanlığı ve büyük topak boyutlarından dolayı, şutların tıkanması yaygındır. Bu problemi azaltmak için hava şoku kullanılabilir.
- Yüksek kapasiteli transferlerden ve büyük topak boyutlarından dolayı, darbe kuvveti son derece yüksektir. Normal darbe yatakları darbe kuvvetlerine dayanamayabilir ve katener darbe sistemleri gerekebilir.
- Tasarlanmış akışlı şutlar, malzeme hareketinin tutarlılığını iyileştirebilir ve malzemenin şut duvarını aşındırmasından kaynaklanan astar değişimlerinin azaltılmasına yardımcı olabilir. Bu şutlar, akışı merkezleyip malzemeleri konik kırıcının merkezine yönlendirilerek, malzeme kırma aşamasını iyileştirebilir.



nılması gerekir. İki primer sıyırıcı bir sistem çoğu zaman kabul edilebilir bir temizlik seviyesi sağlar ve hasara daha az duyarlıdır.

### Bant Temizleme

- Takonit taşımada, bentonit kili eklendikten sonra malzeme çok yapışkan hale gelir. Bu uygulama için metal uçlu bir ön sıyırıcı kullanışlıdır.
- Nikel ve boksit uygulamalarında, malzeme tiksotropiktir (jelimsi) ve banttı temizlenmesi zordur. Bant sıyırıcılarını malzeme birikmesinden uzak tutmak için su kullanılması, performansı artıracaktır.
- Sekonder sıyırıcılar, performansı iyileştirmek ve aşındırıcı malzeme karşısında ömrü uzatmak için genellikle tungsten karbür uçlara sahiptir. Çoğu zaman ekstra kalın tungsten karbür uçları olan ağır hizmet sıyırıcılar kullanılır.
- Uç ömrü diğer uygulamalarda olduğundan epeyce daha kısadır ve etkili kalmaları için sıyırıcılara sıklıkla bakım yapılması gerekir. Bakım aralıklarını makul bir aralıkta tutmak amacıyla, uç ömrü için sabit bir gerilime sahip sıyırıcılar gerekir.
- Büyük topaklar şut içinde sıçrayarak doğrudan darbeye veya olmadık yerlere sıkışıp gergi mekanizmasını devre dışı bırakarak veya sıyırıcı çerçevesini bükerek bant sıyırıcılarına zarar verebilir. Ekstra ağır hizmet primer sıyırıcıların kulla-

- Yüksek malzeme adezyonu, genel temizleme performansını iyileştirmek ve primer sıyırıcı ve sekonder temizleme sistemlerinin ömrünü uzatmak için, ön sıyırıcıdan önce monte edilmiş bir kabuk kırıcı kullanılmasını gerektirebilir.
- Aşırı gerilimi ve bandın malzeme birikmesinden dolayı delinmesini önlemek için çelik kordlu bantlarda tambur temizliği önemlidir. Bu uygulamada, temizlenen malzemeyi banttı çıkarmak için, bir kaya siperi veya saptırıcı plakayla birlikte, çoğu zaman kol ve uçlu sekonder sıyırıcılar “baş aşağı” kullanılır.

### Toz Yönetimi

- Toz bastırma yalnızca madencilikte değil pelet taşımada da kullanılabilir. Toz toplama da tüm tesiste yaygın bir uygulamadır.
- Takonit ve diğer proses tesisleri, fırını yakmak için, toz oluşumuna neden olan ve kömür taşıma sisteminin üzerinde bir toz toplama ihtiyacı doğuran bir kömür ve gaz birleşimi kullanabilir.
- Silika tozunu bastırmak için kimyasal bastırma da kullanılır.
- Toz aynı zamanda, tasarlanmış akış şutları ve hava destekli konveyörler dahil, modern konveyör teknolojileri kullanılarak yönetilebilir.

## METAL DÖKÜM

### Genel olarak

- Beklenileceği gibi, yüksek malzeme sıcaklıkları ve zorlu bakım koşulları yaygındır.
- Metal döküm tipi (demirli veya demirsiz) dökümde kalıp oluşturmak için kullanılan malzemelerin taşınması kadar önemli değildir.
- Karıştırıcıdan çıkan kalıplanmaya hazır kum, hazır veya yaş kum olarak bilinir; (döküm kalıptan çıkarıldıktan sonra) kalıp bozma işleminden çıkan kuma geri döndürülmüş, kazanılmış veya geri dönüştürülmüş kum denir.
- Tozlu/sıcak/nemli malzemeler, sıyrıcı uçları gibi üretilen ürünleri bozabilir.
- Döküm kumu çok aşındırıcı olmasa da,



rutubet içeriği aşınmaya dayanıklı bir levhada bile korozyona yol açabilir.

- Keskin dökme metal parçaları bazen dönüş kumuyla birlikte kayarak bantlara veya diğer bileşenlere zarar verecektir.

### Konveyörler ve Transferler

- Bant hızları yüksek değildir; genellikle 0,25 ila 1 metre/saniye (50 ila 200 ft/dk) arasındadır.
- Dökümhanelerdeki uygulamalar, ara sıra motor blokları büyüklüğünde metal parçalarının görüldüğü ıskartaya çıkarma/dönüş sistemleri hariç, genellikle hafif işlerdir.
- Bant merkezleme çoğu zaman, dönüş ruloları üzerinde hızla birikme eğiliminde olan kumun dökülmesinden etkilenir. Çok pivotlu merkezleme cihazları etkili şekilde kullanılabilir.
- Bantlar, döküm prosesinde zaten kullanılmış, geri döndürülmüş veya kazanılmış kumu, yeniden kullanım için kalıp bozma (shakeout) işleminden kum depolama alanına veya karıştırıcıya taşır. Buradaki kum, önceki kalıplama işleminden dolayı hala sıcaktır.

### Bant Temizleme

- Daha yumuşak üretilen uçların, döküm kumunda bulunan yuvarlak parçacıkları, nispeten yavaş hareket eden bantlardan temizlemesi daha uzun sürebilir.
- Fırçalı sıyrıcılar, aşınmış bantlardan kumu temizlemede etkili olabilir.
- Geri döndürülen kumu taşıyan bantlar, kumda kalmış herhangi bir metali çıkarmak için genellikle manyetik başlı bir tambura sahiptir. Metal uçlu sıyrıcılar, bir manyetik tamburun 300 milimetre (1 ft) yakınında kullanılmamalıdır.

### Toz Yönetimi

- Zapt etme ve toplama, toz kontrolü seçenekleridir. Kalıplama kumuna nem eklemekten kaçınmak önemlidir.
- Yüksek silika içeriğinden dolayı çoğu zaman döküm tozunun tehlikeli olduğu düşünülür.

## PROSES ENDÜSTRİLERİ

Bu kısım, gıda, kimyasal, ilaç, gübre, tahıl ve tütün ürünleri dahil, endüstrilerdeki “daha hafif iş” uygulamalarına göz atmaktadır.

### Genel olarak

- Bu endüstriler taşınan malzemeler açısından farklı olsa da, tasarım ve yapım konusunda birtakım ortak standartlar vardır.
- Genel olarak, bu endüstriler, daha dar (450 ila 900 milimetre (18 ila 36 inç) arasında) bantlar, daha yavaş konveyör hızları ve daha küçük malzeme akışı hızlarına sahip hafif iş uygulamaları olarak nitelendirilir. Birçok yönden, bu ekipman, maden sınıfı uygulamalarında kullanılan sistemlerin daha küçük bir versiyonudur. Bununla birlikte, sınırlı baş tamburu büyüklüğü, bant hızları, bant gerilimleri ve özel temizleme gereksinimleri nedeniyle, özel bileşenler gerektirirler.
- Birçok uygulamada, malzeme taşıma ekipmanı ve aksesuarlarının yapımında, gıdada kullanılabilir malzemelerin kullanılması gerekir. Birçok durumda gıdada kullanılabilir polimerler kullanılır; alüminyum uçlar tütün gibi uygulamalarda kullanılabilir. Uç tipini bant hızı, taşınan malzemeler ve malzeme sıcaklığı belirler.

### Konveyörler ve Transferler

- Düz konveyör bantları, oluklu bantlardan daha yaygındır.

### Bant Temizleme

- Tamburların, konveyörlerin ve bantların daha küçük boyutu, birikmiş malzemelerin bantlardan temizlenmesinde zorluklara neden olabilir.



- Birçok endüstride özel yıkama sistemleri kullanılır. Malzeme taşıma ekipmanı ve bileşenleri, temizleme prosesleri ve kimyasallarla uyumlu olmalıdır. Sağlık şartları gereği, bant temizleme sistemlerinin kolay çıkarılabilir şekilde tasarlanması gerekir.

### Toz Yönetimi

- Ekipmanın genel olarak sınırlı büyüklüğü ve taşınan malzemelerin daha küçük hacimlerinden dolayı, toz miktarı diğer endüstriler kadar büyük değildir. Bununla birlikte, toz olarak kaybedilen malzemelerin değeri çoğu zaman daha büyüktür; bu nedenle, tozun zapt edilmesi ve kazanılması veya daha da iyisi, kaçışının engellenmesi daha fazla fayda sağlar.

## KAĞIT HAMURU VE KAĞIT / ORMAN ÜRÜNLERİ

### Genel olarak

- Kağıt fabrikası, ağaç hamuru ve diğer bileşenlerden bir Uzun Elek Makinesiyle kağıt yapan bir fabrikadır. Kağıt hamuru fabrikası, odun yongalarını veya diğer bitkisel lif kaynağını, fabrikada kullanılan veya daha fazla işleme için bir kağıt fabrikasına gönderilen kağıt hamuruna dönüştüren bir üretim tesisidir.
- Konveyörler, kütükleri yonga makinesine, yongaları sindiriciye ve kömür ve ağaç kabuklarını tesisin elektrik üretim tesisine götürmek için kullanılır. Odun yongaları değerli bir hammadde ve ağaç kabuğu bir atık yan ürün olduğundan, yonga taşıma sisteminin bakımı daha dikkatli yapılır. Tuhaf boyutlu ve lifli malzemelerden oluşan yükünden dolayı, kabuk taşıma sistemi genellikle karmaşıktır.
- Plastik, odun yongalarından yapılan kağıt hamurunu kirletebilir. Bu nedenle, proste ve malzeme taşıma ekipmanında plastik kullanımıyla ilgili bir kaygı vardır. Bazı tesisler, örneğin üretilen bant sıyrıcıları olarak kullanılmasını yasaklayacaktır. Bu genellikle tesis seviyesinde bir karardır; endüstride hatta şirket seviyesinde konmuş hiçbir kural olmadığı görülmektedir.
- Endüstrideki sorunlar, lastik parçaları dahil ek veya alternatif yakıt kaynaklarının kullanımını içerir.
- Tesisteki diğer işlemler, elektrik üretimi, kül taşıma ve kimyasal taşıma dahil, iyileştirilmiş taşmadan faydalanabilir.



- Geri dönüştürülmüş kağıdın kağıt yapımı prosesine eklenmesi, tesisin ahşap işleme gereksinimlerini etkileyebilir.
- Çoğu kağıt fabrikası, kurum içi ve satın alınmış odun yongaları dahil, birkaç yonga kaynağından çalışır.
- Kağıt hamuru olarak ve kağıt fabrikalarında taşınan malzemeler bazı problemler teşkil eder. Lifler kolayca birbirine geçer, ekipman üzerinde iplik iplik malzemelerin birikmesine ve odun deposunda şutların tıkanmasına neden olur. Odun yongaları, bant ve ruloların üzerinde biriken ve temizlenmesi çok zor olan yapışkan reçine içerir.

### Konveyörler ve Transferler

- Bu endüstrideki bazı uygulamalar hafif, diğerleri ağır hizmettir. Ölçeğin ağır hizmet ucundakiler, ağaç boyunda veya kesilmiş kütüklerin yonga makinesi taşınmak üzere konveyörlerin üzerine boşaltıldığı, kabuk soyma tamburları yakınındaki uygulamalardır.
- Konveyör bantları genellikle 500 ila 1200 milimetre (24 ila 42 inç.) arasında genişliktedir ve 1,3 ila 1,8 metre/saniye (250 ila 350 ft/dk) hızla çalışır. Birçok durumda, bantlar düzdür veya çavuş şeritleri vardır.
- Dal parçaları ve odun yongaları, yan kenarın altına girme eğilimindedir ve yükleme bölgesini tıkayabilir veya döküntüye neden olabilir. Konik yükleme şutları ve kademeli olarak artan astar yüksekliğiyle yükleme şutu tasarımına özen gösterilmesi bunu önlemeye yardımcı olacaktır. Düşük basınçlı, kendiliğinden ayarlı yan kenar sızdırmazlıkları, sabit sızdırmazlık sistemlerine göre daha fazla “kendi kendini temizler” olma eğilimindedir.
- Hava şokları kullanımının dikkatlice gözden geçirilmesi gerekir, çünkü odun yongaları ve kabukları, dökme malzemelerin gözenekliliği nedeniyle çoğu zaman tipik bir uygulamadan daha büyük hava şokları gerektirir.
- Yönlendirilmiş lif levha (OSB) fabrikalarında, odun yongaları farklı şekillendiri-



lır, fakat fırına konmadan önce tabakalar da bir reçineyle kaplanır. Kaplama prosesinin yerine bağlı olarak, rulolarda ciddi oranda reçine birikmesi olabilir.

### Bant Temizleme

- Bant üzerinde ağaç reçinesi veya katranı bulunması, temizleme problemleri yaratır. Bunun kendiliğinden çıkması zordur ve diğer malzemelerin de (kabuk demetleri, yongalar veya ince parçalar) yapışmasına neden olarak temizleme prosesini zorlaştırır. Konveyör bandı üzerindeki yapışkan reçine, üretilen ön sıyrıcı uçlarının birbirine vurmasına ve titremesine neden olarak sıyrıcı ucunun ısınmasına ve bazı durumlarda erimesine dahi sebep olabilir. Bu problemi çözmek için bazen, normal basınçların üzerinde çalıştırılan ince tungsten karbür uçlu sekonder sıyrıcılar gerekir. Her bir üretim döngüsünden sonra, sıyrıcının birikenleri temizlemesine izin vermek için bandı yüksüz çalıştırmak da malzemenin sertleşmesinin önlenmesine yardımcı olabilir.
- Sindiriciyi besleyen konveyörün tahliyesi, üretilen bant sıyrıcı uçlarını yumuşatabilecek, dolayısıyla uç ömrünü kısaltabilecek kimyasallar içerir.
- Odun yongalarını veya kabukları eğimlerden yukarı taşımak için çoğu zaman profil destekli bantlar kullanılır. Bu bantları temizlemek için fırçalı sıyrıcılar ve çavuş bant sıyrıcılar gereklidir, fakat bunlar zor uygulamalardır.
- Kabuk taşıyan konveyörlerde, “kol ve uçlu” sekonder sıyrıcıların üzerinde, performansa engel olan lifli malzeme birikebilir. Tek parça uçlu sıyrıcılar veya hat üstü kolsuz sıyrıcılar kullanılması daha başarılı olacaktır.



- Kağıdın, ucun aşınmasından kaynaklanan renkli parçacıklarla kirlenmesini önlemek için, beyaz kağıt üretiminde özel bant sıyrıcı uçların kullanılması gerekebilir.

### Toz Yönetimi

- Tesisler, kağıt hamurlarına (toz bastırma yüzey etkin maddeleri gibi) kimyasallar ekleyerek proses kimyasına müdahale etmekten kaçınmaya çalıştıkları için, sisle bastırma yaygındır.
- Toz toplama sistemleri yaygın ve çoğu durumda büyük, merkezi torba filtrelerdir.

## AÇIK OCAK İŞLETMECİLİĞİ (KÖMÜR VE DİĞER MİNERALLER)

(Aynı zamanda bkz. Kömür Madenciliği ve Sert Kaya Madenciliği)

### Genel olarak

- Bu işletmeler için taşınan malzemelerin yüksek miktarı (kepçeli ekskavatörlerden taşıma kamyonlarına kadar) normalden büyük ekipman ve geniş, yüksek hızlı, yüksek tonajlı bantlı taşıma sistemlerinin kullanılmasına yol açar.
- Açık ocaklarda çıkartılan malzemeler, linyit ve düşük dereceli kömürden, adi ve değerli metal cevherlerine kadar uzanır.
- Cevhere ulaşılmadan önce genellikle büyük miktarlarda toprak ve alt toprağın çıkarılması gerekir. Cevher seviyesine kadar farklı tabakalar çıkarıldığından, bu örtü toprağının malzeme özellikleri büyük ölçüde değişiklik gösterebilir. Örtü toprağı çıkartıldıktan sonra arzu edilen malzeme çıkartılır.
- Örtü toprağı ve cevher, taşıma kamyonlarını veya yüksek hızlı konveyörleri



besleyecek bir halatlı veya kepçeli ekskavatör kombinasyonu ile çıkartılabilir.

- Maden alanlarının kazınması çoğu zaman başka bir yüksek kapasiteli malzeme taşıma sistemi içerir.

### Konveyörler ve Transferler

- Geniş, yüksek hızlı, yüksek kapasiteli konveyörler istisnadan ziyade kuraldır. Örneğin, Alman linyit işletmeleri 3200 milimetreye (124 inç) varan bant genişlikleri, 10,5 metre/saniye (2100 ft/dk) hızları olan konveyörler kullanır. Bu işletmeler ekipman tedarikçilerini daha büyük, daha hızlı, daha yüksek tonajlı sistemler için zorlar.
- Konveyör yükleme bölgelerinde çoğu zaman, kırılmamış, ham cevher malzemelerden kaynaklanan aşırı seviyelerde darbe vardır. Yükleme bölgeleri, darbe makaraları ve darbe yatakları veya bunların bir birleşimiyle, bu kuvvetlere dayanacak şekilde tasarlanmalıdır. Bu darbeyi kaldırabilmek için, birçok işletme yük bölgelerinin sızdırmazlığında zorluklara neden olan katener rulolar kullanmaktadır.
- Malzeme özelliklerinin değiştirilmesi (örneğin farklı örtü tabakalarından) şutları boğabilecek veya tıkayabilecek birimlere sebep olabilir. Transfer şutlarına hava şokları ve/veya vibratörlerin monte edilmesi yararlı olabilir. Kış ayları veya yağışlı mevsimlerde ciddi bant temizleme ve şut tıkanması problemleri yaşanır.

### Bant Temizleme

- Yüksek bant ve malzeme hızı, yüksek sürtünme sıcaklığına ve yüksek titreşim seviyelerine yol açar. Bant sıyrıcıları, bu şartlara dayanacak şekilde tasarlanmalıdır. Isıyı yaymak ve hizmet ömrünü uzatmak için çoğu zaman yüksek miktarda üreten içeren ön sıyrıcılar kullanılır.
- Bazı uygulamalarda yüksek konveyör çalışma hızları, daha yüksek basınçlı sekonder sıyrıcıların kullanılmasını önleyebilir; bununla birlikte, açık ocak konveyörleri üzerindeki büyük baş tam-

- burları, malzeme yolunun altında düşük basınçlı iki ön sıyırıcı için yeterli alana sahip olabilir.
- Yüksek malzeme adezyonu, genel temizleme performansını iyileştirmek ve ön sıyırıcı ve sekonder temizleme sistemlerinin ömrünü uzatmak için, ön sıyırıcıdan önce monte edilmiş bir kabuk kırıcının kullanılmasını gerektirebilir.
  - Malzemelerin potansiyel olarak büyük boyutu veya yapışkan doğası nedeniyle bant geri dönüş yolu temizliği önemlidir. Bu malzemeler bant ve saptırma tamburları arasına sıkışır ve bantı delerek veya gerilimini arttırarak banda zarar verebilir. Malzemelerin birikmesi de çabucak merkezden kaçmaya neden olabilir.
  - Bandın içi tarafındaki temizleme cihazları, yüksek darbeye dayanacak ve aski sistemlerinde malzemelerin sıkışmasını önleyecek şekilde tasarlanmalıdır. Kuyruk koruma sıyırıcılarına ek olarak çoğu zaman tambur sıyırıcıları uygulanır.
  - Bazı bantların uzunlukları ve taşıma kapasitelerinden dolayı, bazen başka bir döküntü kaynağı olabilen, (ikinci tahriki bir triper tipi güçlendirici olan) çift tahrikler monte edilir. Sınırlı alan ve çoğunlukla küçük tambur çaplarından dolayı, bunlar için sıyırıcıların montajı bilhassa zordur.
  - Yüksek performanslı üretilenler, zorlu sıyırıcı uygulamalarında daha üstün performans ve hizmet ömrü sunabilir.

### Toz Yönetimi

- Spreyle uygulanan su, tipik bir toz bastırma yöntemidir; bununla birlikte, yüksek oranlarda su uygulanması geri taşınan malzeme veya ızgaraların kapanmasıyla ilgili problemleri arttıracaktır. Ayrıca, suyun bulunabilirliği de bir sorun teşkil edebilir. Alternatif olarak yüzey etkin maddeyle veya köpükle bastırma değerlendirilmelidir.

- Primer kırıcıya giden kamyon boşaltması, genellikle toz zapt etme sistemleri gerektirecektir. Kamyonlar boşaltma yaptığımda çıkan toz çoğu zaman bir çökeltme kulübesi kullanılarak kontrol edilir.

## “DÜŞMANINI” TANI

### Sonuç olarak...

Dökme malzemeleri taşımak için bantlı konveyörler kullanan her endüstri, konveyör ve aksesuarlarının yapılandırmasını belirlerken hesaba katması gereken benzersiz şartlara sahiptir. Genel olarak konveyörlerin kullanımı için geçerli bazı hususlar olsa da, taşınan malzemedeki farklılıklar, konveyörlerin yerleştirildiği şartlar, ekipman ve endüstri standartlarının tümü, döküntü ve tozu sınırlama çabalarını etkiler.

### İlerideki bölümlerde...

Belirli Endüstrilerle İlgili Hususlar başlıklı bu bölüm, kaçak malzemeleri azaltma çabalarına katılan endüstrilere özgü şartların bilinmesinin önemini açıklayarak, Dökme Malzemelerin Taşınmasında Büyük Resim kısmını sürdürmektedir. Sonraki bölüm olan Özel Konveyörlerle İlgili Hususlar, bu kısmı sonlandırmaktadır.



**Şekil 33.1**

*Sıra dışı malzemelere veya özel gereksinimlere uymak için, geleneksel bantlı konveyör sistemine alternatifler sunan birtakım konveyörler vardır.*

### 33. Bölüm

## ÖZEL KONVEYÖRLERLE İLGİLİ HUSUSLAR

Özel Konveyör Sistemlerine Duyulan İhtiyaç .....	505
Kablolu Bantlı Konveyörler .....	506
Profil Destekli veya Çavuş Bantlar .....	507
Yatay ve Dikey Kavisli Konveyörler .....	508
Cepeli ve Bandobarlı Konveyörler .....	509
Kapalı Makaralı Konveyörler .....	510
Torbalı, Kıvrımlı, Tüp ve Boru Konveyörler .....	510
Sandviç Konveyörler .....	512
Konveyör Teknolojisinin Geleceği .....	513
Alternatif Sistemlere Duyulan İhtiyaç .....	513

**Bu bölümde...**

Bu bölümde, özel durumlar söz konusu olduğunda kullanılan, geleneksel bantlı konveyörlerin çeşitli alternatiflerini anlatıyoruz. Sunulan her bir alternatif teknolojinin faydalarını, dezavantajlarını ve tipik uygulamalarını belirtiyoruz. Aynı zamanda konveyör teknolojisinin geleceğine de göz atıyoruz.

Çoğu uygulama için geleneksel makaralı bantlı konveyörler pazara hakim olsa da, özel veya alternatif bantlı konveyörler yapıları da giderek daha çok değerlendirilmektedir (**Şekil 33.1**). Bu sistemler, yükü taşımak için hala bir bant kullanır, ama diğer bileşenler değişmiştir. Değişiklikler, bu konveyörlerin farklı kabiliyetler sunmasını veya özel uygulamalarda kullanılmasını sağlar.

---

**ÖZEL KONVEYÖR SİSTEMLERİNE DUYULAN İHTİYAC**


---

Burada anlatılan çeşitli alternatif teknolojiler arasında birçok ortak özellik vardır. En yaygın olanlar şunlardır:

**A. İyileştirilmiş çevre kontrolü**

Çoğu son teknoloji taşıma sistemi, temiz, yani döküntü ve toz olmadan, taşıma gerektirir. Transfer noktalarının en aza indirilmesi, bantların kapatılması ve yükleme ve boşaltma işlemleriyle bağlantılı döküntü ve tozun kontrol edilmesi, izinlerin alınması ve korunması, güvenli çalışma koşullarının sağlanması ve konveyör sisteminin performansının artırılması için zorunludur. Burada ele alınan geleneksel olmayan konveyörler, malzemenin daha iyi kontrol edilmesiyle genel veya özel faydalar sağlayabilir.

**B. İşçilik ve sermaye maliyetlerinde azalma**

Bu ileri konveyör teknolojileri çoğu zaman, ya konveyörün “izdüşüm” büyüklüğünü (yani sistemin montajı için gerekli zemin alanı) ya da yükü yükleme noktasından tahliye noktasına taşımak için gereken transfer noktalarının sayısını azaltmak amacıyla seçilir. Her ikisi de sermaye ve bakım maliyetlerini azaltabi-

lir. İzdüşümün büyüklüğünü azaltmak, önemli alan kısıtlamalarının olduğu yerlerde avantajlı olabilir.

Bu, aynı zamanda, yapısal bileşenlere yapılan sermaye yatırımı ve bakımın işletme maliyeti açısından da maliyet etkindir. Bu tasarımlardan birçoğu modüler olduğundan ve saha dışında da üretilip sahaya taşındığında “bırakılabilirliğinden”, daha kısa bir yapım programı başka bir artı olabilir.

**C. Transfer noktalarının sayısında azalma**

Makaralar, sızdırmazlık sistemleri, transfer şutları ve astarları gibi transfer noktası bileşenlerinde daha küçük bir sermaye yatırımı gerektirmeye ek olarak, bu özel konveyörler, genellikle toz ve döküntüyle başa çıkmak için ihtiyaç duyulan adam-saatleri veya ekipmanı gerektirmez. Malzeme daha az transfer noktasından geçtiği için, malzeme bozunumu da daha az olur.

Zorlu araziye geçme ve sermaye yatırımı en aza indirme gibi daima mevcut (ve gelişen) ihtiyaçlar dahil, konveyör teknolojilerindeki ilerlemeyi etkileyen birtakım faktörler vardır. Bununla birlikte, özel konveyör teknolojilerinin tüm uygulamalarında ortak payda olarak ortaya çıkan bir faktör, çevrenin korunmasıdır: Malzemenin temiz tutulması ve malzemenin, çevresini kirletmesinin önlenmesi.

Bu sistemler, sıra dışı malzemelerin, özel gereksinimlerin veya alan sınırlamalarının olduğu yerlerdeki uygulamalar için, geleneksel bantlı konveyörlere etkili alternatifler sunar.

Aşağıda, ticari unvanlara veya mülkiyet bilgilerine atıfta bulunmadan, bu özel konveyör teknolojilerinden birkaçı alfabetik sırayla özetlenmektedir. Alternatif konveyör teknolojileri hakkında daha fazla bilgiye, Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliğinin (CEMA) *DÖKME MALZEMELER için BANTLI KONVEYÖRLER*, *Altıncı* Baskı kitabından veya herhangi bir özel sistemin üreticisinden ulaşılabilir. (Bu konuyla ilgili bilgi için bkz. 24. Bölüm: *Hava Destekli Konveyörler*)

### KABLOLU BANTLI KONVEYÖRLER

Kablolu bantlı konveyör sistemleri, bant, makaralar yerine, bantın her bir kenarına yakın iki sürekli tel halatla destekler (Şekil 33.2). Bu kablolar bantın hem taşıma hem de dönüş taraflarını destekler ve bunlara tahrik gücü uygulandığında bantı hareket ettirmek için gereken mekanizmayı sağlar.

Kablolu bantlı konveyörler, yüksek çapraz bant sertliği seviyesine sahip özel bir bant kullanır. Bant, eni boyunca, tipik konveyör bantında olduğundan daha serttir. Bunun nedeni, sistem hiçbir makara kullanmadığından, bantın hem kendi ağırlığını hem de yükü desteklemek zorunda olmasıdır. Kabloları tutan kanallar, dış kenarların yakınında bantın hem üst hem de alt kaplamalarına kalıplanmıştır.

Yükleme ve tahliye bölgeleri, kablo kanallarını bantın içinde barındıracak şekilde tasarlanmış tamburlarla geleneksel bir konveyöre benzer. Halatlar ve bant, her birinin ayrı bir tambura sarıldığı, konveyörün yükleme (kuyruk) ve tahliye (baş) uçlarında ayrılır.

Kablolu (veya tel halatlı) konveyörler en çok, yatay ve dikey kavisler gereken uzun mesafe uygulamaları için uygundur; uzun mesafelerde ve zorlu topografyalarda güvenilir taşıma sağlarlar. Tipik uygulamalar en az bir kilometre (3300 ft) uzunluğundadır. Yatay ve dikey kavislerle başa çıkabildik-

lerinden, kablolu bantlar transfer noktalarına duyulan ihtiyacı azaltabilir; malzeme bozunumu ve transfer noktalarıyla bağlantılı bakım maliyetleri de buna bağlı olarak düşer.

#### Faydaları

- Yatay ve/veya dikey kavisler için uygundur  
Kablolu bantlı konveyörler, zorlu araziler üzerindeki uygulamalar için çok uygundur.
- Uzun mesafe konveyörleri için idealdir  
Tipik montaj en az 1000 metre (3300 ft) uzunluğundadır.
- Düzgün bir yolculuk sağlar  
Makaraların yarattığı çalkantıdan dolayı malzemeler ayrışmaz.

#### Dezavantajları

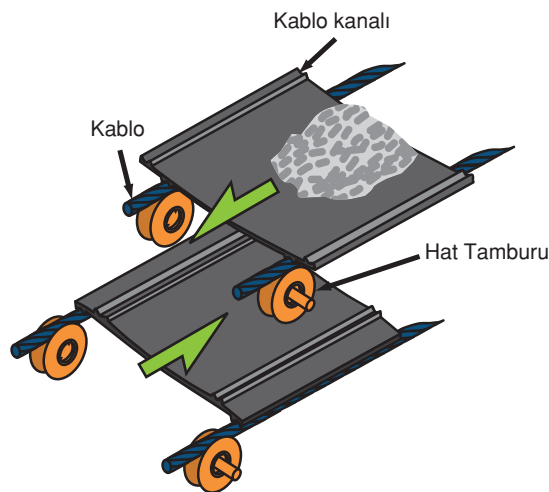
- Tasarımdan ödün verme  
Bant ve kablo sistemi arasındaki sürtünme, yükleme alanında uygun bant desteği kullanmak için yetersizdir.
- Bantın sızdırmazlığının sağlanması veya temizlenmesinde zorluk  
Gereken donanım bantın toplanmasına veya gerilmesine neden olabilir. Kablo tahrik mekanizmasının baş tamburuna yerleştirilmesi, sıyrıcıların buraya sığmasını zorlaştırır.
- İklim koşullarına karşı savunmasızlık  
Hava şartları, kablo ve bant arasında sürtünme kaybına neden olabilir.

#### Tipik Uygulamalar

- Uzun yerüstü sistemleri  
Bu sistemlerin, zorlu arazi üzerinde cevher taşıyan sistemlerde etkili olduğu ispatlanmıştır.

**Şekil 33.2**

Kablolu bantlı konveyörler, bantı desteklemek ve hareket ettirmek için bir tel halat kullanır.



## PROFİL DESTEKLİ VEYA ÇAVUŞ BANTLAR

Profil destekli bantlar, bantın yüzeyine büyük profillerin, kanatların veya çavuş şeritlerinin takılı olduğu bantlardır (**Şekil 33.3**). Bu profil destekleri bant yüzeyine vulkanizasyonla veya mekanik sabitleme elemanlarıyla takılabilir. Konveyörün yapısı, taşıyıcı tarafta gelenekseldir; oluk açısı bantın sertliği ve profil desteklerinin yapılandırılmasıyla sınırlıdır. Dönüş makaraları, ayrıntı rulolar, kauçuk disk rulolar veya kanat rulolarının kullanılması yoluyla profil desteklerini hesaba katmalıdır. Bazı durumlarda, bantlarda, yüzeye takılmış veya içine kalıplanmış (12 milimetre (0.5 inç) veya daha kısa) düşük profilli iki yönlü çavuş şeritleri bulunur (**Şekil 33.4**). Genel olarak, bu bantlar özel dönüş makaraları gerektirmez.

### Faydaları

- Artırılmış bir eğim açısına izin verir  
Bu sistemler malzemeyi 45 derece kadar dik eğimlerden yukarı taşıyabilir. Bu, konveyör sisteminin genel izdüşümünü azaltılmasını sağlar (**Şekil 33.5**).

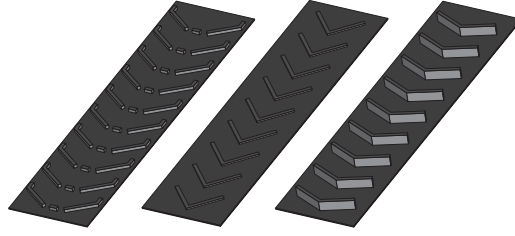
### Dezavantajları

- Kapasite sınırlamaları  
Eğim açısı arttıkça, kapasite düşer.
- Profil desteklerinin hasara açıklığı  
Bant yüzeyinin üzerine yükseltilen nesnelere, malzeme topakları, yan kenar sızdırmazlıkları ve sıyrıcılardan gelecek hasara açık olur.
- Bant temizleme zorluğu  
Geri taşınan malzemeyi kontrol etmek için, su spreylere, hava bıçakları, dövücüler veya ayrı parmaklara sahip özel olarak tasarlanmış sıyrıcılar gibi özel cihazlar monte edilmelidir. İki yönlü çavuş bantlar, bant temizliğini kolaylaştırır; ancak yine de özel temizleme cihazları gerekecektir.

- Yan kenar sızdırmazlığındaki zorluk  
Sızdırmazlık sistemlerinin toz ve döküntüyü kontrol edebilmesi için profil destekleri bantın kenarından kırılmalıdır.
- Bant kayması için sınırlı tolerans  
Profil destekli alanlar, eğer bant yüklem alanı boyunca düzgün merkezde yol almazsa, sızdırmazlığı erken aşındırmak için sızdırmazlık sisteminin altında ileri ve geri hareket edecektir.

### Tipik Uygulamalar

- Agregalar  
Bu sistemler, özellikle alanın sınırlı ve eğimlerin dik olduğu yerlerde kullanışlıdır.
- Ağaç esası malzemeler  
Bu sistemler, özellikle alanın sınırlı/kısıtlı olduğu yerlerde kullanışlıdır.



**Şekil 33.3**

Bant profil destekleri, konveyör ve yüke uyacak şekilde çeşitli yapılarla mevcuttur.



**Şekil 33.4**

İki yönlü çavuş bantlarda, çavuş şeritleri bantın yüzeyine içine kalıplanır.



**Şekil 33.5**

Çavuş şeritli bantlar, malzemenin eğimli konveyörlerden yukarı taşınmasında etkilidir.

- “Yuvarlak” dökme malzemeler  
Profil destekleri/çavuş şeritleri, yükün konveyörde geriye doğru yuvarlanma eğiliminde olduğu yerlerde etkilidir.

### YATAY VE DİKEY KAVISLİ KONVEYÖRLER

Dikey ve yatay kavisli bantlı konveyörler, arazi engelleri, yol hakkı sınırlamaları, endüstriyel veya mülkiyet kısıtlamaları veya diğer birçok nedenden dolayı yerüstü konveyörleri, yükleme ve tahliye noktalarına düz bir hatta bağlanamadığında kullanılır. Bu konveyörlerin kıvrılma kabiliyetleri bir veya daha fazla ara transfer noktası gereksinimini ortadan kaldırabilir (**Şekil 33.6**).

Yarıçapın dışındaki makaralar yükseltileyerek geleneksel bantlı konveyörlerin yatay bir kaviste dönmesi sağlanabilir. Yükseltilmiş yapıya izin vermenin dışında, başka herhangi bir büyük değişiklik gerekmez ve konveyörler, yaygın olarak bulunan bileşenler kullanılır.

Belirli bir durum için doğru bantı, yüksekliği ve gerilimi belirlemek için bir mühendislik analizi gerekir. Dönüş yarıçapı değişir, fakat genellikle 95 metre (300 ft) civarındadır.

Bandın kavisleri dar bir yarıçapla dönmesini sağlamak için stratejik olarak yerleştirildiklerinde, bant gerilimlerini kontrol etmeleri için ara tahrikler kullanılır. Bu kavisli konveyörlerin tasarımcıları, makaraları yana yatırarak, arzu edilen geometriye ve bant gerilimine ulaşabilmişlerdir. Bilgisayar modelli simülasyonlar aracılığıyla mühendislik, tasarımcıların sistem bileşenlerinin birbirleriyle düzgün şekilde etkileşimde

bulunacağından emin olmasına imkan vermiştir.

Bu teknoloji için en iyi uygulama, uzun yerüstü konveyörlerinin araziye adapte olmasına izin verir; böylelikle transfer noktalarını ortadan kaldırır. Tasarım ve yapım, birden fazla yatay kavis içeren, birkaç kilometreye (mile) kadar uzunluğa sahip yerüstü konveyörlerinin yaygın olarak görüldüğü noktaya ulaşmıştır.

Konveyörlerdeki dikey kavisler, içbükey (yukarı kavisli) veya dışbükey (aşağı kavisli) olabilir. Aşağı kavisli bantlar genelde çok problem yaratmaz; fakat kavis, bantı kavisli alanda çok çabuk bükerek banda zarar vermemesi için aşamalı olmalıdır. Bununla birlikte, yukarı kavisli bantlar neredeyse her zaman problemlere neden olur. Eğer yukarı kavisli sistem mükemmel bir şekilde tasarlanmamışsa veya yükleme veya bant geriliminde değişiklikler varsa, bant, kavisli alandaki makaralardan kalkacaktır. Bu, bantı yükleme bölgesinde yükselterek bantta şiddetli hasar verir ve yükleme bölgesinin sızdırmazlığını imkansız hale getirir.

### Faydaları

- Bir transfer noktası ihtiyacını ortadan kaldırabilir

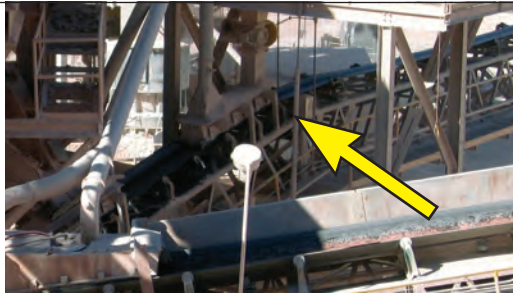
Kavisler, aksi durumda geleneksel konveyörler için transfer noktalarının gerekeceği yerlerde değişikliklere izin verebilir.

### Dezavantajları

- Ek mühendislik gerekir  
Sistem tasarımı, daha deneyimli mühendisler ve dolayısıyla daha pahalı mühendislik gerektirir.
- Artan yapım karmaşıklığı  
Sistemin arazi üzerinde kusursuz bir yol elde edecek şekilde monte edilmesi, daha yüksek uzmanlık gerektirir.
- Bant kenarında gerilim  
Artan kenar gerilimi bant ve makaralarda problemlere neden olabilir.

**Şekil 33.6**

Bazı özel mühendislik işlemleri, konveyörlerin dikey veya yatay kavisler barındırmasına izin verecektir.





## Tipik Uygulamalar

- Uzun yerüstü konveyörleri  
Kavisler, konveyörün, transfer noktaları gerekmeden engellerin etrafından dolmasına izin verir.
- Konveyörleri yükseltme  
Sistem, malzemenin depolama tanklarının içine yükseltilmesine veya tesiste daha yüksek katlarda proses işlemlerine izin verir.



**Şekil 33.7**

Cepli / bandobarlı konveyörler, malzemeyi zapt etmek için merkezi profiller ve esnek bandobarlar içerir.

## CEPLİ VE BANDOBARLI KONVEYÖRLER

Cepli konveyörler, büyük merkezi profil destekleri olması bakımından profil destekli konveyörlere benzer (**Şekil 33.7**). Banda eklenen esnek yan duvarlar, bir kepçeli elevatöre benzer bir dizi sürekli cep oluşturur. Bant, gerekli bükülmeyi tolere etmek için yüksek çapraz bant sertliğine sahip özel bir yapıdadır. Dönüş tamburlarının, bandın yalnızca dış kenarlarına temas etmesine izin verilir. Cepli bantlı konveyörler çoğu zaman bir "S" şeklinde yapılandırılır ve sınırlı alanın bulunduğu yerlerde kullanılır. Cepli konveyörler, büyük yüksekliklerde minimum alan gereksinimleriyle yüksek taşıma kapasitesi sağlar (**Şekil 33.8**).

### Faydaları

- Yükü nispeten küçük alanda yükseltebilir  
Sistem, minimum bant desteğiyle yükü dikey olarak kaldırabilir.
- Yükün olması gereken yere yerleştirilmesini sağlar  
Bant, tahliyenin dengelenmesini sağlamak için düşey eksen etrafında bükülebilir.
- Kendi sızdırmazlığını oluşturur  
Kenar sızdırmazlıklar gerekmez.
- Kısıtlı bir yol izler  
Nispeten dar dışbükey ve içbükey eğimler dahil edilebilir.



**Şekil 33.8**

Cepli konveyörler, büyük yüksekliklerde minimum alan gereksinimleriyle yüksek taşıma kapasitesi sağlar.

### Dezavantajları

- Özel bant tertibatı gerekir  
Bant pahalıdır ve özel üretilmesi gerekir. Yedek bant tertibatı için uzun teslim süreleri söz konusu olabilir.
- Ceplerin hasara açıklığı  
Duvarlar bant yüzeyinin üzerine doğru uzanır, bu nedenle engellere takılabilirler.
- Bandı temizleme zorluğu  
Geleneksel bant sıyırıcıları, malzemenin, ceplerin içinden temizlenmesinde etkili değildir.

### Tipik Uygulamalar

- Dik eğimler gerektiren küçük, kuru topraklar veya ince taneli dökme malzemeler  
"Ceplerde" taşınan malzeme eğik konveyörlerin üzerine geri yuvarlanmayacaktır.
- Sınırlı alana sahip uygulamalar  
Zapt edilen malzeme, dik bir açıyla yük-

seltilebilir, bu sayede konveyör minimum zemin alanına ihtiyaç duyar.

### KAPALI MAKARALI KONVEYÖRLER

Kapalı makaralı konveyörler, bandın taşıyıcı taraf üzerinde profil destekleri veya profillerle donatıldığı yerde tamamen kapalıdır. Bu profiller yükü taşımının yanında, döküntü ve tozu dönüş yolu altında kaplama boyunca yükleme bölgesine sürüklenme görevi görür (**Şekil 33.9**). Döküntü ve tozu kendiliğinden banda geri yüklemenin çeşitli yöntemleri vardır, bunlar genellikle kuyruk tamburuna takılan çark benzeri kanatlarla yapılır. Bazı tasarımlarda makaralar tamamen kapatılırken, diğerlerinde makaralar manivelayla destekli veya dışarıdan erişilebilir.

#### Faydaları

- Konveyörde kapalı taşıma ve dönüş tarafları sağlar  
Toz ve döküntü, muhafaza içinde zapt edilir.
- Modüler yapı kullanır  
Tasarım ve üretim, montaj için gereken süreyi azaltır.
- Yükleme teknikleri gerekmez  
Sızdırmazlık kauçuğunun ayarlanmasına veya değiştirilmesine gerek yoktur.

#### Dezavantajları

- Problemleri sürüklenme sistemi  
Sürüklenme sistemi tüm malzemelerde etkili olmayabilir. Yapışkan malzemeler birikecektir.
- Makaraların bakımı zordur  
Muhafazanın içindeki döner bileşenlerin yeri, erişimi zorlaştırır.
- Sürüklenme sistemi nedeniyle sınırlı hız  
Döküntünün yüke geri döndürülmesi

tüm sistemi yavaşlatabilir.

#### Tipik Uygulamalar

- Tahıl taşıma  
Bu sistemler çoğunlukla tahıl elevatörleri ve işleme tesislerinde görülür.

### TORBALI, KIVRIMLI, TÜP VE BORU KONVEYÖRLER

Bu özel konveyörler sınıfı, özel olarak tasarlanmış bir bant ve taşıma sistemi kullanır (**Şekil 33.10**). Her durumda, banda sızdırmaz, toz geçirmez bir tüp şekli verilir. Torbali veya kıvrımlı konveyörlerde bant, gezer konveyöre benzer bir baş üstü taşıma sistemi tarafından tutulan özel kenarlara sahiptir. Tüp veya boru konveyörler, radyal olarak yerleştirilmiş bir dizi makarayla bir tüpün içine yuvarlanan özel yapım bir bant içerir. Tüp, yükleme ve tahliye noktalarında özel kılavuzlarla açılır (**Şekil 33.11**).

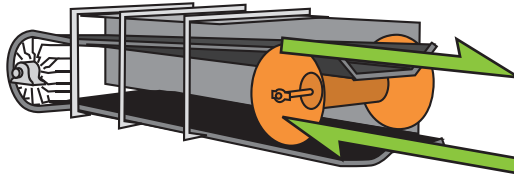
Bu konveyörler tamamen kapalı olduğundan, taşıma sırasında çevre kirliliği ve döküntü ortadan kaldırılır, yükün kirlenmesi veya çalınması engellenir ve ürün bozunması azaltılır. Boru konveyörlerle gerçekleştirilebilen yatay kavisler, transfer noktalarının sayısını ve sisteme güç vermek için gerekli tahrik sayısını azaltır. Boru konveyörlerin, dik yukarı ve aşağı eğimlere izin verebilmesi, alan veya mülkiyet kısıtlamalarına uyarken bir konveyörün uzunluğunu azaltabilir. Bir boru konveyörün dönüş bandı, döküntü ve tozu önlemek amacıyla bandın kirliliğini kapatmak için tüp şekline de getirilebilir. Bazı durumlarda, dönüş bandı, malzeme taşımak için kullanılabilir.

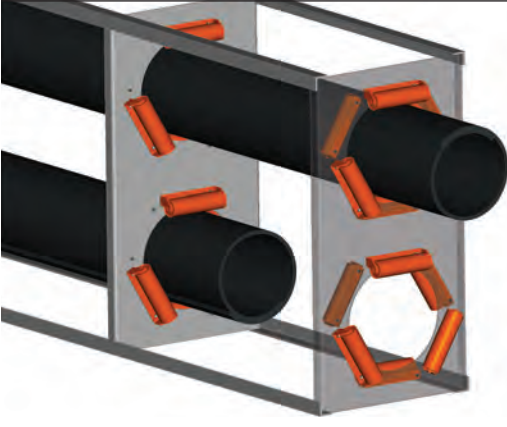
#### Faydaları

- Yükleme bölgelerini ve transfer noktalarını azaltır  
Bu sistemler, dar dikey ve yatay kavisleri alabildiğinden transferleri ortadan kaldırılabilmektedir.
- Kirlenme olmayan temiz bir işletme sağlar  
Yük kapalıdır, bu nedenle hiçbir malzeme kaçmaz ve kir içeriye girmez.

**Şekil 33.9**

Kapalı makaralı konveyörler malzemeyi tahliye noktasına çekecek profiller içerir.





**Şekil 33.10**

Sol: Boru veya tüp konveyörler, malzemeyi zapt etmek için bantı bir tüp şeklinde yuvarlar. Sağ: Torbalı veya kıvrımlı konveyörler, bir cep oluşturmak için bantın kenarını tutar.

- Çoğu dökme malzeme için makul akış hızları sağlar  
Sistem çoğu gereksinime uygun bir kapasite sağlar.
- Her iki yönde malzeme taşıyabilir  
Sistem örneğin bir limana/limandan malzeme taşıyabilir; böylelikle, ikinci bir konveyör sistemi ihtiyacını ortadan kaldırabilir.

#### Dezavantajları

- Daha fazla maliyet  
Yapı, kılavuzlar ve bant tertibatı daha karmaşıktır, dolayısıyla daha pahalıdır.
- Özel olarak tasarlanmış bant tertibatı gerektirir  
Değişim gerektiğinde, özel bant tertibatı hem maliyeti hem de süreyi arttırabilir.
- Yükleme noktalarında sızdırmazlık zorluğu  
Bantın son şekle geçişi sızdırmazlığı zorlaştırır.
- Bant temizliği gerekir  
Bant temizliği kritik önem taşır, çünkü geri taşınan malzeme, bantı taşıyan donanımına engel olabilir.
- Ek güç gereksinimi  
Sistem, geleneksel makaralı konveyörlere göre yüzde 30'a kadar daha fazla güç kullanabilir.



**Şekil 33.11**

Tüp, yükleme ve tahliye noktalarında özel kılavuzlarla açılır.

#### Tipik Uygulamalar

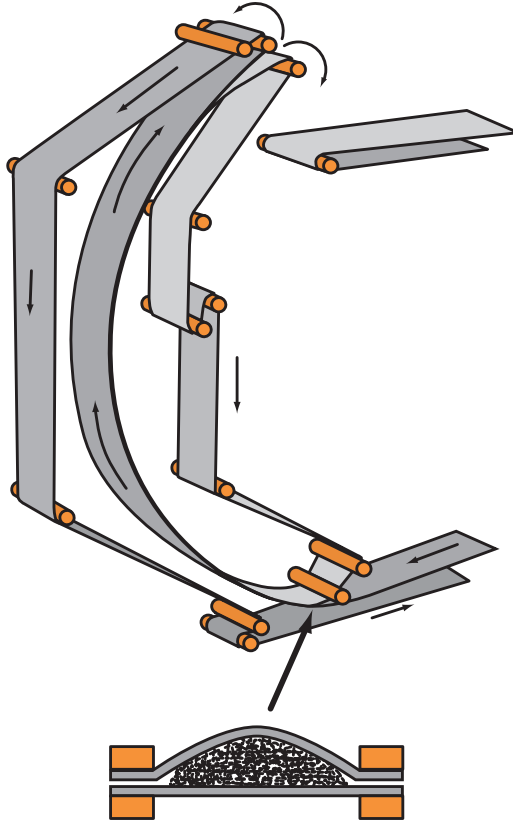
- Limanlar  
Yükün kapalı olması su kütlelerine dökülmesini engeller.
- Alanın sınırlı olduğu endüstriyel uygulamalar  
Sistemin yüksek eğimli açılara ve kavisli yollara izin vermesi, dar alanlarda montaja olanak sağlar.
- Kirlenme olmadan işlem gerektiren malzemeler  
Yükün muhafazası, yükü kirlenmeden korur.

## SANDVIÇ KONVEYÖRLER

Yüksek açılı konveyörler olarak da bilinen sandviç konveyörler, genellikle iki adet bant kullanarak malzemeleri dik açılardan yukarı taşımak için kullanılır. Yük, iki bant arasına, sandviçinin içindeki et gibi yerleştirilir (Şekil 33.12). Bu sistemler yükü tutmak ve sandviç şeklini oluşturmak için modifiye edilmiş makaralar kullanır. Konveyörler genellikle "S" harfi şeklindedir ve küçük bir izdüşüm içinde yükleri dikey olarak kaldırmak veya indirmek için kullanılırlar (Şekil 33.13).

**Şekil 33.12**

Sandviç konveyörler, dik eğimlerden yukarı taşımak için yükü iki bant arasına yerleştirir.



**Şekil 33.13**

Sandviç konveyörler genellikle silo doldurma ve kendinden boşaltmalı gemiler gibi uygulamalarda görülür.



## Faydaları

- Yüksek kapasiteleri dik eğimlerde taşıyabilir  
Sistem malzemeyi kısıtır, bu şekilde bant malzeme kaybı olmadan yüksek açılara tırmanabilir.
- Sınırlı zemin alanı için idealdir  
Yüksek eğim açısı, konveyörün izdüşüm gereksinimlerini düşük tutar.

## Dezavantajları

- Döner bileşenlerin zor bakımı  
Bu sistemler birtakım bileşenleri dar alanlara kapatır.
- Verimli çalışma için kritik yükleme  
Eğer malzeme yükleme sırasında hatalı yerleştirilmişse, bant sandviçi sıkıca kapatamayarak sistemin faydasını ortadan kaldırabilir.
- Zor bant temizliği  
Bant temizliği özel zorluklar içerir, çünkü üst bandın baş aşağı temizlenmesi gerekir. Bant temizleme ve merkezleme ekipmanı için sınırlı alan vardır.

## Tipik Uygulamalar

- Ocak içi kırıcı işlemleri  
Bu sistemler, malzemeyi ocağın yukarı çıkarmak için dik bir açının gerektiği yerlerde yararlıdır.
- Silo doldurma  
Sistem, konveyör izdüşümünü azaltabilecek yüksek eğim açılarından dolayı kullanışlıdır.
- Kendinden boşaltmalı gemiler  
Bu sistemler, malzemenin gemiden yükseltilerek çıkarılmasını mümkün kılar.

## KONVEYÖR TEKNOLOJİSİNİN GELECEĞİ

İleri teknolojiler gelişmeye devam ettikçe, önceki kısımda özetlenen faydalar konveyör sistemlerinin sıradan özellikleri haline gelecektir. Böylelikle, bantlı konveyörler daha az transfer noktalarına sahip olacak ve daha az bakım gerektirecektir. Yeni malzemelerin benimsenmesi ve daha iyi bakım planlaması dahil başka değişiklikler de olacaktır.

### Yeni Bant Tertibatı Malzemeleri

Konveyör bantları, daha hafif ve yüksek sıcaklıklara dayanabilen yeni geliştirilmiş malzemelerden üretilmektedir. Bant eki için kullanılan sentetik bileşenler, mekanik ve vulkanize bant eklerinin yerini alabilir. Anti statik, yapışmaz bant kaplaması, yaşlanmaya ve hava şartlarına daha iyi direnç göstermenin yanı sıra, geri taşınan malzemeyi azaltmak için malzemeyi defedecektir.

### Kestirimci Bakım ve Uzaktan Teşhis

Giderek daha fazla konveyör sistemi, ekipman dikkat gerektirdiğinde, bakım alarmları veren sensörler içerecektir. Konveyör sistemlerini online izleyen ve beklenen arızaları tahmin eden izleme raporları oluşturan kestirimci bakım programlarının, bakım maliyetlerini önemli oranda azaltma potansiyeli vardır. Kritik tesis ekipmanının çalışma durumu hakkındaki bu doğru, kısa ve pratik bilgiyle, bakım personeli, üretimi tehdit etmeden önce dengesizlik, kaçıklık ve rulman kusurları gibi problemleri teşhis edebilecektir.

Sıcak noktaları tam olarak saptayan, rutubet seviyelerini tespit eden ve motorlardaki veya motorlara bağlı herhangi bir sistemdeki elektriksel veya mekanik arızaları kestirebilen uzaktan teşhis cihazları mevcuttur. Bant yüzeyindeki sürtünme katsayısı değişikliklerine göre kendini ayarlayan bant temizleme ekipmanı vardır. Diğer sensörler, bakım personelinin dikkat gerektiren bileşenler konusunda uyararak titreşim analiz, lazerle hizalama ve yağ ve yağlayıcı analizi kullanır. Bu tür cihazların yaygınlığının ya-

kın gelecekte artması muhtemeldir. Sonuçta, felaket boyutundaki ekipman arızalarını halletmek için acil durum kesintileri yerine, durumu kötüleşen ekipmana zamanında özen gösterilmesiyle bakım maliyetleri azalacaktır.

## ALTERNATİF SİSTEMLERE DUYULAN İHTİYAÇ

### Sonuç olarak...

Çevre yönetmeliklerine uymak, zorlu topografyalar üzerinden uzun mesafelere malzeme taşımak ve yatırım getirilerini hızlandırmak için ileri konveyör teknolojilerinden yararlanan dökme malzeme taşıma tesislerinin çok sayıda örneği vardır.

Bu alternatif konveyör sistemleri, belirli montajlar veya özel bir problemi çözmek için uygun olabilir. Ancak her birinin kendine göre sınırlamaları ve dezavantajları vardır. Bu sistemler, belirli sebepler için vardır: En azından bir ihtiyaca cevap verdiklerinden, belirli bir derecede ticari kabul görmüşlerdir. Genel amaçlar için, geleneksel bantlı konveyör, performans standardı ve bu diğer sistemlerin karşılaştırılarak değerlendirilmesi gereken değer lideridir. Geleneksel bantlı konveyörler, zorlu koşullarda tatmin edici performans konusunda çok eski bir geçmişe sahiptir.

### İlerideki bölümlerde...

Özel Konveyörlerle İlgili Hususlar hakkındaki bu bölüm, Dökme Malzemelerin Taşınmasında Büyük Resim kısmında ve bu kitaptaki son bölümdür. Bir sonraki kısım, Dökme Malzeme Taşıma Yenilik Merkezi ve Foundations™ Eğitim Programları da dahil, Martin Engineering'deki Araştırma, Personel Gelişimi, Hizmetler ve Ürünleri anlatmaktadır.



# MARTIN ENGINEERING

• ARAŞTIRMA .....	516
• PERSONEL GELİŞİMİ .....	518
• HİZMETLER.....	520
• ÜRÜNLER .....	521



### MARTIN ENGINEERING DÖKME MALZEME TAŞIMA YENİLİK (İNOVASYON) MERKEZİ (CFI)

Hem dökme malzemelerin davranışı hem de bu malzemeleri taşıyan ekipman sistemlerinin performansına dair anlayışı artırmak için, Martin Engineering yeni bir kurumsal araştırma merkezi, Dökme Malzeme Taşıma Yenilik Merkezini (CFI) açtı.

Martin'in Neponset, Illinois'teki merkez kampüsünde yeni 2.100 metrekarelik (22,600 foot kare) bir binada yer alan CFI, dökme malzeme taşımamı iyileştirmek için yenilik, işbirliği ve eğitim hedeflerine sahip 5 milyon USD'lik bir tesistir.

Yenilik Merkezi, dökme malzemenin temiz ve verimli taşınmasının zorunlu olduğu endüstriyel işletmelerde iyileştirilmiş verimlilik ve karlılık vaat ediyor. Martin'in yeni kurumsal araştırma merkezi, kömür yakıtlı elektrik üretimi, kömür ve sert kaya madenciliği, kum ve çakıl üretimi, kağıt hamuru ve kağıt ve çimento gibi endüstrilerde dökme malzemelerin taşınmasını iyileştirmeye odaklanmıştır.

#### Temel Bilim Ürün Geliştirmeye Buluşuyor

Yarı salt bilim araştırma laboratuvarı ve yarı endüstriyel ürün geliştirme merkezi olan CFI, dökme malzemelerin taşınmasıyla ilgili yaygın problemleri çözmek amacıyla pratik araştırma yapmak için şirketler, endüst-

ri birlikleri ve üniversiteleri içeren ortaklarla işbirliği yapar. Bu problemler ek bakım giderlerine ve azaltılmış verimliliğe yol açar.

Bilim adamları, mühendisler ve teknisyenler dahil, tam zamanlı CFI personeli, kendini dökme malzemelerin davranışı ve malzeme taşıma sistemlerinin performansına dair anlayışı geliştirmeye adanmıştır.

CFI, dökme malzemeleri ve prototip bileşenleri simüle edilen çalışma koşulları altında test etmek için, üç parçalı bir kapalı devre konveyör sistemi dahil, hem bilimsel aletlere hem de tam ölçekli malzeme taşıma ekipmanına sahiptir.



Martin'in Dökme Malzeme Taşıma Yenilik Merkezindeki üç parçalı bir kapalı devre konveyör sistemi, tam ölçekli malzeme taşıma testine imkan verir.



### İhtisas Araştırması Laboratuvarları

Odaklı laboratuvarlar, metallerin, polimerlerin ve dökme malzemelerin performans ve karakteristiklerinin analizi ve testinin yanı sıra, bileşen çeşitli sert ortamlarda hızlandırılmış testine de izin verir.

***“Dökme Malzeme Taşıma Yenilik Merkezi, hizmet verdiğimiz endüstrilere bağlılığımızın önemli bir göstergesidir.”***

***– Edwin H. Peterson***  
**Yönetim Kurulu Başkanı**

Martin, endüstride, dökme malzemelerin taşınmasını iyileştirmeye yönelik bu temel “önce bilim” yaklaşımını ilk benimseyendir. Martin’in Yönetim Kurulu Başkanı Edwin H. Peterson’a göre, “Dökme Malzeme Taşıma Yenilik Merkezi, hizmet verdiğimiz endüstrilere bağlılığımızın önemli bir göstergesidir. Araştırma ortaklarımız, kullandıkları dökme malzemelerin özelliklerini ve nasıl taşınmaları gerektiğini daha iyi anlamının sağladığı faydalardan istifade edecektir. Bu, malzeme taşınmasını daha temiz, daha güvenli ve daha verimli kılan yeni teknolojilere yol açacaktır.”

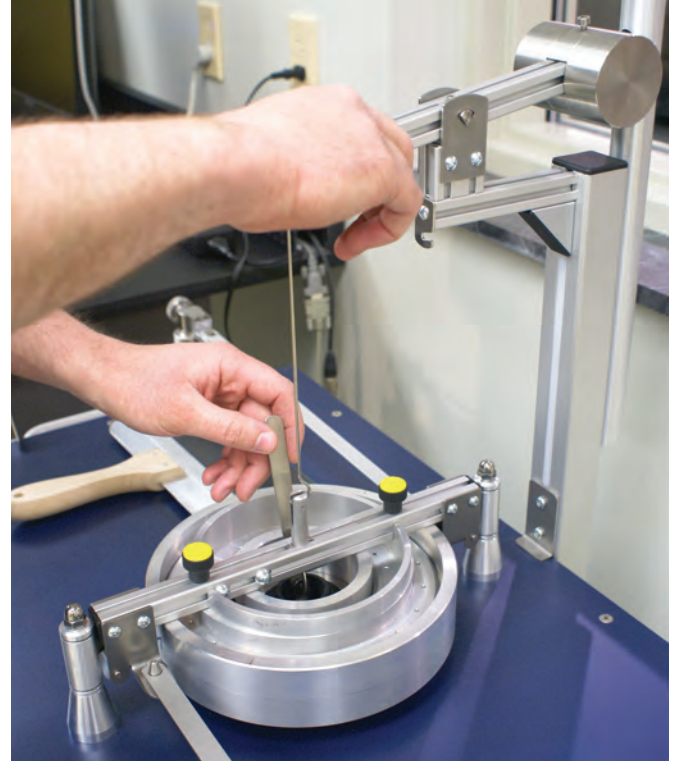
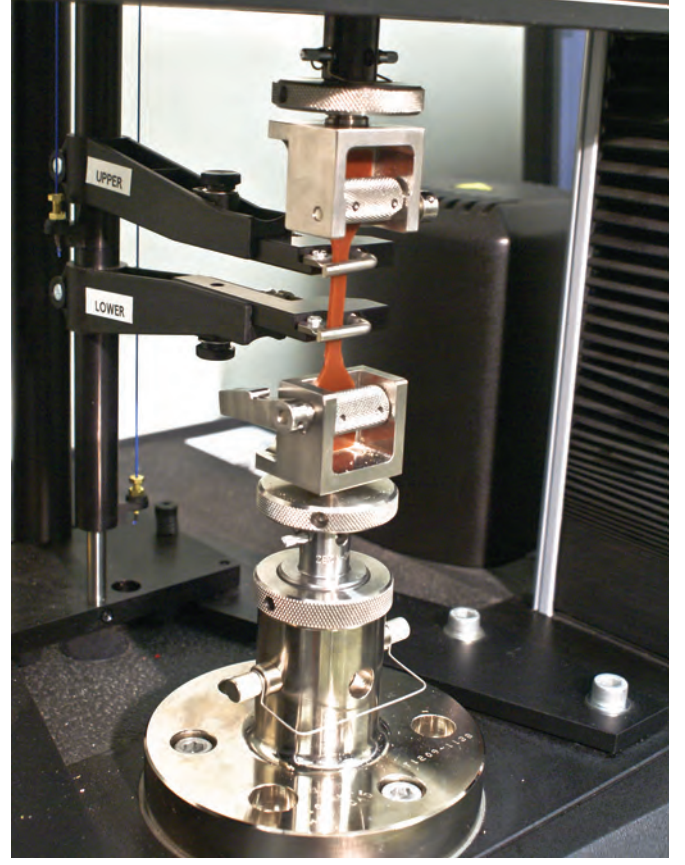
### Bir Eğitim Kaynağı

CFI, son teknoloji, 44 kişilik bir eğitim odası ve bir video konferans merkezi içeren adanmış eğitim ve öğretim kaynakları sunmaktadır.

CFI aynı zamanda kapalı devre, üç konveyörlü bir proses simülasyonu döngüsü barındırır. Ziyaretçiler, bir gözlem platformundaki pencereden veya kapalı devre video kameralardan proses simülasyonu döngüsünü izleyebilir.

### Endüstri Liderliği

Yenilik Merkezi, Martin’in, dökme malzeme taşınmasını daha temiz, daha güvenli ve daha verimli kılan sistemlere yenilik getiren öncü konumunu korumasına yardımcı olacaktır.





## **MARTIN ENGINEERING FOUNDATIONS™ TEMİZ, GÜVENLİ VE VERİMLİ BANTLI KONVEYÖRLER İÇİN EĞİTİM PROGRAMLARI**

Martin Engineering'in Foundations™ Eğitim Programları, eski ve yeni çalışanlara, aralarında fark gözetmeden, dökme malzemeleri taşımak için kullanılan bantlı konveyörlerin çalışması hakkında eğitim verir.

Bu ticari olmayan eğitim programları, hasarı önleme, kaçak malzemeyi kontrol etme, bakım maliyetlerini azaltma, güvenliği artırma ve çalışma verimliliğini iyileştirme hakkında bilgi sunar. Bu programlar, bantlı konveyörlerin başarımın bir anahtar olduğu işletmelerin güvenliğinin, çalışma şartlarının, performansının ve karlılığının iyileştirilmesiyle ilgilenen herkes için uygundur.

### **İhtiyaçlarınızı Kendi Programınıza Uygun Şekilde Karşılama**

Program oturumları size uygun bir zamanda planlanabilir; sizin tesisinizde, tarafsız bir sahada veya bir konferans veya ticari fuarda; bir şirket toplantısının parçası olarak veya odaklı bir eğitim oturumunda yapılabilir. Bir tesisin personeline verilebilir (ve bu personele odaklanabilir) veya bir şirketin birden fazla lokasyonunda veya uygun yerlerde bulunan birkaç işletmeden personele fayda sağlayacak şekilde düzenlenebilir. Küçük sınıf boyutları, sunumların resmi olmayan bir havada geçmesini sağlar ve özel problemlerin tartışılmasını teşvik eder.

Foundations™ Eğitim Programları, tesisinizi ve özel konveyör problemlerini tartışma fırsatları içerir. Önceden düzenleme yapılarak, tesisinizde yapılacak bir atölye çalışmasından önce, koşulları belgelemek ve ekipmanı değerlendirmek için bir saha incelemesi ya-

pılabilir. Daha sonra, inceleme sırasında çekilen dijital fotoğraflar atölye çalışmasına dahil edilecek, tartışmalar özel problemlere ve olası çözümlerine odaklanacaktır.

### **Sertifikasyon**

Bu sınıflar, Profesyonel Gelişim Saatleri (PDH'ler) olarak sayılabilir. Bir programa katılan herkese tamamlama sertifikaları verilir. Tüm seminerlerde, sunulan bilgilerin anlaşıldığını doğrulamak için bir "kitap açık" test yapılır.

### **Program Eğitimcileri**

Foundations™ Eğitim Programları, bantlı konveyörlerin üzerinde ve çevresinde yıllarca çalışmış sertifikalı Martin personeli tarafından verilir.

Bu tecrübeli profesyoneller, hem konveyör prensiplerinin teorik anlayışına hem de bantlı konveyörlerin işletilmesi ve sorunların giderilmesinde pratik "uygulamalı" deneyime sahiptir. Eğitimciler tüm dünyada çeşitli malzemeler taşıyan konveyörler görmüş ve sorunları çözmek ve verimi yükseltmek için yenilikçi çözümler sağlamıştır.

Atölye çalışması eğitimcileri, bir dizi eğitim malzemesinden yararlanır ve oturumları eğlenceli ve ilgi çekici tutan etkileşimli bir tarz kullanır.

### **Daha Fazla Bilgi İçin**

Zaman planlaması, kayıt ücretleri ve programın para iadesi garantisi için Martin'le irtibata geçin veya info@martin-eng.com.tr adresine e-posta gönderin.

## Yakında: Foundations™ Eğitim Programlarının 3 Seviyesi

Seviye 1: FOUNDATIONS™ TEMEL ATÖLYE ÇALIŞMASI	Seviye 2: FOUNDATIONS™ İŞLETME VE BAKIM SEMİNERİ	Seviye 3: FOUNDATIONS™ İLERİ DÜZEY KONVEYÖR SEMİNERİ
<b>Hedef Kitle</b> Bantlı konveyörler hakkında az veya sıfır bilgiye sahip, yeni işe alınmış çalışanlar	<b>Hedef Kitle</b> İşletme ve Bakım Personeli, Amirleri ve Üretim ve Bakım Müdürleri	<b>Hedef Kitle</b> Konveyör Tasarımcıları, Tesis Mühendisleri ve Tesis Müdürleri
<b>Süre</b> 1 gün veya daha az	<b>Süre</b> Birkaç gün	<b>Süre</b> Birkaç gün
<b>Üzerinde Durulacak Konu</b> Temel konveyör kavramları, güvenli çalışma uygulamaları ve temiz, güvenli ve verimli konveyör işlemleri için temel Foundations™ ilkeleri	<b>Üzerinde Durulacak Konu</b> Uygulamalı konveyör işlemlerinde yer alan kişilerin karşılaştığı zor problemlere pratik, problem ve çözüm yaklaşımı	<b>Üzerinde Durulacak Konu</b> Konveyör işlemlerinin teknik ve ticari yönleri: Kapsanan konular arasında güç gereksinimleri, transfer noktası tasarımları ve yatırım getirisi (ROI) hesaplamaları bulunur.
<b>Sunum</b> Bu, notlar içeren bir bilgisayar sunumu kullanan, kursun bir kurum içi personel veya konusunda uzman bir Martin Engineering çalışanı tarafından verilmesine izin veren paket bir programdır. Kavramlar, farklı dillerde anlaşılmasını kolaylaştıran bir şekilde öğretilir. Dinleyicilerin ihtiyaçlarına bağlı olarak, temel atölye çalışması yaklaşık 3-5 saatte sunulur ve sahaya özgü eğitim programlarını artırmak üzere tasarlanır.	<b>Sunum</b> Bu seminer genellikle, yerel durumun sahada minimum bir günlük incelenmesini ve konuda uzman bir Martin Engineering çalışanı tarafından yönetilen bir günlük sınıf tartışması içerir. Bu tartışma, kaçak malzemelerin kontrolü, bant hasarı, merkezden kaçma, darbe, aşınma, bant temizleme, toz kontrolü ve transfer noktası yapımı ve bakımı gibi alanlarda problem ve çözümlere odaklanır.	<b>Sunum</b> İşletim ve Bakım Semineri genellikle bu seminerin bir ön şartı olarak kabul edilir. İleri düzey Foundations™ semineri, nitelikli bir mühendis olan, konuda uzman bir Martin Engineering çalışanı tarafından verilir ve ilgi alanları ve sertifikasyon gereksinimlerine bağlı olarak genellikle 1-5 gün sürer.



## MARTIN ENGINEERING DÖKME MALZEMELERİN TAŞINMASINI İYİLEŞTİRMEYE ODAKLANMIŞTIR



65 yılı aşkın süredir, Martin, tüm dünyadaki endüstrilerde dökme malzemelerin taşınmasında karşılaşılan problemleri çözmeye odaklanmıştır. Martin, dökme malzemelerin taşınmasını iyileştiren (akışı artıran, döküntü ve tozu azaltan, bileşen ömrünü uzatan ve duruş süresini azaltan, çalışma ekipmanını ve sonucu iyileştiren) ve bunları Mutlak ve Koşulsuz bir Garantiyle destekleyen yenilikçi teknolojiler geliştirmiştir.

### Uzmanlık Alanları

#### Saha Hizmetleri

#### Dökme Malzemeler Taşıyan Tesislerdeki İşlemleri İyileştirmek için Kaynaklar

Çalışan tesislerdeki problemleri çözmek için, Martin, malzeme taşınmasını iyileştirmeye odaklı kapsamlı bir hizmet yelpazesi sunar. Sertifikalı, becerikli ve tecrübeli hizmet uzmanları, tesisinizin malzeme taşıma sistemlerinin performansında önemli bir fark yaratılmasına yardımcı olacaktır.

- Ekipman Montajı
- Uzmanlaşmış Bakım
- Proses İyileştirme

Saha İncelemesi

Ekipman Sayımı

Dökme Malzeme Testi

Geri Taşınan Malzeme Analizi

Toz İzleme

Akış Modelleme (DEM)

Lazerle Ölçme

Silo ve Bunker Temizliği

Hava Şoku Bakımı

Online Varlık Kütüphanesi



#### Personel Eğitimi

#### Dökme Malzeme Taşınmasının Neden ve Nasıl İyileştirileceği Hakkında Eğitim

Endüstri lideri Foundations™ kitapları ve eğitim programlarıyla, Martin, endüstri personelinin dökme malzeme taşınmasının kritik önemini anlamasına yardımcı olur. Müşteri odaklı programları, yeni işe alınanlara; tesis işletme ve bakım personeline ve müdürlerine; ve konveyör tasarımcıları, mühendisleri ve tesis müdürlerine, konveyör performansının kritik faktörlerini etkileyen değişkenlerin kontrol altına alınmasında yardımcı olacaktır. İhtiyaçlarınızı karşılayacak şekilde, sizin programınıza uygun hazırlanan programlar, yerinde ve ortak belirlenen bir yerde verilir.

- Konveyör Güvenliği Eğitimi
- Foundations™ Eğitim Programları (3 Seviye)
- Onaylı Konveyör Teknisyeni (CCT) Sertifikasyon Programı



---

## MARTIN ENGINEERING: SUNULAN ÜRÜNLER

---

### Konveyör Ürünleri

#### ***Bantlı Konveyörleri İyileştiren ve Kaçak Malzemeyi Kontrol Eden Sistemler***

Bantlı konveyörler, günde binlerce ton malzeme taşıma kapasitesine sahip, güvenilir, güvenli ve etkili sistemler sağlar. Bununla birlikte, sistem performansı, bileşen ömrü, çalışma programları ve düzenleyici uyumuyla ilgili sorunlara yol açan problemler ortaya çıkar. Martin Engineering, dökme malzemelerin taşınmasının genel verimlilik ve karlılığın anahtarı olduğu işletmelere yardımcı olmak için tasarlanmış çözümler sunar.

- Bant Temizleme Sistemleri
- Kuyruk Tamburu Koruma Sıyırıcıları
- Bant Merkezleyicileri
- Toz Yönetimi Sistemleri
  - Pasif Tutma Cihazları
  - Eklenebilir Toz Toplayıcıları
  - Toz Bastırma Sistemleri (Sis, Köpük ve Su Püskürtme)
- Transfer Noktası Teknolojileri
  - Bant Destek Yatakları
  - Şut Duvarı ve Aşınma Astarı Sistemleri
  - Yükleme Teknesi Sızdırmazlık Sistemleri
- Modern Konveyör Teknolojileri
  - Tasarlanmış Transfer Sistemleri
  - Hava Destekli Bantlı Konveyörler
  - Modern Konveyör Mimarisi

---

### Akış Yardımcısı Ürünleri

#### ***Depodan Endüstriyel Proseslere Dökme Malzemelerin Akışını İyileştiren Sistemler***

Martin, şirketin kurucusu, dökümhane bunkerlerinden kalıplama kumunun geri kazanılmasını iyileştirmek için Vibrolator® Toplu Vibratörünü icat ettiğinde doğmuştur. Bugün, Martin, dökme malzemelerin depolama silolarından ve bunkerlerden başlayıp şutlar, elekler, besleyiciler ve konveyörlerden geçen hareketini iyileştiren sistemlerin geliştirilmesi üzerindeki vurgusunu sürdürmektedir.

- Vagon Boşaltma Sistemleri
- Vagon Boşaltma Vibratörleri
- Vagon Konektör Kılıfları
- Tasarlanmış Titreşim Sistemleri
- Pnömatik Döner Vibratörler
- Pnömatik Lincere Vibratörler
- Döner Elektrikli Vibratörler
- Silo Kapağı Açma Mekanizmaları
- Hava Şoku Sistemleri
  - Bağımsız Hava Şokları
  - Çok Girişli Hava Şoku Sistemleri
  - Yüksek Sıcaklık Uygulamaları için Hava Şokları

---

### Bakım Yönetimi

#### ***Dökme Malzeme Taşıma İşletmelerinde Bakım Programını İyileştirmek için Kaynaklar***

MartinPLUS<sup>SM</sup> Veri Yöneticisi programı, bileşen bilgileri için bir online kütüphanedir. Bir bantlı konveyör sistemi için özel oluşturulan bu dijital kaynak, bakım verimliliğini artırabilir ve maliyetleri azaltabilir.



# EKLER

• Ek A	
REFERANSLAR .....	526
• Ek B	
TERİMLER SÖZLÜĞÜ .....	532
ÖLÇÜ KISALTMALARI .....	542
• Ek C	
GÜVENLİK ETİKETLERİ .....	544
• Ek D	
DENKLEM DİZİNİ .....	552
TABLO DİZİNİ .....	553
KONU DİZİNİ .....	554
• Ek E	
YAZARLAR & TEŞEKKÜR .....	560





Ek A

# **REFERANSLAR**

- American Conference of Governmental Industrial Hygienists. (1995). *Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice*, 22. Baskı. Cincinnati, OH.
- Arnold, P. C. (September 1993). *Transfer Chutes Engineered for Reliable Performance*. Queensland, Avustralya, 1993 Ulusal Dökme Malzeme Taşıma Konferansında, Mühendisler Kurumunda sunulan çalışma. Ulusal Konferans Yayını No. 93/8, sf. 165–173.
- ASTM International. (2006). *Standard Test Method for Shear Testing of Bulk Solids Using The Jenike Shear Cell*, ASTM D6128-06. West Conshohocken, PA. <http://www.astm.org> adresinden ulaşılabilir.
- ASTM International. (2006). *Standard Test Method for Bulk Solids Characterization by Carr Indices*, ASTM D6393-99(2006). West Conshohocken, PA. <http://www.astm.org> adresinden ulaşılabilir.
- ASTM International. (2002). *Standard Shear Test Method for Bulk Solids Using Schulze Ring Shear Tester*. ASTM D6773-02; Work Item: ASTM WK19871 – Revision of D6773-02 Standard Shear Test Method for Bulk Solids Using the Schulze Ring Shear Tester. West Conshohocken, PA. <http://www.astm.org> adresinden ulaşılabilir.
- ASTM International. (2001). *Standard Test Method for Measuring Bulk Density Values of Powders and Other Bulk Solids*, ASTM D6683-01; Work Item: ASTM WK14951 – Revision of D6683-01 Standard Test Method for Measuring Bulk Density Values of Powders and Other Bulk Solids. West Conshohocken, PA. <http://www.astm.org> adresinden ulaşılabilir.
- ASTM International. (2001). *Standard Practice for Coagulation-Flocculation Jar Test of Water*, ASTM D2035-08. West Conshohocken, PA. <http://www.astm.org> adresinden ulaşılabilir.
- Axelrod, Steve. (Eylül 1994). “Maintaining Conveyor Systems,” *Plant Engineering*, sf. 56–58. Des Plaines, Illinois: Cahners Publishing Company.
- Barfoot, Greg J. (Ocak/Mart 1995). “Quantifying the Effect of Idler Misalignment on Belt Conveyor Tracking,” *Bulk Solids Handling*, Volume 15, #1, sf. 33–35. Clausthal Zellerfeld, Almanya: Trans Tech Publications.
- Benjamin, C.W. (Ocak/Mart 1999). “Transfer Chute Design: A New Approach Using 3D Parametric Modelling,” *Bulk Solids Handling*, pp. 29–33. Clausthal-Zellerfeld, Almanya: Trans Tech Publications.
- B.F. Goodrich Company. (1980). *Care and Maintenance of Conveyor and Elevator Belting*. Akron, Ohio.
- Carter, Russell A. (Mayıs 1995). “Knocking Down Dust,” *Rock Products*, (sf. 19–23, 40–44). Chicago: Intertec Publishing.
- Cenevre. [http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/papers/ecoanal/wr\\_chp1.htm](http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/papers/ecoanal/wr_chp1.htm) adresinden ulaşılabilir.
- Colijn, Hendrik. (1985). *Mechanical Conveyors for Bulk Solids*. Amsterdam, Hollanda: Elsevier Science Publishers B.V.
- Cooper, Paul, and Smithers, Tony. (July 1995). *Air Entrainment and Dust Generation from Falling Streams of Bulk Materials*. Wollongong, Avustralya’da 5. Uluslararası Dökme Malzeme Depolama, Taşıma ve Nakliye Konferansında sunulan çalışma.
- Cukor, Clar. (Tarihsiz). *Tracking: A Monograph*. Scottdale, Georgia: Georgia Duck and Cordage Mill (şu anda Fenner Dunlop).
- Density Standards: Aggregates–ASTM C29 / C29M-07, Crushed Bituminous Coal–ASTM D29-07, and Grains–ABD Tarım Bakanlığı Sirküler No. 921.
- Dieter, George E. (1999). *Engineering Design: A Materials and Processing Approach*, Üçüncü Baskı. McGraw-Hill.
- Dorman, Peter. (Nisan 2000). *The Cost of Accidents and Diseases*.
- Drake, Bob. (Mayıs 2001). “Cures for the Common Pulley,” *Rock Products*, sf. 22–28. Chicago: Intertec Publishing.
- Dreyer, E., ve Nel, P.J. (Temmuz 2001). *Best Practice: Conveyor Belt Systems*. Proje Numarası GEN-701. Braamfontein, Güney Afrika: Madenlerde Güvenliği Araştırma Danışma Komitesi (sic) (SIM-RAC), Maden Sağlığı ve Güvenliği Konseyi.
- Engineering Services & Supplies PTY Limited. Avustralya Sicil No. 908273, Total Material Control and Registration #716561, TMC.
- Environment Australia. (1998). *Best Practice Environmental Management in Mining: Dust Control*, (ISBN 0 642 54570 7).
- Finnegan, K. (Mayıs/Haziran 2001). “Selecting Plate-Type Belt Fastener Systems for Heavy-Duty Conveyor Belt Operations,” *Bulk Solids Handling*, sf. 315–319. Clausthal-Zellerfeld, Almanya: Trans Tech Publications.
- Fish, K.A.; Mclean, A.G.; and Basu, A. (Temmuz 1992). *Design and Optimisation of Materials Handling Dust Control Systems*. Wollongong, Avustralya’da 4. Uluslararası Dökme Malzeme Depolama, Taşıma ve Nakliye Konferansında sunulan çalışma.
- Friedrich, A.J. (2000). “Repairing Conveyor Belting Without Vulcanizing,” *In Bulk Material Handling by Conveyor Belt III*, pp. 79–85. Littleton, Colorado: Madencilik, Metalürji ve Arama Derneği (SME).
- Gibor, M. (Temmuz/Eylül 1997). “Dust Collection as Applied to Mining and Allied Industry,” *Bulk Solids Handling*, sf. 397–403. Clausthal-Zellerfeld, Almanya: Trans Tech Publications.
- Giraud, Laurent; Schreiber, Luc; Massé, Serge; Turcot, André; ve Dubé, Julie. (2007). *A User’s Guide to Conveyor Belt Safety: Protection from Danger Zones*. Rehber RG-490, 75 sayfa. Montréal, Quebec, Kanada: IRSST (Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail), CSST. PDF formatında İngilizce ve Fransızca olarak ücretsiz yüklenebilir: <http://www.irsst.qc.ca/fles/docu-ments/PubIRSST/RG-490.pdf> veya html formatında: [http://www.irsst.qc.ca/en/\\_publicationirsst\\_100257.html](http://www.irsst.qc.ca/en/_publicationirsst_100257.html)
- Godbey, Thomas. (Mayıs 1990). “Dust control systems: Make wise decision,” *Chemical Processing*, sf. 23–32. Chicago: Putnam Publishing.
- Godbey, Thomas. (Kasım 1989). “Selecting a dust control system (Part II),” *Powder and Bulk Engineering*, sf. 20–30. Minneapolis: CSC Publishing.
- Godbey, Thomas. (Ekim 1989). “Selecting a dust control system (Part I),” *Powder and Bulk Engineering*, sf. 37–42. Minneapolis: CSC Publishing.
- Goldbeck, Larry J., Martin Engineering (Temmuz 2001). “Matching Belt Compatibility to Structures,” *Aggregates Manager*, sf. 21–23. Chicago: Mercor Media.
- Goldbeck, Larry J., Martin Engineering (Temmuz 1988). “Controlling fugitive material at your belt conveyor’s loading zone,” *Powder and Bulk Engineering*, sf. 40–42. Minneapolis: CSC Publishing.
- Goodyear Tire & Rubber Company. (2000). *Handbook of Conveyor & Elevator Belting on CD*, Versiyon 1.0. Akron, Ohio.

- Greer, Charles N. (Nisan 1994). "Operating Conveyors in the Real World," *Rock Products*, sf. 45–48. Chicago: Maclean-Hunter Publications.
- Grisley, Paul. (Şubat 2002). "Air Supported Conveying in Mines and Process Plants." 2002 Madencilik, Metalürji ve Arama Derneği (SME) Yıllık Toplantısı ve Sergisi, Phoenix, AZ'de sunulan çalışma.
- "Hints & Helps: Tips for Tracking Conveyor Belts." (Şubat 1995). Rock Products, sf. 25. Chicago: Intertec Publishing.
- Illinois Üniversitesi. (2005). *Design of Conveyor Belt Drying Station*. Martin Engineering için yapılan yayınlanmamış çalışma.
- Illinois Üniversitesi. (1997). *High Pressure Conveyor Belt Cleaning System*. Martin Engineering için yapılan yayınlanmamış çalışma.
- İş Güvenliği ve Sağlığı İdaresi, ABD Çalışma Bakanlığı, Mineral İşleme Toz Kontrolü web sitesi: <http://www.osha.gov/SLTC/silicacrystalline/dust/>
- Kasturi, T.S. (May 1995). *Conveyor Belting Wear: A Critical Study*. Martin Engineering'in tarafından finanse edilen yayınlanmamış çalışma. Madras, India: Jay Kay Engineers & Consultants.
- Kasturi, T.S. (1994). *Conveyor Components, Operation, Maintenance. Failure Analysis*. Madras, India: Jay Kay Engineers & Consultants.
- Kasturi, T.S. (1992). *Conveyor Belt Cleaning Mechanism*. Madras, India: Jay Kay Engineers & Consultants.
- Kestner, Dr. Mark. (Şubat 1989). "Using suppressants to control dust emissions (Part I)," *Powder and Bulk Engineering*, sf. 17–20. Minneapolis: CSC Publishing.
- Kestner, Dr. Mark. (Mart 1989). "Using suppressants to control dust emissions (Part II)," *Powder and Bulk Engineering*, sf. 17–19. Minneapolis: CSC Publishing.
- Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (1988). *Conveyor Terms and Definitions*, Beşinci Baskı Rockville, Maryland.
- Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (1997). *Belt Conveyors for Bulk Materials*, Beşinci Baskı.
- Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (2000). CEMA Standardı No. 575-2000: *Bulk Material Belt Conveyor Impact Bed/Cradle Selection and Dimensions*. Naples, FL.
- Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (2004). CEMA SPB-001 (2004) *Safety Best Practices Recommendation: Design and Safe Application of Conveyor Crossovers for Unit Handling Conveyors*. Naples, Florida.
- Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (2005). *BELT CONVEYORS for BULK MATERIALS*, Altıncı Baskı. Naples, FL.
- Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (2005). "Conveyor Installation Standards for Belt Conveyors Handling Bulk Materials." *BELT CONVEYORS for BULK MATERIALS*, Altıncı Baskı, Ek D, sf. 575–587. Naples, Florida.
- Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliği (CEMA). (2005). "Universal Method' for Belt Tension Calculation." *BELT CONVEYORS for BULK MATERIALS*, Altıncı Baskı, sf. 104–129. Naples, Florida.
- Koski, John A. (Mart 1994). "Belt conveyor maintenance basics," *Concrete Journal*, sf. 5. Addison, Illinois: The Aberdeen Group.
- Law, Bob. (Ağustos 2000). *Conveyor Belt Cleaner Analysis*. Avustralya, Perth'te IIR "Konveyör Performansını İyileştirme" Konferansında sunulan çalışma.
- Low, Allison and Verran, Michael. (Ağustos 2000). *Physical Modelling of Transfer Chutes—A Practical Tool for Optimising Conveyor Performance*. Avustralya, Perth'te IIR "Konveyör Performansını İyileştirme" Konferansında sunulan çalışma.
- Maden Güvenliği ve Sağlığı İdaresi (MSHA). (2004). *MSHA's Guide to Equipment Guarding*. Other Training Material OT 3, 40 sayfa. ABD Çalışma Bakanlığı. <http://www.msha.gov/s&hinfo/equipment-guarding2004.pdf> adresinden ücretsiz olarak yüklenebilir.
- Maki, D. Michele, PhD. 2009. *Conveyor-Related Mining Fatalities 2001-2008: Preliminary Data*. Martin Engineering için hazırlanan yayınlanmamış rapor. Martin Engineering web sitesi: <http://www.martin-eng.com>
- Martin Marietta Corporation. *Dust Control Handbook for Minerals Processing*. Sözleşme No. J0235005.
- Martin Supra Engineering. (2008) *Carryback Test/Sum/SBM-001-SBW-05-2008*. P.T. Martin Supra Engineering: Newmont, Endonezya için hazırlanan yayınlanmamış rapor.
- "Measuring ROI pushes it higher, say Harte Hanks Aberdeen of Enterprise Solutions." (Şubat 12, 2007). The Manufacturer (ABD Baskısı).
- Miller, D. (Ocak/Mart 2000). "Profit from Preventive Maintenance," *Bulk Solids Handling*, sf. 57–61. Clausthal-Zellerfeld, Almanya: Trans Tech Publications.
- Mody, Vinit ve Jakhete, Raj. (1988). *Dust Control Handbook (Pollution Technology Review No 161)*, ISBN-10: 0815511825/ISBN-13: 978-0815511823. Park Ridge, New Jersey: Noyes Data Corporation.
- Möller, J.J. (Eylül 1985). *Protect Your Conveyor Belt Investment*. BELT-CON 3 Uluslararası Malzeme Taşıma Konferansı, Johannesburg, Güney Afrika'da yapılan sunum.
- Morgan, Lee ve Walters, Mike. (Ekim 1998). "Understanding your dust: Six steps to better dust collection," *Powder and Bulk Engineering*, pp. 53–65. Minneapolis: CSC Publishing.
- Morrison, J.N., Jr. (1971). "Environmental Control Applied to Belt Conveyor Transfer Points." In *Bulk Materials Handling: Volume 1*. Pittsburgh Üniversitesi.
- Muellemann, Alf. (Ocak 2000). "Controlling dust at material transfer points with ultra-fine water drops," *Powder and Bulk Engineering International*, sf. 44–47. Minneapolis: CSC Publishing.
- Newcastle Research Associates Üniversitesi (TUNRA). Engineering Services and Supplies P/L (ESS) için yapılan tarihsiz, yayınlanmamış çalışma.
- Ontario Natural Resources Safety Association. Safety Reminder, newsletter. P.O. Box 2040, 690 McKeown Avenue, North Bay Ontario, B1B 9P1 Telefon: (705) 474-SAFE.
- Ottosson, Goran. (Ekim 1991). "The cost and measurement of spills and leaks at conveyor transfer points," *World Cement Materials Handling Review*, Berkshire, İngiltere.
- Öberg, Ola. (1986). *Materialspill vid bandtransportörer* (Material Spillage at Belt Conveyors). Stockholm, İsveç: Royal Institute of Technology.
- Padgett, Harvey L. (2001). *Powered Haulage Conveyor Belt Injuries in Surface Areas of Metal/Nonmetal Mines, 1996–2000*. Denver, CO: MSHA Yaralanma ve İstihdam Bilgileri Bürosu.
- Planner, J.H. (1990). "Water as a means of spillage control in coal handling facilities." In *Proceedings of the Coal Handling and Utilization Conference: Sydney, Australia*, sf. 264–270. Barton, Avustralya: Avustralya Mühendisler Kurumu.

- Proje Yönetimi Enstitüsü (PMI). Proje yöneticileri için proje yönetimi ve akreditasyon programı hakkında ek bilgi PMI'nın web sitesinden elde edilebilir: <http://www.pmi.org>
- Reed, Alan R. (1995). "Contrasting National and Legislative Proposals on Dust Control and Quantifying the Costs of Dust and Spillage in Bulk Handling Terminals," *Port Technology International*, sf. 85–88. Londra: ICG Publishing Ltd.
- Rhoades, C.A.; Hebble, T.L.; ve Grannes, S.G. (1989). *Basic Parameters of Conveyor Belt Cleaning*, Report of Investigations 9221. Washington, D.C: Madenler Bürosu, ABD İçişleri Bakanlığı.
- Roberts, Alan. (Kasım 1996). *Conveyor System Maintenance & Reliability*, ACARP Projesi C3018. Yazar, Avustralya, Newcastle'daki Newcastle Üniversitesi, Dökme Katlar ve Parçacıklar Merkezin'dir. Avustralya Kömür Birliği Araştırma Programı tarafından basılmıştır; <http://www.acarp.com.au/abstracts.aspx?repId=C3018> adresinden satın alınabilir.
- Roberts, A.W. (Ağustos 1999). "Design guide for chutes in bulk solids handling operations," *Centre for Bulk Solids & Particulate Technologies*, Versiyon 1, 2. Taslak.
- Roberts, A.W.; Ooms, M.; ve Bennett, D. *Conveyor Belt Cleaning – A Bulk Solid/Belt Surface Interaction Problem*. Newcastle Üniversitesi, Avustralya: Makine Mühendisliği Bölümü.
- Roberts, A.W. ve Scott, O.J. (1981). "Flow of bulk solids through transfer chutes of variable geometry and profile," *Bulk Solids Handling*, Vol. 1 No. 4., sf. 715–727.
- Sabina, William E.; Stahura, Richard P.; ve Swinderman, R. Todd. (1984). *Conveyor Transfer Stations Problems and Solutions*. Neponset, Illinois: Martin Engineering Company.
- Scott, Owen. (1993). "Design Of Belt Conveyor Transfer Stations For The Mining Industry." In *Proceedings of the 1993 Powder & Bulk Solids Conference, Reed Exhibition Companies, Des Plaines, Illinois*, sf. 241–255.
- Simpson, G.C. (1989). "Ergonomics as an aid to loss prevention," *MinTech '89: The Annual Review of International Mining Technology and Development*, sf. 270–272. London: Sterling Publications Ltd.
- Spraying Systems Company (<http://www.spray.com>) püskürtme memelerinin temelleri ve mevcut seçenekler hakkında çeşitli faydalı materyaller içermektedir.
- Stahura, Dick, Martin Engineering. (Temmuz 1990). "Ten commandments for controlling spillage at belt conveyor loading zones," *Powder and Bulk Engineering*, sf. 24–30. Minneapolis: CSC Publishing.
- Stahura, Richard.P., Martin Engineering. (1987). "Conveyor belt washing: Is this the ultimate solution?" *TIZ-Fachberichte*, Volume 111, No. 11, sf. 768–771. ISSN 0170-0146.
- Stahura, Richard P., Martin Engineering (Şubat 1985). "Conveyor skirting can cut costs," *Coal Mining*, sf. 44–48. Chicago: McLean-Hunter Publications.
- Stuart, Dick D. ve Royal, T. A. (Eylül 1992). "Design Principles for Chutes to Handle Bulk Solids," *Bulk Solids Handling*, Vol. 12, No. 3., pp. 447–450. PDF olarak [www.jenike.com/pages/education/papers/design-principles-chutes.pdf](http://www.jenike.com/pages/education/papers/design-principles-chutes.pdf) adresinden yüklenebilir.
- Sullivan, Dr. John. *Increasing retention and productivity: let employees do what they do best!* Makale No. 163. <http://our-world.compuserve.com/homepages/GATELY/pp15s163.htm> adresinden online ulaşılabilir.
- Sundstrom, P., ve Benjamin, C.W. (1993). "Innovations in Transfer-Chute Design." 1993 Ulusal Dökme Malzeme Taşıma Konferansı, Mühendisler Kurumu, Avustralya'da sunulan çalışma, *Konferans Yayını No 93/8*, sf. 191-195.
- Swinderman, R. Todd, Martin Engineering. (2004). "Standard for the Specification of Belt Cleaning Systems Based on Performance." *Bulk Material Handling by Conveyor Belt 5*, sf. 3-8. Reicks, A. ve Myers, M., Littleton tarafından düzenlenmiştir, CO: Madencilik, Metalürji ve Arama Derneği (SME).
- Swinderman, R. Todd, Martin Engineering. (Şubat 2002). *Conveyor Belt Impact Cradles: Standards and Practices*. 2002 Madencilik, Metalürji ve Arama Derneği (SME) Yıllık Toplantısı ve Sergisi, Phoenix, AZ'de sunulan çalışma. Şubat 2002.
- Swinderman, R. Todd, Martin Engineering. (Ekim–Aralık 1995). "Belt Cleaners, Skirting and Belt Top Cover Wear," *Bulk Solids Handling*. Clausthal-Zellerfeld, Almanya: Trans Tech Publications.
- Swinderman, R. Todd, Martin Engineering. (Temmuz 1994). "Engineering your belt conveyor transfer point," *Powder and Bulk Engineering*, sf. 43–49. Minneapolis: CSC Publishing.
- Swinderman, R. Todd, Martin Engineering. (Mayıs 1991). "The Conveyor Drive Power Consumption of Belt Cleaners," *Bulk Solids Handling*, sf. 487–490. Clausthal-Zellerfeld, Almanya: Trans Tech Publications.
- Swinderman, R. Todd; Becker, Steven L.; Goldbeck, Larry J.; Stahura, Richard P.; ve Marti, Andrew D. (1991.) *Foundations: Principles of Belt Conveyor Transfer Point Design and Construction*. Neponset, Illinois: Martin Engineering.
- Swinderman, R. Todd; Goldbeck, Larry J.; ve Marti, Andrew D. (2002). *FOUNDATIONS3: The Practical Resource for Total Dust & Material Control*. Neponset, Illinois: Martin Engineering.
- Swinderman, R. Todd; Goldbeck, Larry J.; Stahura, Richard P.; and Marti, Andrew D. (1997). *Foundations2: The Pyramid Approach to Control Dust and Spillage From Belt Conveyors*. Neponset, Illinois: Martin Engineering.
- Swinderman, R. Todd ve Lindstrom, Douglas, Martin Engineering. (1993). "Belt Cleaners and Belt Top Cover Wear," *Ulusal Konferans Yayını No 93/8*, sf. 609-611. Mühendisler Kurumu, Avustralya, 1993 Ulusal Dökme Malzeme Taşıma Konferansında sunulan çalışma.
- Takala, J. (18-22 Eylül 2005). *Introductory Report: Decent Work – Safe Work*. 17. Dünya İşte Güvenlik ve Sağlık Kongresi, Orlando, Florida'da sunulmuş çalışma. <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/wdcongr17/intrep.pdf> adresinden online ulaşılabilir.
- Taylor, HJ. (1989). *Guide to the Design of Transfer Chutes and Chute Linings for Bulk Materials*. The Mechanical Handling Engineers' Association.
- Thomas, Larry R., Martin Engineering. (1993). "Transfer Point Sealing Systems to Control Fugitive Material," *Conference Publication No 93/8*, pp. 185–189. Avustralya Mühendisler Kurumunun 1993 Ulusal Dökme Malzeme Taşıma Konferansında sunulan çalışma.
- Tostengard, Gilmore (Şubat 1994). "Good maintenance management," *Mining Magazine*, sf. 69–74. Londra: The Mining Journal, Ltd.

- 
- Uluslararası Çalışma Örgütü. (2003). *Safety in Numbers, Pointers for a Global Safety Culture at Work*. Cenevre
- Ulusal Endüstriyel Bant Tertibatı Birliği (NİBA). (1985). *NİBA Engineering Handbook*, Brookfield, WI.
- Weakly, L. Alan. (2000). "Passive Enclosure Dust Control System." In *Bulk Material Handling by Conveyor Belt III*, sf. 107–112. Littleton, CO: Madencilik, Metalürji ve Arama Derneği (SME).
- Wilkinson, H.N.; Reed, Dr. A.R.; ve Wright, Dr. H. (Şubat 1989). "The Cost to UK Industry of Dust, Mess and Spillage in Bulk Materials Handling Plants," *Bulk Solids Handling*, Volume 9, No. 1, sf. 93–97. Clausthal-Zellerfeld, Almanya: Trans Tech Publications.
- Wilson, Richard J. (August, 1982). *Conveyor Safety Research*. Madenler Bürosu, Twin Cities Araştırma Merkezi.
- Wood, J. P. (2000). *Containment in the Pharmaceutical Industry*. Informa Health Care.



EK B

# TERİMLER SÖZLÜĞÜ

- TERİMLER SÖZLÜĞÜ ..... 532
- ÖLÇÜ KISALTMALARI ..... 542

## TERİMLER SÖZLÜĞÜ

*FOUNDATIONS™*'in bu baskısında kullanıldıkları şekliyle bantlı konveyörle ilgili terimlerin bir listesi burada verilmiştir. Bu liste, bant tertibatı, konveyörler ve/veya dökme malzemeleri taşıma sistemlerini açıklamada kullanılan tüm terimlerin tam bir listesi olduğunu iddia etmez. Eğer bir ifade

bu listede gösterilmemişse, ilk önce ifadeyi, onu oluşturan kelimelere ayırın. *CEMA Publication #102, Conveyor Terms and Definitions* gibi diğer referanslar yanında belirli bileşenlerin tedarikçileri tarafından kullanılan yayınlara ve terminolojilere de başvurun.

## A

**adezyon<sup>1</sup>** | İki malzeme arasındaki yapışma gücü.

**akış aşağı** | Bandın henüz ulaşmadığı yerlere veya konveyör veya sistemin boşaltma noktasına doğru.

**akış yardımcısı** | Hem lineer hem döner vibratörler, hava şokları, havalandırma sistemleri, şut kaplamaları ve yumuşak şut tasarımları içeren, malzemelerin şutların içinden akışını desteklemek için kullanılan cihaz veya yöntemdir.

**akış yukarı** | Bandın halihazırda geçtiği yerlerin yönünde veya yüklemeye noktasına doğru geri.

**aktif toz toplama** | *Bkz. Toz toplama sistemi.*

**alt kaplama<sup>1</sup>** | Tamburlara doğru hareket eden, bandın taşıyıcı olmayan tarafı.

**alttan destek rulosu<sup>2</sup>** | Bandı düz tutmak amacıyla yukarı doğru baskı uygulayarak bir kuyruk koruma sıyrıcısının etkinliğini artırmak için kullanılan makaradır.

**ana gövde<sup>2</sup>** | Bir sıyrıcının, uçların üstüne monte edildiği ana yapısal desteğidir.

**anemometre** | Hava hızını ölçmek için kullanılan cihaz.

**ANSI<sup>2</sup>** | Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsünün kısaltması.

**AR plaka<sup>2</sup>** | Genellikle transfer noktalarında aşınma astarı olarak kullanılan, aşınmaya dayanıklı çelik plaka.

**ara makaralar<sup>2</sup>** | Malzeme yüklenmezken konveyör bandını desteklemek için darbe yatakları veya kayar yataklar arasında yerleştirilen makaralardır.

**arabant<sup>2</sup>** | Mevcut konveyör bandına eklenen kısa bant tertibatı ilavesidir.

**aramid elyafı** | Havacılık, uzay ve askeri uygulamalar yanında konveyör bant tertibatının karkasında da kullanılan, sağlam, ısıya dayanıklı bir sentetik elyaf sınıfı.

**arayüz sürtünmesi** (Θ) | Dökme malzeme ve onunla temasta bulunacak (şut duvarı ve bant gibi) yüzey(ler) arasındaki sürtünme;

bir kesme hücresi ve gerçek arayüzey malzemesinden bir numuneye belirlenebilir; bazen duvar sürtünmesi veya sınır sürtünmesi olarak anılır.

**arka kapak sızdırmazlık kutusu<sup>2</sup>** | Malzemenin şut tertibatı arkasındaki bandın üzerine sızmasını önlemek için bir yük bölgesinin kuyruk ucuna yerleştirilmiş bir kutudur.

**ASME<sup>2</sup>** | Amerika Makine Mühendisleri Birliğinin kısaltması.

**astar** | Bir kutu veya teknenin iç yüzeylerine, genellikle aşınmayı azaltarak kutuyu korumak için yerleştirilen malzemedir.

**ASTM<sup>2</sup>** | Amerikan Test ve Malzeme Derneğinin kısaltması.

**aşınma<sup>1</sup>** | Ovalama veya kazımda olduğu gibi sürtünme nedeniyle yıpranma.

**aşınma astarı<sup>2</sup>** | Malzeme akışını iyileştirmek ve dış kabuk ve yapının aşınmasını ve hasar görmesini önlemek amacıyla bir transfer şutu veya yüklemeye teknesinin içini astarlamak için kullanılan seramik karo, aşınmaya dayanıklı plaka veya diğer aşınmaya dayanıklı malzeme tabakasıdır.

**aşınma yüzeyi** | Aşınma, darbe veya diğer kuvvetleri emerek, yastıklayarak veya izole ederek daha değerli bir yapıyı korumak için monte edilen aşınma yüzeyidir.

**atki<sup>1</sup>** | Dokunmuş bir kumaştaki enine ipliklerdir.

**ayak** | Genellikle ilave denge için, bir stok tankı, uçak veya makinenin ana gövdesinden yanall olarak uzayan bir çıkıntıdır.

**ayar makarası<sup>1</sup>, ayarlayıcı** | Kendisine karşı hareket eden merkezden kaçmış bant tarafından harekete geçirildiğinde, bandı doğru yola yönlendirmek için pozisyonunu otomatik olarak ayarlayacak, bir mil veya başka bir ayarlanabilir tabana monte edilmiş makaradır.

**ayarlama** | *Bkz. bant ayarlama.*

**ayırma** | Bir malzemenin büyüklüğüne göre kazara veya istenmeyen şekilde ayrılması.

## B

**backstop** | Yüklü, eğik bir konveyör bandının motorun durması halinde geriye doğru yuvarlanmasını önlemek için kullanılan mekanik veya elektrikli bir frenleme cihazı. "Holdback kavraması" veya "kavrama freni" olarak da anılır.

**bağlantı kauçuğu<sup>1</sup>** | Sertleştirilmiş bir bant eki montajında katlar arasında sokulan sertleştirilmemiş ince bir kauçuk tabakasıdır.

**bant ayarlama** | Bandı sürekli olarak yolunda tutmak için bir kişinin gerçekleştirdiği eylemlerdir.

**bant boşluğu<sup>2</sup>** | Konveyör bandının, düzgün şekilde merkezlenmiş yolunun herhangi bir tarafından uzaklaştığı durumdur; bandın "kaçması" veya "gezmesi" olarak da anılır.

**bant dalgalanması<sup>2</sup>** | Bir bandın makaralar arasında yukarı ve aşağı salınımıdır.

**bant destek sistemi** | Bandın, bant tertibatı ve yükün ağırlığını taşıyan taşıyıcı tarafının altındaki bileşenlerdir.

**bant destek yatakları** | Yuvarlanan bileşenler olmadan, kayar yataklar veya darbe yatakları kullanılarak uygulanan bir bant desteği yöntemidir.

**bant eki** | Bant tertibatının iki ucu veya iki parçasının sürekli bir döngü oluşturmak için birleştirildiği ek yeridir.

**bant eki<sup>2</sup>** | Bir bandın katmanlarının üst üste bindirildiği ve ısı ve basınç ("sıcak sertleştirme") veya bir kimyasal bağlayıcı ("soğuk" sertleştirme) kullanarak bağlandığı bir birleştirme tipidir.

**bant eki açısı** | Bandın üstünde, bandın iki parçasının birleştirildiği açıdır.

**bant eki payı<sup>1</sup>** | Bir bant ekinin monte edilmesine izin vermek için gerekli ek bant tertibatıdır.

**bant esnemesi** | Gerildiğinde bant uzunluğunda meydana gelen artıştır. Esnek gerilme, uzunlukta, doğrudan çekmeyle değişen geçici bir değişikliktir. Kalıcı esneme, gerilme ortadan kalktıktan sonra uzunlukta kalan değişikliktir; genellikle belirli bir sürede birikir.



**bant eki<sup>1</sup>** | Bir konveyör bandının iki ucunu bir arada tutmak için kullanılan mekanik cihazdır.

**bant katsayısı<sup>1</sup>** | Bandın birim genişliği başına, belirli bir uzama yüzdesini sağlamak için gerekli kuvvettir.

**bant kayması** | Merkezden kaçma.

**bant kelepçesi<sup>1</sup>** | Bantları arzu edilen pozisyonda tutmak için her iki bant ucu boyunca enine sabitlenmiş kirişler veya metal plakalar.

**bant profili** | Bandın, özellikle de üst (taşıyıcı) yüzeyinin şeklidir.

**bant sarkması<sup>1</sup>** | Bir konveyör bandının düz bir hattan dikey olarak ayrılmasıdır, genellikle makaraların merkez aralığının yüzdesi olarak ifade edilir.

**bant sınıfı** | Son kullanıcılara farklı uygulamalarda hangi bantların kullanılacağı konusunda bir referans sağlamak için tasarlanmış, bant kaplamasının özelliklerine dayalı sınıflandırmadır.

**bant sıyrıcısı<sup>2</sup>** | Normal boşaltma noktasının ötesinde bir konveyör bandının yüzeyine yapışan malzemeyi temizlemek için bir destek yapısının üzerine monte edilmiş bir veya daha fazla gerilmeli uç kullanan bir cihazdır.

**bant sıyrıcısı etkisi** | Bir sızdırmazlık sisteminin banda uyguladığı basıncın, kuyruk sızdırmazlığının yüklem bölgesine girdiği yerde malzemeyi banttan çıkardığı gibi, kalıntı malzemeyi bant yüzeyinden temizlemesidir.

**bant sıyırma sistemi** | Bir konveyörün üzerine yerleştirildiği şekilde, bir sıyrıcı veya bir sıyrıcı grubu ve (ayaklar ve gergiler gibi) bağlantılı ekipmandır.

**bant soyma<sup>2</sup>** | Bir mekanik bant ekini girintiye yerleştirmek için bandın üst kaplamasının bir kısmını (veya tamamını) çıkarma; tespit elemanlarının tepesini bandın yüzeyiyle paralel tutmak için tespit elemanlarını bir mekanik bant ekinde bant karkasına daha yakın oturtma sürecidir.

**bantlı besleyici<sup>2</sup>** | Bir malzeme taşıma sisteminde bir bileşenden diğerine malzeme aktarma veya "besleme" için kullanılan kısa, düz, değişken hızlı bir konveyördür. Malzeme besleme hızı bant hızlandırılarak veya yavaşlatılarak ayarlanabilir.

**bant tertibatının sınıfı** | Son kullanıcılara farklı uygulamalarda hangi bantların kullanılacağı konusunda bir referans sağlamak için tasarlanmış, bant kaplamasının özelliklerine dayalı sınıflandırmadır.

**bantlı konveyör<sup>2</sup>** | Makaralar ve tambur-

lardan oluşan bir yapı üzerine ilmiklenmiş, bir yüklem bölgesinden boşaltma noktasına malzeme taşımak için kullanılan esnek, kauçuk bir sonsuz banttır.

**bant kaydırması<sup>1</sup>** | Bant ve tambur yüzeyi arasındaki hız farkıdır.

**bant kayma şalteri<sup>2</sup>** | Bandın tahrik tamburundan daha düşük bir hızda hareket ettiğini algılandığında konveyör tahrik motorunu kapatan bir anahtardır.

**bant merkezleme** | Bandı sürekli olarak yolunda tutmak için bir kişinin gerçekleştirdiği eylemlerdir.

**baskı rulosu** | Bandı, bir sıyrıcının yukarısında gibi uygun bir konumda tutmak için monte edilen bir rulodur.

**Baş tambur<sup>2</sup>** | Bir konveyör bandının boşaltma ucunda bulunan uç tamburudur. Birçok konveyörde, baş tambur, konveyöre güç sağlamak için tahrik motoruna bağlanır.

**besleme hızı<sup>2</sup>** | Herhangi bir zamanda bir konveyörde transfer edilmekte olan malzeme miktarı, genellikle "ton / saat" (t/s veya st/s) olarak ifade edilir.

**besleyici<sup>2</sup>** | Bir silo veya depolama bunkerinden bir konveyöre veya diğer ekipman parçasına malzeme akışını düzenleyen bir cihazdır.

**besleyici bant<sup>1</sup>** | Başka bir konveyör bandının üzerine malzeme boşaltan bir banttır.

**birleşme yeri<sup>2</sup>** | Bir oluk makarası setinin üzerinde, kanat silindiri ve merkez silindiri arasındaki alandır.

**birleşme yeri hasarı<sup>2</sup>; birleşme yeri arızası** | Kullanılmakta olan bant tipi ve/veya 10 mm'den (0,4 inç) veya bant kalınlığının iki katından fazla bir makara birleşme yeri boşluğu için kuyruk tamburu ve yük bölgesi arasında yetersiz geçiş mesafesinin neden olduğu boylamasına bir yarıma veya çatlama.

**blok şut anahtarı<sup>2</sup>** | Boşaltma noktasındaki malzeme sıkışması nedeniyle eğik bir pozisyona itildiğinde, bir konveyörden gelen malzeme akışını durdurmak üzere tasarlanmış elektrikli anahtardır.

**bloke etme** | Fiziksel olarak yerinde tutarak bir sistemin hareket etmesinin önlenmesini içeren bir güvenlik prosedürüdür.

**bombe<sup>2</sup>** | Merkezinde ve kenarlarında bir tamburun çapı arasındaki farktır.

**bombeli tambur<sup>1</sup>** | Merkezde veya diğer noktalarda, kenarlarda olduğundan daha büyük bir çapa sahip tamburdur.

**borulu konveyör<sup>2</sup>** | Yüklendikten sonra kapalı bir boru şekli verilen, genellikle dö-

küntüyü önlemek ve malzemeyi dikey olarak taşımak için kullanılan bir konveyördür.

**boylamasına<sup>2</sup>** | Bir konveyör bandına ilişkin olarak, merkez hattıyla paralel hareket eden uzunlamasına bir yöndür.

## C

**CAD** | Bilgisayar Destekli Tasarımın kısaltması.

**CARP<sup>2</sup>** | "Sabit Açılı Radyal Basınç"ın kısaltmasıdır, uç aşındıkça sıyırma açısını korumak için tasarlanmış bir sıyırma ucu konseptidir.

**CEMA** | Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliğinin kısaltmasıdır.

**cepli bant** | Yükseltilmiş destekler ve esnek yan duvarlar ilave edilmesiyle oluşturulmuş ceplerin yükü taşımak için kullanıldığı bir banttır; çoğunlukla yüksek açılı uygulamalarda görülür.

**CFM veya cfm** | Hava akımı hesaplamalarında "fit küp / dakika" için kullanılan kısaltmadır.

**CMMS** | Bakım işi ve maliyetlerini takip eden bilgisayarlı bakım yönetim sisteminin kısaltmasıdır.

## Ç

**çalışma gerilimi** | Bir malzeme yüküyle çalışırken bandın gerginliğidir.

**çapraz kesme<sup>1</sup>** | Bant uçlarının, boylamasına eksene 90 dereceden (genellikle 22°) az açıda çaprazlama kesilmesidir.

**çapraz sıyrıcı<sup>2</sup>** | Malzemeyi bir tarafa sapırmak için bir konveyör bandının yüzeyine belirli bir açıda yerleştirilmiş cihazdır.

**çavuş bant** | Malzemenin eğimli bir yüzeyden aşağı yuvarlanmasını önlemek için bandın taşıyıcı tarafındaki V biçimli sırttır.

**çekme kordonlu durdurma anahtarı** | Bir veya daha fazla anahtara bağlı, bir konveyörün uzunluğu boyunca geçen bir kablodur. Acil bir durumda, kablunun herhangi bir noktada elle çekilmesi konveyör sistemini durduracaktır.

**çevrili alan** | Transfer noktasının yüklem teknesi içinde kapatılmış alanı; transfer noktasının yüklem noktasından çıkışa doğru uzanan alanı.

**çıkan hava** | Konveyör yük bölgesini besleyen döner cihazlar tarafından üretilen hava akımıdır.

**çıkış, çıkış noktası<sup>2</sup>** | Yüklem teknelerinin sona erdiği ve konveyörün ana taşıma yolunun başladığı bir yük bölgesinin alanıdır.

**çökme bölgesi** | Yükleme bölgesinin darbe alanının ötesindeki kapalı yüklemeye teknesi alanının genişletilmiş bir kısmıdır; hava akımını yavaşlatmak, asılı tozun ama malzeme yüküne dönmesini ve sıyrıcı havasının kaçmasını sağlamak için tasarlanmış ekstra hacimdir; dinlendirme bölgesi olarak da anılır.

**çözgü**<sup>1</sup> | Dokunmuş bir kumaştaki uzunlaşmaya ipliklerdir.

## D

**damlatma şutu**<sup>2</sup> | Dönüş tarafından boşaltma akışına düşebilecek herhangi bir malzemeyi yakalamak için bir konveyör bandının baş ucunun altına yerleştirilmiş açılı bir şuttur.

**darbe direnci**<sup>1</sup> | Bir konveyör bandı tertibatının, banda zarar gelmeden darbeli yüklemeyi bağlı absorbe etme yeteneğidir.

**darbe ızgarası**<sup>2</sup> | Şut astarında aşınmayı azaltmak için malzemenin duvara çarptığı noktada bir konveyör boşaltma şutuna monte edilmiş metal çubuklar dizisidir.

**darbe rulosu**<sup>2</sup> | Bir konveyör bandının yük bölgesinde malzeme çarpmasının uyguladığı kuvvetleri azaltmak için tasarlanmış, özel yapım bir makaradır.

**darbe yatağı, darbe kızağı**<sup>2</sup> | Bir konveyör bandı yük bölgesi altında kuvvetleri emmek için kullanılan bir yastıklı çubuklar dizisidir.

**darbe**<sup>1</sup> | Bir kütle için diğerine vurma; çarpışma. Bir çarpışma tarafından iletilen kuvvet veya itici güç.

**darbeli kırıcı**<sup>2</sup> | Kömür veya kireçtaşı gibi sert, topaklı malzemeleri parçalamak için merkezi bir milin üzerine monte edilmiş birden fazla döner çekiç kullanan bir kırıcı tipidir.

**davlumbaz** | Düzgün şekilde ve minimum indüklenmiş havayla akması için hareket eden malzeme akışı yönlendirmek ve sınırlandırmak için bir konveyörün boşaltma noktasına monte edilen eğimli saptırıcıdır.

**dB** | Ses şiddetinin bir ölçüsü olan desibel A ölçeğinin kısaltmasıdır.

**değirmen**<sup>2</sup> | Malzemeyi ince toz kıvamında öğütmek için kullanılan mekanik bir cihazdır. Bilyeli değirmen, malzemeyi kırmak için karşılıklı döner yüzler arasında yuvarlanan ağır çelik bilyeler kullanır.

**delik kaynağı** | Bir parçanın diğerine üst parçadaki dairesel bir deliğin içinden kaynaklandığı bir ek tipidir.

**DEM** | Tek parçacıkların bir yapı içinde veya içinden hareketini analiz etmek ve göstermek için kullanılan, bilgisayar bazlı Ayrık

Eleman Modelleme tekniğinin kısaltmasıdır.

**denge ağırlığı**<sup>2</sup> | Uygun bant gerginliğini korumak için bir konveyör bandı yerçekiyle gerdirme düzeneğine uygulanan ağırlıktır.

**DIN** | Endüstri için norm ve standartlar geliştiren Alman Standardizasyon Enstitüsünün (Deutsches Institut für Normung) kısaltmasıdır. DIN standartları uluslararası olarak kullanılır, fakat hala en yaygın şekilde Avrupa'da kullanılmaktadır.

**dış kavis** | Bandın dışbükey eğrisidir (*bkz. kavis*).

**dışa istifleme sistemi**<sup>2</sup> | Malzemeyi çıkarıp bir depolama alanına taşımak için tasarlanmış bir dizi konveyördür.

**dışbükey** | Dışa doğru eğilmiş; kemer, bandın dışbükey eğrisidir.

**dikiş kaynağı** | Kaynakların arasında aralıklarla bir dizi aralıklı kaynak kullanan bir metal birleştirme tekniğidir.

**dinamik duruş açısı** | Malzeme, hareket eden bir konveyör bandında dururken bir malzeme kütesinin yüzeyinin aldığı, yataya olan açıdır. Bu açı genellikle duruş açısından 5 ila 15 derece daha azdır, bununla birlikte bazı malzemelerde 20 dereceye kadar daha az olabilir.

**dinamometre**<sup>1</sup> | Dinamik bant tertibatı özelliklerinin değerlendirilmesi için çeşitli yükleri harekete geçirme yeteneğine sahip bir aygittir.

**dinlendirme bölgesi** | *Bkz. çökme bölgesi*.

**disk makarası**<sup>2</sup> | Bir konveyör bandını desteklemek için bir dizi yastıklı disk kullanan makaradır.

**döküntü** | Konveyör bandının yan(lar)ından düşen kayıp malzemedir; genellikle yük bölgesinde meydana gelir, fakat konveyör boyunca herhangi bir noktada gerçekleşebilir; tüm kaçak malzeme için kullanılan genel bir terimdir.

**döküntü demir detektörü** | Bir malzeme akışındaki döküntü demir varlığını algılamak ve döküntü demiri temizlemek veya malzeme taşıma sistemini durdurmak için kullanılan bir sistemdir.

**döküntü demir**<sup>2</sup> | Bir konveyör bandındaki malzeme akışını kirletebilecek hurda metal parçalarıdır.

**döner bileşen(ler)** | Bir konveyör sisteminin makaraları ve tamburları (ve diğer döner parçalarıdır).

**dönüş makarası**<sup>2</sup> | Bir konveyör bandının boş, dönüş tarafını desteklemek için kullanılan makaradır.

**dönüş yolu**<sup>2</sup>, **dönüş tarafı** | Bir konveyör bandının, boşaltmadan sonra bant yüklemeye bölgesine dönerken yük taşımayan yüzüdür.

**dövücü çubuk** | Malzeme birikintisini temizlemek amacıyla başka bir nesneye vuran bir cihazdır (genellikle harici çubuğa sahip makaralı bir cihazdır).

**durometre** | Bir dişleyici ucunun penetrasyonuna direnci ölçerek, (elastomer gibi) esnek bir malzemenin sertliğini ölçen bir cihazdır.

**duvar sürtünme açısı** | *Bkz. arayüzey sürtünmesi*.

**düz bant** | Oluklu hale getirilmeden yükünü taşıyan bir konveyör bandıdır.

**düz makara**<sup>2</sup> | Desteklenen bandın düz olduğu makaradır.

**düz rulo** | *Bkz. düz makara*.

**düz yüzeysel tambur**<sup>2</sup> | Bombesiz düz bir yüzeyle sahip tamburdur.

## E

**ek yeri**<sup>1</sup> | İki bant ucunun bağlantısıdır.

**elastomer** | Doğal kauçuga benzer elastik özelliklere sahip bir polimerdir; genellikle kauçuklar veya üretilenlerdir.

**elektriksel iletkenlik**<sup>1</sup> | Bir malzemenin elektrik yükünün taşınmasına ne kadar iyi uyum sağladığının bir ölçüsüdür, Ohm ( $\Omega$ ) cinsinden ölçülür.

**emniyet kablosu** | Montaj tertibatının arızası halinde, bir baş üstü cihazının düşmesini önlemek için güvenlik önlemi olarak kullanılan bir kısıtlayıcıdır.

**en-boy oranı** | Bir bandın üst ve alt kaplamalarının kahlılığını karşılaştıran bir oran.

**enine**<sup>2</sup> | Bir konveyör bandının bir yanından diğer yanına doğru uzanan yöndür.

**EPA** | Birleşik Devletler hükümetinin bir dairesi olan Çevre Koruma Kurumunun kısaltmasıdır.

**erişim kapağı** | Genellikle bir kapak yöntemiyle kapatılmış kapalı bir alana giriş noktası.

**esnek çatlama** | Yüzeyin, tekrarlanan esnetme veya bükme nedeniyle çatlama sürecidir.

**etiketleme** | Sistemin bakım için kapalı olduğunu ve yeniden başlatılmaması gerektiğini belirtmek için devre dışı bırakılmış bir güç veya kontrol sisteminin üzerine bir isim etiketi ve diğer etiket veya işaret yerleştirilmesi.

**etkin bant genişliği** | Alt ruloya paralel boyut boyunca ölçülen, oluklu bir konveyör bandının yatay genişlik ölçüsüdür.

**F**

**FEA** | Dökme malzeme taşımada konveyör ve transferlerin tasarımında, öncelikli olarak stres analiziyle ilgili mühendislik problemlerini çözmek için diferansiyel denklemleri çözmede kullanılan bilgisayarlı, sayısal analiz tekniği Sonlu Eleman Analizinin kısaltmasıdır.

**Fırçalı sıyrıcı**<sup>2</sup> | Bir konveyörün dönüş yolundan geri taşınan malzemeyi temizlemek için döner fırça kullanan bir bant temizleme cihazıdır.

**fışkıрма, içinden fışkıрма**<sup>2</sup> | Malzemenin bir malzeme taşıma sisteminden kontrolsüz taşmasıdır.

**flanşlı tambur**<sup>2</sup> | Bandı kontrol altında tutmak amacıyla, kenarlarda yükseltilmiş bir kenara sahip tamburdur.

**G**

**geçiş** | Konveyör bandının yükünü almak için bir oluğa dönüşmesidir; bu değişikliğin gerçekleştiği alandır.

**geçiş alanı**<sup>2</sup> | Bandın düz şekilden tamamen oluklu biçime dönüştüğü, bir konveyörün kuyruk tamburu ve yük bölgesinin başlangıcı arasındaki alan veya bandın oluklu biçimden boşaltma tamburu üzerine dönüştüğü alandır.

**geçiş makaraları**<sup>2</sup> | Yükleme için bandı kademeli olarak oluğun içine dönüştüren, kuyruk tamburu ve yük bölgesi arasındaki makara setleridir.

**geçiş mesafesi** | Uç tamburunun merkez hatından ilk tamamen açılı makaraya olan mesafedir.

**genlik** | Bir titreşim, salınım veya dalganın büyüklüğünün yansı; taban veya merkez hatının üstünde veya altında ölçüm.

**gerdirme cihazı hareketi** | Gerdirmeye cihazının bant hareket ederken kat edebildiği mesafedir.

**gerdirme cihazı**<sup>2</sup> | Konveyör bandındaki gevşekliği almak ve gerginliği korumak için kullanılan bir cihazdır. Yerçekimiyle gerdirmeye cihazları bant gerginliğini korumak için ağır bir denge ayarlayıcı kullanır; mekanik gerdirmeler gerginliği korumak için hidrolik bir cihaz veya vida ayarı kullanır.

**gergi, gergi mekanizması** | Bir sıyrıcının bandın yüzeyine yaptığı temizleme basıncını korumak için kullanılan bir cihazdır.

**geri adım kaynaklaması** | Ek yerinin arka tarafına uygulanan bir kaynaktır; genellikle geriye kaynaklama olarak anılır.

**geri taşınan malzeme**<sup>2</sup> | Bir bandın

yüzeyine, nominal boşaltma noktasının ötesinde yapışan taşıma malzemesidir. Eğer bir bant temizleme sistemi tarafından temizlenmezlerse, bu parçacıklar dönüş yolu boyunca yerlerinden çıkar ve bandın altında birikir.

**geri yuvarlanan malzeme**<sup>2</sup> | Malzeme akışı kapatıldıktan sonra geriye doğru yuvarlanan ve sıçrayarak eğimli bir bandın üzerine düşen, boş boş malzeme parçalarıdır veya bant yüklüken güç kapatıldığında geriye doğru hareket eden bir eğimli konveyörün aşağıya doğru hareketidir.

**geriye kaynaklama** | Her bir kaynaktaki, kordon kaynağının kaynak yapılan uca doğru geri çekildiği bir kaynak yöntemidir.

**gevşek taraf gerilimi**<sup>2</sup> | Bir konveyör bandında en az gerilimin olduğu alandır; düşük gerilimli alanlar gerdirmeye ve ağır yük taşıyıcılarının yerine göre değişecektir; tamamen konveyöre bağlıdır ve her bir uygulama için tanımlanmaları gerekir.

**gevşek yığın yoğunluğu** | Bir dökme katı malzemenin, bir numune gevşek veya sıkıştırılmamış durumdayken ölçülen birim hacim başına ağırlığıdır ( $\rho_v$ ).

**gezici sıyrıcı**<sup>2</sup> | Hareketi boyunca boşaltma noktalarını değiştirmek amacıyla malzemeyi saptırmak için bir konveyör bandının taşıyıcı tarafı üzerinde boylamasına olarak ileri ve geri hareket ettirilebilen bir sıyrıcı cihazıdır.

**giriş, giriş noktası**<sup>2</sup> | Kuyruk tamburu ötesinde, bir konveyör bandının yük bölgesine geçtiği noktadır.

**güvenlik faktörü**<sup>1</sup> | Bir yapının kapasitesinin gerçekten gerekli olan kapasiteye bölümü veya bir bileşen veya düzeneğin maruz kalacağı maksimum tahmini yük (kuvvet, tork, bükme momenti veya bunların bir birleşimi) uygulanan bir çarpandır.

**H**

**hava bıçağı** | Geri taşınan malzemeyi kesmek için bir hava akımı gönderen bant temizleme sistemidir.

**hava destekli konveyör**<sup>2</sup> | Klasik tipte bir bant, tamburlar ve tahrik kullanan, fakat taşıyıcı tarafında makaralar yerine ince bir hava tabakasıyla desteklenen bir konveyördür.

**hava şoku**<sup>2</sup> | Borular veya transfer şutları içinde biriken malzemeyi temizlemek için periyodik tazyikli hava patlamaları kullanan bir cihazdır.

**havalandırma cihazı** | Sıkıştırılmış ve sert malzemelerin yeniden verimli şekilde akmaları için onlara düşük basınçlı / yüksek

hacimli hava veren, bir teknenin içine monte edilmiş cihazdır; bazen havalandırma difüzörleri, yastıkları veya nozulları olarak da anılır.

**hava-malzeme oranı** | Toz toplama filtrelerini tanımlamak için kullanılır; hava-malzeme oranı, saniyede metre küp cinsinden (ft<sup>3</sup>/dk) hava akışının metre kare cinsinden (ft<sup>2</sup>) filtreleme malzemesinin alanına bölünmesidir.

**havuzlama**<sup>2</sup> | Bant hızına ulaşmış taşınabilir hale gelinceye kadar yük bölgesinde bir bandın üzerinde biriken malzemedir.

**helezon konveyör**<sup>2</sup> | Malzemeyi bir noktadan diğerine taşımak için kapalı bir borunun içinde dönen bir burgu (auger) kullanan konveyör tipidir.

**hidrofobik** | Yüksek yüzey gerilimine sahip ve suyla birleşmeye isteksiz olma.

**higroskopik** | Havadan nem emebilme.

**hilalleşme**<sup>2</sup> | Ön sıyrıcı uçta, sıyrıcı ana gövdesinin baş tamburdan çok uzağa yerleştirilmesinden kaynaklanan eşit olmayan aşınmadır.

**hücum açısı** | Bir sıyrıcı ucunun banda karşı yerleştirildiği açı.

**I**

**ISO** | Yunanca eşit anlamına gelen "isos" kelimesinden alınan, Uluslararası Standartlaştırma Örgütü'nün evrensel kısaltmasıdır.

**ızgara**<sup>2</sup> | Daha büyük toprakları kırma veya parçalama ekipmanına geçirirken küçük toprakların ve ince tanelerin doğrudan içeri düşmesini sağlamak için aralıklı yerleştirilmiş metal çubuklar veya ızgaralar dizisi.

**İ**

**İç kavis** | Bandın içbükey eğrisidir.

**İç sürtünme açısı** | Bir dökme malzeme içindeki parçacıkların bir yığın içinde birbirinin üzerinden kaydığı veya kayma nedeniyle bunu yapamadığı açıdır.

**İçbükey** | İçte doğru eğilmiş; kavis, bantta içbükey bir eğridir.

**İki yönlü konveyör**<sup>2</sup> | Her iki yönde de boylamasına malzeme taşıyabilen bir konveyör tipi.

**İkincil bant sıyrıcı, sekonder sıyrıcı** | Ön sıyrıcı uç tarafından temizlenmemiş herhangi bir geri taşınan malzeme tanesini temizlemek için bir konveyör bandının dönüş tarafının altına monte edilen sıyrıcıdır.

**ikincil pozisyon** | Sıyırıcının, bandın baş tamburunu terk ettiği ve ilk gerdirmeye veya saptırma tamburu veya dönüş makarasına temas ettiği noktalar arasındaki pozisyonu.

**ince taneler** | Küçük malzeme parçacıkları.

**indüklenmiş hava** | malzeme akışı baş tamburu terk ederken genişlediğinde oluşturulan boşlukların içine çekilen havadır.

**istifleyici konveyör<sup>2</sup>** | Malzemeyi bir yığının üzerine veya indirme kuyusuna “istiflemek” veya indirmek için kullanılan bir konveyördür. İstifleyici konveyör malzemeyi tek bir yere indirmek için “sabit” veya süpürme hareketiyle daha geniş bir alana yaymak için “döner” olabilir.

**istifleyici/kazıyıcı<sup>2</sup>** | Malzemeyi depolama için bir stok sahasına “istifleyebilen” veya indirebilen veya yönü tersine çevirerek malzemeyi stok sahasından alıp başka bir hedefe boşaltabilen, bom monte edilmiş döner kepçeli bir konveyördür.

**izdüşüm** | Zeminde işgal edilen tahmini veya gerçek alandır.

## K

**kabuk kırıcı** | Baş tambur üzerine, malzeme yolunun hemen altına, banda yakın fakat dokunmayacak şekilde monte edilmiş bir temizleme kenarıdır; hemen alta monte edilmiş klasik ön sıyırıcıdan geçen malzemenin miktarını sınırlamak için bir sıyırma ucu vazifesi görür.

**kabuk plakası<sup>2</sup>** | Transfer şutu gibi bir kutunun duvarındaki bir deliği yamamak için kullanılan metal plaka parçasıdır.

**kaçak malzeme<sup>2</sup>** | Normal boşaltma noktasından başka bir yerde malzeme taşıma sisteminden kaçan herhangi bir kaçak malzemedir; geri taşınan malzeme, döküntü, aslı toz veya diğer nedenlerden kaynaklanabilir.

**kaçık makaralar<sup>2</sup>** | Kanat rulolarının merkez rulosundan farklı bir dikey düzlemde, fakat merkez rulosuna paralel olduğu bir oluk makarası setidir. Bu, kanat rulolarının merkezi rulonun üstüne bindirilmesine ve bant desteğinin artırılmasına izin verir; makara setinin yüksekliğini de azaltabilir.

**kaçıklık şalteri<sup>2</sup>** | Konveyör bandının kenarı boyunca monte edilmiş, bant normal merkezlenmiş yolundan herhangi bir tarafa doğru çok fazla saptığında tahrik motorunu kapatacak sınırlama anahtarıdır.

**kademeli yapıştırma<sup>2</sup>** | Çok katlı bant tertibatında, bandın bir ucundaki kumaş katlarının, uç uca gelerek diğer uçtaki bitişik kumaş katlarının üstüne bineceği şekilde çıkarıldığı bir birleştirme tipidir.

**kafa yükü** | Bir bandın üzerindeki teknede bulunan malzemenin ağırlığı gibi, bir nesnenin üstündeki yükün uyguladığı basınç.

**kalıcı uzama** | Gerilme ortadan kalktıktan sonra bir bandın uzunluğunda görülen değişiklikler; bu ek uzunluk genellikle belirli bir sürede birikir.

**kalınlık<sup>1</sup>** | Bir bant veya ayrı elemanlarının kalınlığıdır.

**kalıntı yüzey aktif madde** | Nem buharlaştıktan sonra dahi toplanma etkisini sürdürecektir bir toz bastırma katkı maddesidir; bağlayıcı bastırıcı olarak da anılır.

**kalıplanmış kenar<sup>1</sup>** | Bandın, daha geniş bir parçadan kesilmek yerine, belirli bir genişlikte imal edildiği, bir kalıpta şekil verilmiş katı kauçuk bant kenarıdır.

**kanat makarası<sup>2</sup>** | Merkezi silindire bir açıda monte edilmiş, açılı makara setindeki dış rulolardan herhangi biridir.

**kanat ruloları** | Bir açılı makara setinin dış tarafındaki rulolardır. *Bkz. kanat makarası*

**kanat tamburu<sup>2</sup>, kanat tipi tambur** | Bandı katı bir yüzey yerine ayrı kanatlar üzerinde destekleyen, kendi kendini temizleyen bir tambur tipidir. Kanatlar, başıboş malzemeyi tamburdan dışarı ve yanlara yönlendirmek için içten dışa gittikçe incelen bir merkezi kısım üzerine monte edilmiştir.

**kanatlı konveyör<sup>2</sup>** | Malzemeyi bir noktadan diğerine kanallı bir şut içinden taşımak için aralıklı destekler veya kazıyıcılar (kanatlar) kullanan bir konveyör tipidir.

**kapasite<sup>1</sup>** | Bant üzerindeki maksimum malzeme yükü, yük veya kırılan malzeme miktarı.

**kaplama<sup>1</sup>** | Bant tertibatının dış katmanıdır. Aynı zamanda, konveyör ve malzemelemin elemanlara maruz kalmasını önlemek ve malzemenin serbest bırakılmasını sınırlamak için kullanılan kapak veya yapı örtüsü yapısıdır.

**kaplama<sup>2</sup>** | Tambura doğru bant çekişini iyileştirmek için bir tambur kovanına uygulanan kauçuk, kumaş veya seramik kaplamadır.

**karkas<sup>1</sup>** | Kauçuk kaplamadan ayrıt edildiği şekilde, bir bandın kumaş, kordon ve/veya metal takviye kısmıdır.

**karma makinesi** | Malzemenin içinde eşzamanlı olarak öğütüldüğü ve bir sıvıyla karıştırıldığı endüstriyel işleme makinesidir.

**kat / yükseklik farkı** | Dökme malzemenin bir konveyör üzerinde taşındığı dikey mesafe; konveyörün bir ucundan diğer ucuna yükseklikteki değişimdir.

**kat<sup>1</sup>, katlar** | Bir bandın karkasında kulla-

nılan kumaş tabakasıdır.

**kat, katlı<sup>2</sup>, katlı plaka** | Malzemenin taşıma yolundan dönüş yoluna dökülmesini önlemek için konveyörün girişleri arasında yerleştirilmiş bir engel plakasıdır. “Bant tavaları” olarak da anılır.

**katener rulo<sup>1</sup>** | Ruloların esnek bir bağlantı, halat veya zincir yapısında asılı olduğu ve uçların milli ayaklarla desteklendiği esnek bir makara setidir. Boru veya rulolar çukuru oluşturmak için sarkar. Garland rulo olarak da anılır.

**katlara ayırma<sup>1</sup>** | Malzemenin katmanlarının ayrılması.

**kavislenme<sup>2</sup>** | Bir bandın kenarlarının, taşıma yolunda yukarıya ve dönüş yolunda aşağıya doğru eğilmesidir. Aynı zamanda bant “kivrımı” olarak da anılır.

**kaya cebi<sup>2</sup>** | Bir transfer şutunun içinde, malzemenin birikeceği çıkıntı veya raftır. Bu, sonradan gelen malzemenin, şut yerine, biriken malzemeye çarpmasını sağlar ve duvarların ömrünü uzatır.

**kaya tutma merdiveni<sup>2</sup>** | Çıkıntıların arasında ileri geri basamaklandırılarak malzemenin hızını düşüren bir dizi kaya cebidir.

**kayar çubuk** | Genellikle bir kayar yataklı bant desteği yatağının yapımında kullanılan düşük sürtünmeli çubuktur.

**kayar yataklı<sup>2</sup>** | Yüklü bir bandın üzerinde hareket etmesi için sürekli bir yüzey sağlamak amacıyla bir kızağa monte edilmiş ve konveyör yük bölgesinin altına yerleştirilmiş bir dizi boylamasına çubuktur.

**kayar yataklı konveyör** | Bandı desteklemek için makaralar yerine çeşitli düşük sürtünmeli çubuklar veya başka bir düz yüzey kullanan konveyördür.

**kayma, kayış** | Bant ve tambur yüzeyi arasındaki hız farkıdır.

**kaynaklı parça<sup>2</sup>** | Kaynaklı bağlantı(lar)la birbirine tutturularak imal edilmiş bir metal parçadır.

**kazıma açısı<sup>2</sup>, kazıma pozisyonu** | Bir sıyırıcının, uç(lar)ı bant hareketi yönünde yatacak şekilde takılmasıdır; negatif eğim açısı olarak da bilinir.

**kenar hasarı<sup>2</sup>** | Bir konveyör bandının kenarı boyunca meydana gelen aşınma ve yırtılmalarıdır.

**kenar kilidi<sup>2</sup>** | Bir sıyırıcı ana gövdesine uçları yerine sabitlemek için kullanılan, bir tespit vidası setiyle donatılmış kenettir.

**kenar mesafesi** | Yükleme teknesinin dışıyla bandın kenarı arasındaki boyuttur

**kenar sızdırmalığı** | *Bkz. sızdırmazlık*

**kenar sızdırmazlık şerit(ler)i** | *Bkz.*

*sızdırmazlık şeritleri*

**kendinden merkezlemeli makaralar<sup>2</sup>** | Bant hareketini merkez hattında tutmak için hareketli bandın kuvvetlerinin etkisiyle sola veya sağa dönebilen makaralardır.

**kesik kenar<sup>1</sup>** | Arzu edilen genişlik daha geniş bant tertibatından kesilerek oluşturulan, bandın çiplak kenarıdır.

**kesme hücre testi** | Dökme malzemeyi kesme kuvvetini ölçerek bir dökme malzemenin akış özelliklerini elde etme testidir.

**kılavuz rulo<sup>2</sup>** | Kendinden merkezlemeli bir makara üzerindeki küçük avara silindiridir. Bir konveyör bandı merkezden kaçarak kılavuz rulosuna girdiğinde, milli yön silindirlerinin içe dönmesine ve bandı merkez hattına zorla geri döndürmesine neden olur.

**kırıcı, kırıcı dokuma** | Darbe emilimi için bant karkasına dahil edilmiş ekstra bir kattır.

**kırıcı<sup>2</sup>** | Büyük malzeme parçalarını kırmak veya küçük parçalar halinde parçalamak için kullanılan ekipman parçasıdır.

**kıştırma noktası** | Hatta hareket eden bir makine elemanının döner bir elemanla, elemanlar arasında bir kişi veya nesnenin kıştırılabileceği veya sıkıştırılabileceği bir şekilde bulunduğu noktadır.

**kilitleme** | Çalışmaya zamanından önce devam etmesini veya beklenmedik enerji salınmasını önlemek için depolanmış enerji kaynakları, güç kaynağı veya bir makinenin kontrol devresi üzerine asma kilit veya diğer kontrol aletleri yerleştirilerek uygulanan bir güvenlik önlemidir.

**kiriş<sup>2</sup>** | Bir konveyör yapısının, uç tamburları arasındaki, boylamasına destek elemanlarıdır.

**klape<sup>2</sup>** | Malzemeyi iki farklı boşaltma noktasından birine göndermek için hareket ettirilebilen veya “devrilebilen” milli, metal plakadır.

**kohezyon** | Bir malzemenin iç mukavemetidir.

**kontrollü alan** | Potansiyel olarak tehlikeli, kapalı bir alandır; bu alana erişim genellikle güvenlik yönetmelikleriyle kontrol edilir.

**konveyör<sup>2</sup>** | Malzemeyi bir noktadan diğerine, daha önceden belirlenmiş bir yolda taşımak için tasarlanmış bir ekipman parçasıdır.

**konveyör bandı<sup>2</sup>** | Makaralar ve tamburlardan oluşan bir yapı üzerine gerilmiş ve daha sonra, iki ucu birleştirilerek tek bir

parça haline getirilmiş esnek kauçuk banttır.

**KPI'lar** | Organizasyonel başarıyı ölçmek için ölçü olarak kullanılan performans ölçümleri, ana performans göstergelerinin kısaltmasıdır.

**kullanılmış su** | Suyun (katı maddelerle birlikte) bir bant yıkama sisteminden dışı akışıdır.

**kuyruk tamburu<sup>2</sup>** | Bir konveyör bandının dönüş yolunu taşıma yoluna 180 derece geri çeviren bir tamburdur.

## L

**lineer gergi mekanizması<sup>2</sup>** | Bir sıyrıcıya doğrudan yukarı doğru baskı uygulayan bir gergi mekanizması tipidir.

**LRR<sup>1</sup>** | Tescilli bir lastik formülasyonu olan Düşük Yuvarlanma Direncinin kısaltmasıdır.

## M

**makara birleşme yeri arızası** | *Bkz.* *birleşme yeri hasarı.*

**makara<sup>2</sup>** | Taşıma veya dönüş yolunda bir konveyör bandını desteklemek için kullanılan, motorsuz dönen bir bileşendir.

**maksimum gerilim<sup>1</sup>** | Çalışma koşullarında bandın herhangi bir kısmında meydana gelen en yüksek gerilimdir.

**mandrel<sup>2</sup>** | Bir sıyrıcı ana gövdesinin montajı ve yanal ayarı için kullanılan merkezi mildir.

**manivela** | Bir ucundan desteklenmiş, çıkıntı yapan giriş veya yapı.

**manometre** | Gaz veya sıvıların basıncını ölçmek için kullanılan cihazdır; konveyörlerde hava akımı ölçmek için kullanılır.

**manyetik ayırıcı<sup>2</sup>** | “Döküntü demir” olarak bilinen metal kırıntıların bir konveyördeki malzeme akışından çekip çıkarmak için manyetik çekim kullanan bir cihazdır.

**manyetik tambur<sup>2</sup>** | Bir kalıcı veya elektromıknatısla donatılmış, döküntü demiri konveyörde taşınan veya konveyörden boşaltılan malzeme yükünden temizlemek için kullanılan bir tamburdur.

**mekanik ekleme<sup>2</sup>** | Mekanik tespit elemanlarının bir bandın iki ucunu bağlamak için kullanıldığı bir bant eki tipidir.

**mekanik sabitleme elemanı<sup>1</sup>** | Bant tertibatının uçlarını birleştirmek için kullanılan, genellikle iki ucu bağlayan plakalar takmak için vida veya perçinler içeren bir sistemdir.

**mekanik toz toplama** | Genellikle kanal sistemi içinden bir filtreleme sistemine hava çeken fanlar kullanan aktif toz toplama sistemidir.

**merkezleme** | *Bkz.* *bant merkezleme.*

**merkezler arası<sup>1</sup>** | İki tambur veya makaranın merkezi arasındaki mesafedir. Bazen merkezler veya merkez mesafesi olarak da anılır.

**merkezleyici<sup>2</sup>, merkezleme cihazı** | Merkezdən kaçan konveyör bandını merkez hattına yönlendirmek için kullanılan bir cihazdır.

**minimum tambur çapı** | Bant tertibatının üreticisi tarafından belirtildiği şekilde (genellikle hasarı önlemek amacıyla) belirli bir bant için minimum tambur büyüklüğüdür.

**MSHA** | Amerikan Çalışma Bakanlığının bir birimi olan Maden Güvenliği ve Sağlığı İdaresidir.

**muhafaza, koruma** | Personelin potansiyel olarak tehlikeli alanlara veya ekipman girmesini önlemek için kullanılan engellerdir.

**muylu yatak gövdesi<sup>2</sup>** | Tamburları bir konveyör girişine monte etmek için kullanılan civatalı bir yuvaya kapatılmış mil yatağıdır.

## N

**negatif sıyırma açısı** | Sıyırma uçlarının bant hareketinin yönünde bir açıda eğilmesidir; kazıma yönü olarak da bilinir.

**nominal germe** | Bant tertibatı üreticisi tarafından belirtildiği şekilde, bant genişliğinin milimetresi başına Newton cinsinden (lb<sub>f</sub> /inç) bir bandın minimum kırılma mukavemetidir. ABD’de bazen çalışma gerilimi için kullanılır.

**numune alıcı<sup>2</sup>** | Test ve kalite kontrolü amacıyla ana malzeme akışından önceden ayarlanmış aralıklarda küçük miktarlarda malzeme toplamak için kullanılan mekanik bir cihazdır.

## O

**oluk** | Kenarları yükseltilerek daha fazla malzeme taşınması sağlanmış bant şeklidir.

**oluk açısı<sup>2</sup>** | Yükünü merkezlemesine ve zapt etmesine yardımcı olmak için bant kenarlarının oluklu hale getirildiği (yataydan) açıdır.

**oluk açma<sup>2</sup>** | *Bkz.* *sıkışma hasarı.*

**oluk haline gelebilme<sup>1</sup>** | Bir bandın, oluk makaralarının şekline uymasına izin veren özelliğidir; bir bandın oluklu hale getirilebildiği miktardır.

**oluk makaraları**<sup>2</sup> | Bandın taşıyıcı tarafına oluk şekli veren, her iki tarafında eğimli kanat silindirleri bulunan bir yatay merkez silindirinden oluşan taşıyıcı makara setidir.

**OSHA** | İş Güvenliği ve Sağlık İdaresi, Birleşik Devletlerde, Birleşik Devletler Çalışma Bakanlığının bir kurumudur; güvenlik ve sağlık mevzuatının uygulanmasından sorumlu ana federal kurumdur.

**oyma**<sup>1</sup> | Keskin, ağır malzemenin bir konveyör bandı kaplamasının üzerine düşmesi ve yüzeye zarar vermesi veya kaplamanın parçalarını koparması sonucu oluşan etkidir.

**ozon çatlağı**<sup>1</sup> | Ozon içeren bir atmosfere maruziyet nedeniyle bant yüzeyinde oluşan çatlaklardır.

**ön**<sup>2</sup> | Konveyör bandının boşaltma ucudur.

**ön sıyırıcı**<sup>2</sup> | banda yapışmış geri taşınan herhangi bir malzemenin büyük bölümünü kesmek için baş tamburun yüzeyine monte edilen bir sıyırıcıdır; birincil sıyırıcı.

## P

**pah** | bir açıda eğik olarak kesmek.

**paletli besleyici**<sup>2</sup> | Ağır, topaklı veya aşındırıcı malzemeleri taşımak için kullanılan bir döner zincire monte, üst üste bindirilmiş metal plakalar dizisi.

**parçacıklar** | Toz, duman ve polen dahil, havada bulunan ince taneli katı veya (su dışında) sıvı parçacıklardır.

**parmak birleştirme** | İki ucun birkaç dar, üçgen “parmak” şeklinde kesilerek birbirine geçirildiği bant bağlantı yeridir.

**pasif toz toplama**<sup>2</sup> | Mekanik cihazlar yerine etkin transfer noktası tasarımı ve hava akımı kontrolü kullanarak tozu en aza indiren bir toz toplama sistemidir.

**payanda** | Genişletmek veya desteklemek için kullanılan bir üçgen ek parçadır.

**peletleyici** | İnce taneler veya tozdan peletler (küçük topaklar) oluşturmak için kullanılan cihazdır.

**perdah tabakası** | Bir kumaşın üzerine sürülen fakat dokumaya yedirilmeyen ince bir kauçuk malzeme katmanıdır.

**PIW** | Bandın gerilme için nominal kapasitesinin bir ölçüsü olan “İnç Genişlik başına Pound” un kısaltmasıdır.

**pitot tüpleri** | Sıvı akışı hızını ölçmek için kullanılan bir basınç ölçme aletidir.

**PLC** | *Bkz. programlanabilir mantık denetimcisi.*

**plenum (hava toplama kutusu)** | Basıncılı havanın dağıtıldığı bir kutudur.

**pozitif basınç** | Havanın transfer noktası

veya diğer bir yapıdan dışa doğru akışıdır.

**pozitif sıyırma açısı** | Sıyırma işleminde, ucun bant hareketi yönünün aksinde yatırılmasıdır; sıyırma açısı olarak da bilinir.

**PPE'ler** | Kişisel koruyucu ekipman; baret, koruyucu gözlükler, kulak tıkacı, gaz maskesi ve çelik burunlu ayakkabılar gibi ekipman ve elbiselerdir.

**pres** | Yüzeyleri boyunca sürekli olarak basınç uygulayan bir makinedir, bant bağlantı yerleri için kullanılır.

**primer konum** | Birincil sıyırıcıların genellikle monte edildiği, boşaltma tamburunun çevresindeki alandır.

**primer, birincil sıyırıcı** | Bir ön sıyırıcı; yani banda yapışmış geri taşınan herhangi bir malzemenin büyük bölümünü kesmek için malzeme yolunun altındaki bir baş tamburun yüzeyine monte edilen bir sıyırıcıdır. Birincil sıyırma yeri, yolun altındaki baş tamburun yüzeyindedir.

**profil destekli bant** | Bir konveyör bandının veya yükseltilmiş kısımlarının üstünde bulunan, bir eğimden yukarı doğru taşınan malzemeyi dengede tutmak için kullanılan nesnelere.

**profil yırtılması** | Kenardan merkeze doğru bir yırtılmanın gerçekleştiği bir bant hasarı şeklidir.

**profiller** | *Bkz. profil destekli bant*

**programlanabilir mantık denetimcisi (PLC)**<sup>2</sup> | ayrı her bir sistem bileşeniyle uzaktan giriş/çıkış devre kartlarıyla haberleşerek bir sistemin çalışmasını ve izlenmesini kontrol eden merkezi bilgisayar sistemidir.

**PVC** | Bazı konveyör bandı tertibatlarının yapımında kullanılan polivinil klorür malzemesinin kısaltmasıdır.

## R

**radial gergi**<sup>2</sup> | Milli bir uzantı veya burulma yayı aracılığıyla sıyırıcıya tork ileten bir gergi mekanizmasıdır.

**rahatlatma** | Bir parçanın (örneğin bir sıyırma ucu) bir engelden (örneğin bir mekanik ekleme) uzaklaşmasına izin veren bir mekanizmadır. Bunlar arasında temizleme sistemi gergi mekanizmasındaki yaylar da sayılabilir.

**rahatlatma açısı** | Malzemenin, daha fazla sıkışmak yerine, bandın hareketiyle çekilerek serbest bırakılmasına izin veren, yüzeylerdeki eğim veya açıklıklardır.

**redüktör freni**<sup>2</sup> | *Bkz. backstop.*

**rejeneratif konveyör**<sup>1</sup> | (Malzemeyi aşağıya doğru taşımak için) kuyruktan oldukça

düşük bir yükseklikte boşaltım yapan, elektrik tüketmek yerine üreten bir konveyördür.

**RMA** | Kauçuk İmalatçıları Birliğinin kısaltmasıdır.

**Rockwell sertliği (veya sertlik ölçeği)** | Bir dişleyici ucunun penetrasyon derinliğini ölçülerek belirlendiği şekilde, malzemelerin sertlik ölçeğini değerlendirmek için kullanılan bir ölçektir. Farklı ölçekler tek bir harfle gösterilir; “B” ve “C” en yaygınlarıdır.

**ROI** | Yatırımın getirisi veya geri ödeme.

**ROM** | Ham cevher; kırma, eleme ve diğer işlemlerden önce doğrudan çıkarma işleminden gelen çıkartılmış ham malzemedir.

## S

**saatlik taşınan malzeme** | Bir malzeme taşıma sistemi tarafından iletilen dökme malzeme miktarıdır; genellikle saat / ton olarak ifade edilir (st/s).

**sabitleme rulosu**<sup>2</sup> | Konveyör bandının yüksüz hareket ederken yükselmesini önlemek veya bandın hareket hattını değiştirip temizleme basıncını engelleyerek temizleme verimini korumak için konveyör bandının dönüş yolu üzerine aşağı doğru baskı uygulamak için kullanılan bir makaradır. “Baskı rulosu” olarak da anılır.

**sahada tıraşlanmış** | (Fabrikada kesilmek yerine) uygulama noktasında uygun büyüklükte kesilmiş.

**saptırıcı aşınma astarı** | Bandın merkezine doğru bir bükülme barındıran yüklem teknesinin içine monte edilmiş, malzemeyi bant kenarından ve sızdırmazlık sisteminden uzağa yönlendiren bir astardır.

**saptırıcı plaka** | Transfer şutuyla ilk temas noktasını terk ettikten sonra malzeme akışını yönlendirmek için kullanılan deflektördür.

**saptırıcı**<sup>2</sup> | Malzeme akışının yönünü değiştirmek için bir transfer noktasına monte edilmiş metal plakadır.

**saptırma sıyırıcısı**<sup>2</sup> | Normal boşaltma noktasının ilerisinde malzemeyi bir konveyörden saptırarak çıkarmak için bandın taşıma yüzeyine indirilebilen, geri çekilebilir bir sıyırıcıdır.

**saptırma şutu** | Malzeme akışının konumunu alıcı banda yönlendiren, transfer şutunun altındaki kavisli oluktur.

**saptırma tamburu**<sup>2</sup> | Konveyör bandının yönünü değiştirmek (veya “bükmek”) için kullanılan bir tamburdur.

**saptırma tamburu**<sup>2</sup> | Daha iyi çekiş gücü için bir konveyör bandının baş veya kuyruk tamburu çevresindeki dolanma alanını artırmak için kullanılan küçük bir tamburdur.

**sarsma şalteri**<sup>2</sup> | Bir konveyörün boşaltma ucu yakınına yerleştirilmiş, test amacıyla veya aşırı yüklenmiş malzemeyi kademeli olarak boşaltmak için bandı kısa mesafelerde “sarsmak” veya “vurdurmak” için kullanılan bir manüel çalıştırma anahtarıdır.

**seramik yüzeyli aşınma astarı** | Aşınmaya karşı iyileştirilmiş direnç için seramik bloklar veya karolar kullanılan bir kaplamadır.

**serbest bant kenar mesafesi** | Bant genişliğinin bant kenarlarına doğru, genellikle yüklem teknesi sızdırmazlık sisteminin uygulandığı, yük taşımayan kısmıdır.

**sertlik**<sup>1</sup> | Çentiklemeye karşı direnç derecesidir.

**sıfır hız anahtarı** | Örneğin bir konveyör tahrik motorunda, dönen bir milin duruşunu algılamak için kullanılan elektrikli anahtarlardır.

**sıfır sıyırma açısı** | Uçların bant hattına dik (90 derece) monte edildiği, sıyırıcı hücum açısıdır.

**sıkı taraf gerilimi**<sup>2</sup> | Genellikle bandın tahrik tamburuna yaklaştığı noktada bulunan, konveyör bandındaki en yüksek gerilim alanıdır.

**sıkışma hasarı**<sup>2</sup> | Hareket eden bant ve yüklem teknesi ve/veya sızdırmazlık sistemi arasına sıkışmış malzeme tarafından bir bandın yüzeyinin aşındırılmasıyla oluşan oluktur.

**sıkışma nokta(lar)ı** | İki yüzeyin bir malzeme topağının sıkışıp kalmasına neden olacağı noktadır.

**sıkıştırılmış dökme yoğunluğu ( $\rho_2$ )** | Bir basınç kuvveti (F) veya titreşim enerjisine maruz bırakıldıktan sonra bir dökme malzemenin kütesinin yoğunluğudur; bazen vibrasyonlu yığın yoğunluğu olarak da anılır.

**sınıflandırıcı**<sup>2</sup> | Malzemeyi büyüklüğüne göre sınıflandırmak ve ayırmak için kullanılan ekipman parçasıdır.

**sınır sürtünmesi** | *Bkz. arayüzey sürtünmesi.*

**sınırlama anahtarı**<sup>2</sup> | Daha önceden belirlenmiş bir ayar noktasına ulaştığında devrilir kapak gibi bir sistem bileşeninin tahrikini veya aktüatörünü kapatmak için kullanılan bir elektrikli anahtardır.

**sıyırıcı** | Malzemeyi boşaltmak veya saptırmak için bir konveyörün yoluna yerleştirilmiş bir cihazdır.

**sıyırıcı uç** | Bir sıyırıcının banda temas eden elemanıdır.

**sıyırıcı**<sup>1</sup> | Yapışan malzemeyi banttan temizlemek için kullanılan bir cihazdır.

**sıyırma açısı** | Bir sıyırıcı ucun bant hareketi yönünün aksinde yatırılmasıdır; pozitif eğim açısı olarak da bilinir.

**sızdırmazlık** | İnce taneleri ve tozu yüklem teknesinin kenarında tutarak döküntüyü önleme yöntemidir.

**sızdırmazlık sistemi** | Toz ve ince taneleri hapsedmek ve döküntüyü önlemek için yüklem teknesinin kenarındaki elastomer keçe ve kenetleme mekanizmasıdır.

**sızdırmazlık şerit(ler)i** | Dökülmeyi önlemek için yüklem teknesiyle bant arasına takılan elastomer malzemedir.

**sızıntı** | Malzeme taşıma sisteminden kaçmış, yanlardan dökülen veya düşen veya açıklıklardan atılan malzemedir.

**siklon**<sup>2</sup> | Toz parçacıklarını havadan ayırmak için merkezkaç kuvvetini kullanan yüksek hızlı “hortum” tipi bir cihazdır.

**silecek ucu** | Suyu temizlemek için bandı silen yumuşak bir üretilen uçtur.

**silindir tambur**<sup>2</sup> | Bir konveyör bandının tahrik mekanizmasına bağlı tamburdur.

**silindirli kırıcı**<sup>2</sup> | Sert malzemeleri kırmak için ızgaralı bir kutu içerisinde dişler veya çark dişleriyle donatılmış, ağır, dönen bir metal tambur kullanan mekanik cihazdır.

**soğuk yapıştırma**<sup>2</sup> | Konveyör bandı katmanlarının üst üste bindirildiği ve bir yapıştırıcı bileşimle birbirine bağlandığı bir bant birleştirme tipidir.

**spiral-sarılmış tambur**<sup>2</sup> | Bir yandan tamburun kendi kendini temizleme işlevini korurken, diğer yandan bant titreşimini azaltmak için çelik bir şeritle spiral biçimde sarılmış kanatlı tamburdur.

**Stahura Geri Taşınan Malzeme Ölçüm Aleti** | Kalıntı malzemeyi yakalamak için hareket eden bir bandın dönüş yoluna karşı tutulan kazıyıcı uçlara sahip bir toplama tavası kullanarak geri taşınan malzemeyi ölçme yöntemidir; bant temizleme konusunda öncü Dick Stahura tarafından geliştirilmiştir.

**stoktan alma**<sup>2</sup> | Malzemeyi bir stok sahasından geri almak ve işlenip tüketileceği bir noktaya taşımak için kullanılan malzeme taşıma sistemidir.

**STP** | Standart Sıcaklık ve Basınç için kullanılan kısaltmadır; 0°C/32°F, 1 atmosfer (101,325 kPa) (1 atmosfer mutlak basınç).

**su basınçlı gergi mekanizması**<sup>2</sup> | Sıyırıcı uçlardaki gerilimi korumak için kontrollü su basıncı kullanan bir bant sıyırıcı gergidir.

**süpürücü konveyör**<sup>2</sup> | Bir bant temizleme sisteminden geri taşınan veya düşen malzemeyi yakalamak için daha büyük bir konveyörün altına yerleştirilmiş küçük bir konveyör veya titreşimli şuttur.

**sürtünme katsayısı** | İki yüzeyi kaydırmak için gerekli kuvvetin, onları birbirine presleyen kuvvete oranı; arayüzey sürtünme açısının tanjantına eşittir.

**sürtünme**<sup>1</sup> | Yüzeylerin teması nedeniyle harekete dirençtir.

**sürünme**<sup>1</sup> | Dönüşümlü olarak tahrik tamburunda hız kaybeden ve tahrik edilen tamburda hızlanan bandın eylemidir.

**sürünmeli tahrik**<sup>2</sup> | Bir ekipman parçasını çok yavaş bir hızda çalıştırmak üzere tasarlanmış bir yardımcı motor ve şanzıman. Aynı zamanda “midilli tahrik” olarak da anılır.

**Swinderman Kaçak Malzemeler Ölçeği** | Toz, döküntü ve geri taşınan malzeme için kaçak malzemelerin kontrolünde bir sistemin performansına değerler atayan bir puanlama sistemidir.

**Şut duvarı** | *Bkz. yüklem teknesi.*

**şut duvarı** | yüklem şutunun ve bazen de transfer noktası yüklem teknesinin duvarlarıdır.

**şut**<sup>2</sup>, **şut tertibatı** | Bir ekipman parçasından diğerine aktarılırken malzemeyi zapt etmek için kullanılan bir bölmedir.

## T

**tahliye noktası**<sup>2</sup> | Malzemenin, bir malzeme taşıma sisteminde bir konveyörü veya diğer bileşeni terk ettiği noktadır.

**takılabilir, takılabilir toz toplayıcı, takılabilir toz filtresi** | Bir transfer noktası veya diğer toz kaynağının muhafazasının için yerleştirilmek için tasarlanmış filtrelerden oluşan bir toz toplama sistemidir.

**tam oluklu tambur** | Üstü, ilk tam açılı makaralardaki merkez rulolarının üstüyle aynı hizada olacak şekilde monte edilmiş kuyruk tamburudur.

**tambur kasnağı**<sup>2</sup> | Bir taraftan diğerine aynı çapa sahip bir tamburdur.

**tambur koruma sıyrıcısı** | Bant bir tambura (genellikle kuyruk tamburu) girmeden hemen önce altından geçeceği şekilde monte edilmiş sıyrıcıdır. Sıyrıcı, aralarına malzeme sıkışarak tamburun ve bandın zarar görmemesi için malzemeyi banttan temizler.

**tambur sargısı**<sup>2</sup> | Bandın bir tamburun yüzeyi çevresine kavisli olarak dolandığı toplam temas alanıdır.

**tambur**<sup>2</sup> | Bir konveyör bandını çalıştırmak, yönünü değiştirmek veya gerginliğini korumak için kullanılan merkezi milin üzerine monte edilmiş bir döner silindiridir.

**taşıma yolu**<sup>2</sup> | Konveyör bandının, malzemeyi bir yükleme bölgesinden boşaltma noktasına taşımak için kullanılan üst yoludur.

**taşıyıcı makara**<sup>2</sup> | Bir konveyör bandının yük taşıma yolunu destekleyen herhangi bir makara tipidir.

**taşıyıcı taraf** | Konveyör veya bant tertibatının malzeme yüküne temas eden tarafıdır.

**taşma** | Malzemenin, şut tıkanmaları nedeniyle şuttan taşıdığı problemdir.

**tek yönlü konveyör** | Tek yönde malzeme taşıyan konveyördür.

**temas yayı**<sup>1</sup> | Bir tamburun bandın geçtiği çember kısmı.

**tersiyer pozisyon** | Ek sıyrıcıların montajı için gerdirme tamburundan sonraki alandır.

**tersiyer sıyrıcılar**<sup>2</sup>, **tersiyer sıyrıcı** | Birincil sıyrıcıdan (ön sıyrıcı) ve ilk ikincil sıyrıcıdan sonra bir banda eklenmiş ek sıyrıcılardır; konveyör dönüşüne ikincil pozisyondan daha ileriye monte edilen sıyrıcı(lar)dır.

**test uygulamak** | Muhtemelen kilitleme / etiketleme / blokaj prosedürleriyle devre dışı bırakılmış bir cihazı çalıştırmayı denemek; bir son güvenlik önlemi olarak kullanılır.

**tıkama** | Bir şut veya bunkerin boşaltma noktasının engellenmesidir.

**tıkırtı, uç titremesi**<sup>2</sup> | Konveyör bandına uygun şekilde hizalanmamış bir sıyrıcının hızlı titreşimidir.

**titreşimli besleyici**<sup>2</sup> | Malzemeyi bir silo veya bunkerden transfer şutuna taşımak için ekli bir vibratöre sahip asılı veya izole bir oluk kullanan besleyici tipidir.

**titreşimli yağın yoğunluğu** | Birleştirilmiş yağın yoğunluğu ( $\rho_2$ ) olarak da anılır, bir malzeme kütesine basınç kuvveti (F) veya titreşim enerjisi uygulanarak elde edilir; dinamik duruş açısına dayanarak bandın

üzerine taşınan malzemenin ağırlığını belirlemek için kullanılır.

**TLV** | Eşik sınır değeri; bir işçinin sağlığına olumsuz etkiler olmadan, çalışma hayatı boyunca her gün maruz kalabileceğine inanılan toz seviyesidir; gazlar için havadaki milyon parça başına parça (ppm) ve toz, duman ve buğu gibi parçacıklar için miligram / metreküp (mg/m<sup>3</sup>) olarak ifade edilir.

**topaklanma** | Toplanarak bir kütle oluşturma süreci veya eylemi; daha büyük, daha ağır parçacık grupları oluşturma.

**toplam malzeme kontrolü** | Malzemelerin bantta ve sistemin içinde tutulduğu, döküntü ve geri taşınan malzemeyi zapt etme ve tozu kontrol etme başarısıdır.

**toplama hızı** | Belirli bir malzeme yatağı üzerinde hareket eden havanın yüzeyden tozu kaldırıp genellikle saniyede 1,0 ila 1,25 metre uzağa taşıma hızıdır (200 - 250 ft/dk).

**toplama makaraları**<sup>2</sup> | Dar kanat silindirleri ve geniş bir merkez silindiri olan oluk makarası seti tipidir. Bu tip makaralar genellikle taşınırken toplanması veya sınıflandırılması gereken malzeme için kullanılır.

**torba filtre**<sup>2</sup> | Asılı tozu yakalamak için bir filtre torbası kümesi içeren kapalı bir yapıdır.

**toz bastırma sistem(ler)i** | Asılı parçacıkların kaçışını azaltmak için su veya geliştirilmiş su kullanan bir toz kontrol sistemidir.

**toz perdeleri**<sup>2</sup> | Kapalı bir kanalın içine asılı, hava akımını yavaşlatmak ve asılı tozun, yük bölgesini terk etmeden önce bir konveyör bandındaki malzeme akışına geri oturtmasını sağlamak için kullanılan, parçalı kauçuk veya plastik perdelerdir (bölme plakaları).

**toz toplama sistemleri** | Bir malzeme taşıma sisteminde havadan tozu temizlemek için kullanılan mekanik bir sistemdir.

**toz torbaları**<sup>2</sup> | Bir malzeme taşıma sisteminde asılı tozu yakalayan ve toplayan, özel olarak tasarlanmış hava geçirgen filtre torbalarıdır.

**ters jet** | Torba filtredeki filtreleri temizlemekte kullanılan bir yöntem; torbalar, torbalar içlerine üstten tazyikli hava püskürtülerek temizlenir; ani tazyikli hava torba duvarını esneterek toz kalıbını parçalar ve toplama haznesine düşmesini sağlar.

**TPH, tph** | Bir kapasite ölçüsü olan "ton / saat".

**transfer noktası** | Bir bantlı konveyörün yüklendiği veya boşaltıldığı yer (ve ilişkili ekipmandır).

**triper konveyörü**<sup>2</sup>, **yayıcı** | Ayırıcı bunkerleri veya siloları doldurmak için düz bir hat

boyunca bir konveyörün ucunu birden fazla noktaya boşaltabilen, bir hareket ağırlığına sahip, raya mont edilmiş mekanizmadır.

**turnover devirici**<sup>1</sup> | Konveyöre monte edilen, genellikle bandın yük taşıyan ("kirli") tarafını yukarıda tutarak geri taşınan malzemeyi kontrol etmek için bandı ters çeviren bir sistemdir.

## U

**uç tamburu** | Konveyörün herhangi bir ucundaki tamburdur; baş ve/veya kuyruk tamburlarıdır.

**UHMW**<sup>2</sup> | Çok Yüksek Molekül Kütleli polietilenin kısaltması; genellikle bir şut astarı veya düşük sürtünmeli bant destek yüzeyi olarak kullanılan plastik malzemedir.

**uzama** | Genellikle ilk uzunluğunun yüzdesi olarak ifade edilen uzunlukta bir artış.

**üst kaplama** | Bandın taşıyıcı yüzeyidir.

## V

**v dönüş makarası**<sup>2</sup> | Dönüş yolunda bant merkezlemesini iyileştirmek için bir "V" yapılandırmasında iki silindir barındıran dönüş makarasıdır.

**v rulo** | *Bkz. v dönüş makarası.*

**vadi açısı** | Arka duvara birleşen yan duvar tarafından oluşturulan, iki şut duvarı arasındaki açıdır.

**vidalı gerdirme**<sup>1</sup> | Tambur yatak bloğunun bir vida aracılığıyla hareket ettirildiği bir konveyör bandını germek için kullanılan mekanik gerdirme cihazıdır.

**viskozite**<sup>1</sup> | Malzemenin gerilim altında akışa direncidir.

**v-sıyrıcı**<sup>2</sup> | Başboş herhangi bir malzemeyi saptırarak kuyruk tamburundan uzaklaştırmak için bir konveyör bandının üstünde hareket eden kauçuk veya üretilen bir uçla donatılmış, "V" şeklindeki cihazdır.

**vulkanizasyon cihazı**<sup>1</sup> | Bir bant ekini kürelemek amacıyla ısı ve basınç uygulayan bir cihazdır; pres olarak da anılır.

**vurma**<sup>2</sup> | Makaraların bir ucunu hafifçe ileri veya geri hareket ettirerek yapılan, bandı merkez hattına sürüklemek için konveyör bandı makaralarının çapraz yapı açısını elle ayarlama sürecidir.

## W

**wash box** | Bant temizleme için bir dizi bant yıkayıcı ve su püskürtme nozülü içeren bir kutudur.



## Y

**yağa dayanıklı** | Petrolle etkileşimden kaynaklanan herhangi bir fiziksel özellik bozulmasına dayanabilir.

**yakalama hızı** | Aslı bir toz parçacığını toz toplama sistemine toplamak için gerekli hava hızı miktarı.

**yalpalama<sup>2</sup>** | Baş tamburuna çok yakın bir ön sıyrıcı ana gövdesi takılmasının neden olduğu sıkışma noktasıdır.

**yan destek yatakları** | Bandın yanları için sürekli ve kapatılabilir bir yüzey sağlamak için yükleme teknesi altında kayar çubuklar kullanan bant destek sistemidir.

**yan yükleme kuvvetleri** | Merkezden dışarı doğru iten malzemenin enerjisi ve ağırlığından kaynaklanan basınçtır.

**yanal kaçıklık<sup>2</sup>** | Tamburların, makaraların veya yapının belirlenmiş bir boylamasına referans hattından uzaklığıdır.

**yardımcı tahrik<sup>1</sup>** | Tahrik tamburundaki gücü/gerilimi azaltmak için bazı uzun konveyörlerde kullanılır.

**yarım oluklu tambur<sup>2</sup>** | Üst yüzeyi, ilk tam açılı makaraların üzerindeki kanat silindirlerinin orta noktasıyla aynı hizada olacak şekilde monte edilmiş, genellikle konveyörün gerekli geçiş mesafesini kısaltmak için kullanılan bir kuyruk tamburudur.

**yaşlanma<sup>1</sup>** | Belirli bir süre boyunca bir ortama maruz kalma.

**yatak** | Bir makaranın yuvarlanan “kutuları” yerine bant profilini desteklemek için kullanılan çeşitli düşük sürtünmeli çubuklar veya diğer düz yüzeydir.

**yaılı gerdirme<sup>2</sup>** | Banttaki gerginliği korumak için konveyör yapısı ve kuyruk tamburu arasına takılmış değişken kuvvetli yay veya yaylar kullanan mekanik bir cihazdır.

**yerçekimiyle gerdirme<sup>2</sup>** | Bantta gerginliği korumak için bir ağırlıklı tambur kullanılarak gerilmeyi veya büzülmeyi ayarlayan bir cihazdır.

**yerinden çıkarılan hava** | Şut yüklenildiğinde şuttan dışarı itilen havadır, şuta yerleştirilen malzemelerin hacmine eşittir.

**yığın açısı<sup>2</sup>** | Taşınan bir malzemenin açık bir yığın üzerine boşaltıldığında alacağı açı veya eğim.

**yırtilma algılayıcı<sup>2</sup>** | Bir elektrik iletkeni-

nin konveyör bandının katları içine entegre edildiği ve bandın yırtılması durumunda tahrik motorunu kapatacak bir sistemdir

**yoğunluk<sup>1</sup>** | Bir vücudun kütesinin kendi hacmine oranı veya maddenin birim hacmi başına kütedir. Pratik açıdan, yoğunluk ve özgül ağırlık eşdeğer kabul edilebilir.

**yol** | Bir konveyör bandının kat ettiği mesafe veya güzergahıdır.

**yol<sup>2</sup>** | Bir konveyörün baş ucundan boşaltıldığında taşınan malzemenin çizdiği kemerli yoldur.

**yoldan çıkma / merkezden kaçma** | Bir konveyör bandının merkezden uzağa hareket etmesidir.

**yorulma<sup>1</sup>** | Tekrarlanan gerilim uygulaması kalıcı gerilmeye neden olduğunda meydana gelen malzemenin zayıflamasıdır.

**yönlendirme silindirleri<sup>2</sup>** | Merkezden kaçan bir konveyör bandını merkez hattına yönlendirmek için sola veya sağa dönebilen bir mil üzerine monte edilmiş bir rulo setidir (veya bir açılı makara setidir).

**yük bölgesi<sup>2</sup>, yükleme bölgesi** | Malzemenin bir konveyörün üzerine düşürüldüğü veya beslendiği alma noktasıdır.

**yük çıkışı<sup>2</sup>** | Malzemenin geçici olarak depolanabileceği veya başka bir istikamete taşınmak üzere bir cihaza doğrudan yüklenebileceği, bir konveyörün boşaltma noktasındaki alandır.

**yükleme şutu** | Yüğü bandın üzerine yerleştiren kutudur.

**yükleme teknesi sırdırmazlığı, yan kenar sırdırmazlığı** | Döküntüyü kontrol etmek ve malzemeyi bant üzerinde tutmak için transfer noktasının yükleme teknesinin tabanı boyunca monte edilen mekanizmadır (çoğunlukla bir elastomer şeridi).

**yükleme teknesi<sup>1</sup>** | Bir konveyörün yükleme noktasından dışarı uzayan ve taşınan malzemeyi zapt etmek için bandın hemen üzerine monte edilen dikey veya eğik plakalardır.

**yüzey aktif madde<sup>2</sup>** | Yüzey etkin bir maddedir. Toz bastırmada, bu madde, aslı tozun yakalanmasına yardımcı olması için bir püskürme veya buğuda suyla birleştiren bir katkı maddesidir.

## Z

**zincirli konveyör** | Yüğü boşaltma noktasına çekmek için bir zincir üzerinde çubuklar veya plakalar kullanan malzeme taşıma sistemi.

## KAYNAKLAR

<sup>1</sup>Konveyör Bandı Kılavuzu  
www.ConveyorBeltGuide.com

<sup>2</sup>Stahura Konveyör Ürünleri  
www.scp-pa.com

Metrik Sistem		İngiliz Ölçü Sistemi	
Tanım	Kısaltma	Kısaltma	Tanım
santimetre	cm	BTU	İngiliz Isı Birimi
santimetreküp	cm <sup>3</sup>	BTU/lb <sub>m</sub>	Pound kütle başına İngiliz Isı Birimi
metreküp	m <sup>3</sup>	ft	fit veya fut
metreküp / saat	m <sup>3</sup> /s	ft/dk	fit / dakika
metreküp / dakika	m <sup>3</sup> /dk	ft/sn	fit / saniye
metreküp / saniye	m <sup>3</sup> /sn	ft <sup>2</sup>	fit kare
desibel - ses	dBA	ft <sup>3</sup>	fit küp
derece Santigrat	°C	ft <sup>3</sup> /s	fit küp / saat
gram	gr	ft <sup>3</sup> /dk	fit küp / dakika
hektopaskal	hPa	ft <sup>3</sup> /sn	fit küp / saniye
kilohertz	kHz	gal	galon
kilogram	kg	gal/s	galon / saat
kilogram / metreküp	kg/m <sup>3</sup>	gal/dk/inç	galon / dakika / inç
kilogram / litre	kg/lt veya kg/Lt	gal/sn	galon / saniye
kilogram / saniye	kg/sn	s	saat
kilogram / metrekare	kg/m <sup>2</sup>	bg	beygir gücü
kilojul	kJ	inç	inç
kilojul / kilogram	kJ/kg	inç <sup>3</sup>	inç küp
kilometre	km	lb/ft <sup>2</sup>	pound / fut kare
kilometre / saat	km/s	lb <sub>f</sub>	pound-kuvvet
kilonewton	kN	lb <sub>f</sub> /ft	pound-kuvvet / fut
kilonewton / metre	kN/m	lb <sub>f</sub> /inç <sup>2</sup>	pound-kuvvet / inç kare
kilonewton / metreküp	kN/m <sup>3</sup>	lb <sub>f</sub> /ft <sup>3</sup>	pound-kuvvet / fut küp
kilopascal	kPa	lb <sub>f</sub> /inç	pound-kuvvet / inç
kilovat	kW	lb <sub>m</sub>	pound kütle
litre	lt veya Lt	lb <sub>m</sub> /ft <sup>3</sup>	pound-kütle / fut küp
litre / saat	lt/s veya Lt/s	lb <sub>m</sub> /sn	pound kütle / saniye
litre / dakika / metre	lt/dk/m veya Lt/dk/m	mil	mil
litre / saniye	lt/sn veya Lt/sn	dk	dakika
megahertz	MHz	mph	mil / saat
metre	m	°F	derece Fahrenheit
metre / dakika	m/dk	oz	ons
metre / saniye	m/sn	oz <sub>m</sub>	ons kütle
mikrogram	µg	psi	pound / inç kare
mikron	µ	psi	pound-kuvvet / inç kare
miligram / metreküp	mg/m <sup>3</sup>	PWI	pound / inç kare genişlik
mililitre	ml	sn	saniye
milimetre	mm		
newton	N		
newton / milimetre	N/mm		
newton / metre	N/m		
metrekare	m <sup>2</sup>		

EK C

# GÜVENLİK ETİKETLERİ

## GÜVENLİK ETİKETLERİ

Aşağıdaki bilgiler ve güvenlik etiketi tavsiyeleri, Konveyör Ekipmanı İmalatçıları Birliğinin (CEMA) izniyle yayımlanmıştır ve CEMA Broşürü 201'de bulunabilir. Etiketler CEMA'nın web sitesinden (www.cemanet.org) veya Conveyor Equipment

Manufacturers Association, 6724 Loan Oak Boulevard, Naples, Florida 34109, Telefon 239-514-3441 adresine yazarak satın alınabilir. Birçok konveyör ekipmanı üreticisinden de doğrudan alınabilir.

### CEMA Güvenlik Etiketi Anlamları

CEMA Güvenlik Etiketi programı, etiketleri üç risk sınıfında tanımlamak için renk ve spesifik işaret sözcükleri (bir tehlike şiddeti derecesine veya seviyesine işaret eden sözcükler) kullanır:

## TEHLİKE ETİKETİ

Üzerinde "Tehlike" yazan etiketler, kaçınılmadığında, ölüm veya ciddi yaralanmayla sonuçlanacak yakın bir tehlike durumuna işaret eder. En aşırı durumlarla sınırlanmaları gerekir.

## UYARI ETİKETİ

Üzerinde "Uyarı" yazan etiketler, kaçınılmadığında, ölüm veya ciddi yaralanmayla sonuçlanabilecek potansiyel olarak tehlikeli bir duruma işaret eder.

## İKAZ ETİKETİ

Üzerinde "İkaz" yazan etiketler, kaçınılmadığında, küçük veya orta derecede yaralanmaya neden olabilecek, potansiyel olarak tehlikeli bir duruma işaret eder. Güvenli olmayan uygulamalara karşı uyarılmak için de kullanılabilirler.

**Not:** "Tehlike" veya "Uyarı", bu seviyelere karşılık gelen fiziksel yaralanma riski de bulunmadığı müddetçe mal hasarı için kullanılmamalıdır. Yalnızca mal hasarının bulunduğu kazalar için "İkaz" kullanılabilir.

### Sembol/Resim

Bir grafik gösterimin amacı bir mesajı kelimeler olmadan iletmektir. Bir tehlike, tehlikeli bir durum, bir tehlikeden kaçınmak için alınacak önlem, bir tehlikeden kaçınmanın sonucu veya bu mesajların herhangi bir birleşimine işaret edebilir.

### Sözcüklü Mesaj

İki bölümden oluşur. İlk bölüm tehlikeyi anlatır. İkinci bölüm, tehlikeden kaçınmak için ne yapılması veya yapılmaması gerektiğini söyler.



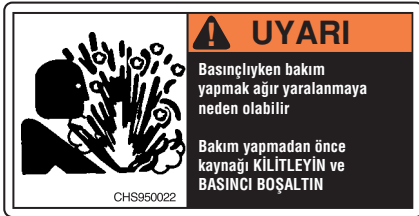
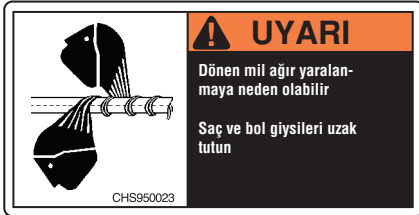
# TEHLİKE ETİKETLERİ

Kaçınılmadığında, ölüm veya ciddi yaralanmayla sonuçlanacak yakın bir tehlikeli duruma işaret eder. Bu işaret sözcüğü en aşırı durumlarla sınırlanmalıdır.



# UYARI ETİKETLERİ

Kaçınılmadığında, ölüm veya ciddi yaralanmayla sonuçlanabilecek, potansiyel olarak tehlikeli bir duruma işaret eder.



# İKAZ ETİKETLERİ

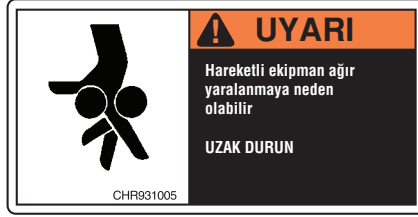
Kaçınılmadığında, küçük veya orta derecede yaralanmaya neden olabilecek, potansiyel olarak tehlikeli bir duruma işaret eder. Güvenli olmayan uygulamalara karşı uyararak de kullanılabilir.



Ürün: Dökme Yük Taşıma Ekipmanı | Ekipman: Dökme Yük Bantlı Konveyörler



**A. Makinenin, muhafazalar çıkarılmış halde çalıştırılmasının, zincirleri, bantları, dişlileri, milleri, tamburları, kaplinleri vb. açıkta bırakacağı ve tehlikeler yaratacağı konusunda uymak için, çıkarılabilir muhafazaların üstüne yerleştirilecektir.**



**B. Muayene kapıları üzerine yerleştirin.** Rulolar, tamburlar, miller, zincirler, vb. gibi işlevini kolaylaştırmak için korumasız olması gereken açıkta hareketli parçaların bulunduğu konveyörlerin üzerine yerleştirilecektir.



**C. Makinenin, muhafazalar çıkarılmış halde çalıştırılmasının, zincirleri, bantları, dişlileri, milleri, tamburları, kaplinleri vb. açıkta bırakacağı ve tehlikeler yaratacağı konusunda uymak için, çıkarılabilir muhafazaların üstüne yerleştirilecektir.**



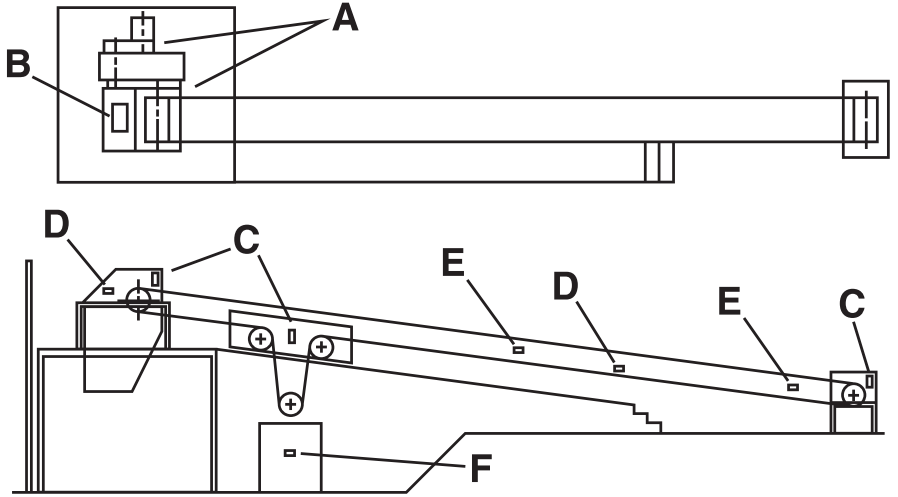
**D. Konveyör yürüme yolunun girişine yerleştirin.** Konveyörün, bantlar, rulolar, uç tamburları, vb. gibi işlev gereği korumasız çalışan hareketli parçalarının, kaçınılması gereken tehlikeler yarattığına dair personele genel uyarı; özellikle, operatör çalışma istasyonları yakınındaki otomatik kontrolle durdurulan ve başlatılan konveyörler bu etiketi kullanabilir.



**E. Maksimum 15 m'lik merkezlere kadar alan (yürüme yolunun yanları).** Yürüme yolu tarafı boyunca maksimum 15 metrelik merkezlere yerleştirilecektir.



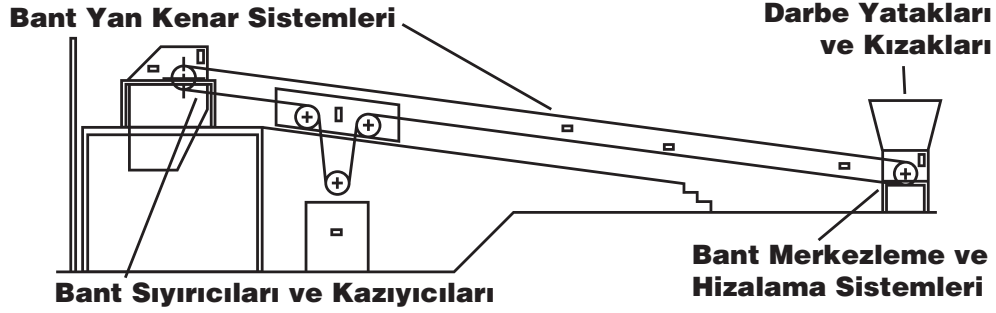
**F. Personeli işletme veya çevre tehlikelerine maruz bırakacak, yalnızca belirli şartlarda eğitilmiş ve yetkili personel tarafından girilmesi gereken kapalı alanların girişlerine yerleştirilecektir; örneğin, kaldırma konveyörleri, transfer arabası koridorları, kontrollü alanlar, vb.**





Ürün: Dökme Yük Taşıma Ekipmanı | Ekipman: Bantlı Konveyör Aksesuarları

Bu etiketler, aşağıdaki dökme yük bantlı konveyör aksesuarları için bakım erişimi noktalarına veya yakınına yerleştirilecektir:





# Dökme Yük Taşıyan Konveyörler



<p>Konveyöre Hiçbir Zaman Çıkmayın, Üzerine Oturmayın, Üzerinde Dikilmeyin, Yürümeyin, Yolculuk Etmeyin ve Dokunmayın</p>	<p>Elektrik, Hava, Hidrolik ve Yerçekimi Enerji Kaynakları Kilitlenip Bloke Edilinceye Kadar Konveyörde Bakım Yapmayın</p>	<p>Ekipmanı Yalnızca Tüm Onaylı Kapaklar ve Muhafazalar Yerinde Olduğunda Çalıştırın</p>
<p>Bakım Yapmadan Önce Tüm Gücü Kilitleyin ve Yerçekimi Yüklerini Bloke Edin</p>	<p>Başlatmadan Önce Tüm Personelin Ekipmandan Uzaklaştığından Emin Olun</p>	<p>Konveyör ve Aksesuarlarını Yalnızca Yetkili ve Eğitimli Personel Kullanabilir ve Bakımlarını Yapabilir</p>
<p>Giyisi, Vücut Kısımları ve Saçları Konveyörlerden Uzak Tutun</p>	<p>Kuyruk Tamburları, Makaralar ve Yük Noktaları Etrafındaki Döküntüyü, Yalnızca Güç Kilitlendiğinde Muhafazalar Yerinde Olduğunda Temizleyin</p>	<p>Konveyör Kontrollerini Değiştirmeyin veya Kötü Kullanmayın</p>
<p>Tüm Kontrollerin ve Çekme Kordonlarının Görünür ve Erişilebilir Olmasını Sağlayın</p>	<p>Üreticinin Onayı Olmadan Kontrolleri, Muhafazaları, Kilitleri, Uyarıları veya Diğer Güvenlik Elemanlarını Değiştirmeyin veya Çıkarmayın</p>	<p>Tüm Güvenli Olmayan Durumları Bildirin</p>

KOLAYCA GÖRÜNEN YERE ASIN

## Ek D

# DİZİN

- DENKLEM DİZİNİ ..... 552
- TABLO DİZİNİ ..... 553
- KONU DİZİNİ ..... 554

<i>No</i>	<i>Başlık</i>	<i>Sayfa</i>
3.1	Gerekli Güç Hesabı	32
7.1	Toplam Hava Akışı Hesabı	92
7.2	Yerinden Çıkarılan Hava Hesabı	93
7.3	Emilen Hava Hesabı	94
7.4	Hava Miktarı Hesabı	95
8.1	Vadi Açılarının Hesaplanması	114
9.1	Lineer Vibratör Çıkış Kuvveti Gereksinimi	120
10.1	Tek bir Malzeme Topağından Darbe Kuvvetini Hesaplama (CEMA STANDARDI 575-2000)	141
10.2	Bir Malzeme Akışından Darbe Kuvvetini Hesaplama (CEMA STANDARDI 575-2000)	142
10.3	Bant Sarkması Hesaplama	148
10.4	Sızdırmazlık Desteği Nedeniyle Banda Eklenen Gerilimi Hesaplama	149
10.5	Darbe Yatağı Nedeniyle Banda Eklenen Gerilimi Hesaplama	150
10.6	Sızdırmazlık ve Darbe Desteği nedeniyle Bant Tahrikine Eklenen Güç Tüketimini Hesaplama	150
11.1	Yükleme Teknesi Uzunluğu	163
11.1.1-4	Yükleme Teknesi Uzunluğu Örnek Problem No: 1-4	164-167
11.2	Yükleme Teknesi Yüksekliği	163
11.2.1-4	Yükleme Teknesi Yüksekliği Örnek Problem No: 1-4	164-167
13.1	Yükleme Teknesi Sızdırmazlığı Nedeniyle Banda Eklenen Gerilimi Hesaplama	192
13.2	Bandı Harekete Geçirmek için Gerekli Ek Gücü Hesaplama	192
14.1	Bant Sıyırıcısı Nedeniyle Banda Eklenen Gerilimi Hesaplama	234
14.2	Bant Tahrikine Eklenen Güç Tüketimini Hesaplama	234
14.3	Potansiyel Çıkan Tozu Hesaplama	240
15.1	Bir Tambur Koruma Sıyırıcısının Güç Tüketimi	249
16.1	Kaçıklık Kuvvetini Hesaplama	275
16.2	Kaçıklık Sürüklenme Kuvvetini Hesaplama	276
16.3	Bir Ayar Makarasını Tolere Edecek Gücü Hesaplama	276
18.1	Filtre Torbası Alanını Hesaplama	303
20.1	Toz Parçacıklarını Yakalama Hızı	336
22.1	Malzeme Akımının Enine Kesit Alanı için Süreklilik Hesabı	361
24.1	Her Gün Wash Box'a Giren Geri Taşınan Malzeme Miktarını Hesaplama	391
24.2	Her Gün Wash Box'tan Çıkması Arzu Edilen Geri Taşınan Malzemeyi Hesaplama	392
24.3	Dakikada İşlenecek Kullanılmış Su Miktarını Hesaplama	393
24.4	Dakikada Gerekli Katma Suyunu Hesaplama	394
25.1	Arayüz Sürtünmesi İlişkisi	406
25.2	Farklı Kömür Özellikleriyle Bant Kapasitesini Hesaplama	409
31.1	Sermaye Maliyeti Hesabı	467
31.2	Yatırım Getirisi (ROI) Hesabı	467
31.3	Yıl olarak Yatırım Getirisi (ROI) Hesabı	467
31.4	Ay olarak Yatırım Getirisi (ROI) Hesabı	467
31.5	Seviye II Temizlikle Mutlu Şirket için Yatırım Getirisi (ROI) Hesabı	481
31.6	Seviye III Temizlikle Mutlu Şirket için Yatırım Getirisi (ROI) Hesabı	482

<i>No</i>	<i>Başlık</i>	<i>Sayfa</i>
1.1	Kaçak Malzemenin Zamanla Birikmesi	9
1.2	Risk Matris Sistemi	13
2.1	1996-2000 MSHA Konveyör Kazası Verileri	16
7.1	Çeşitli Kırıcı Tiplerinin Ürettiği Yaklaşık Hava Seviyeleri	94
9.1	Şutun İçindeki Malzemenin Ağırlığına göre Tipik Vibratör Büyüklükleri	120
9.2	Dökme Yoğunluğuna Göre Vibratör Kuvveti Çıktıları	120
9.3	Yaygın Akış Yardımcısı Cihazların Özellikleri	128
9.4	Malzeme Özelliklerine göre Akış Yardımcıları için Uygun Uygulamalar	128
10.1	Makara Sınıflandırmaları (CEMA Standartlarına göre)	133
10.2	CEMA tarafından yayımlandığı şekilde yükleme bölgesinin dışındaki uygulamalar için önerilen makara aralığı	136
10.3	CEMA STANDARDI 575-2000 Darbe Yatağı/Kızağı Derecelendirme Sistemi	142
11.1	Önerilen Yükleme Bölgesi Tasarımı	156
11.2	Yükleme Teknesi Destekleri için Önerilen Açılı Demir Büyüklükleri	161
11.3-6	Yükleme Teknesi Örnek Problem No: 1-4.	164-167
12.1	Aşınma Astarı Malzemeleri	174
13.1	Yükleme Teknesi Sızdırmazlığı için Tipik Karşılaştırmalı Seçim Rehberi	190
13.2	Çeşitli Sızdırmazlık Sistemlerinde Bant ve Sızdırmazlık Şeridi Arasındaki Kuvvet	191
14.1	Minimum Bant Sıyırıcı Ucu Kapsama Alanı	206
14.2	Bandın Temizlenmiş Kısmında Kalmasına İzin Verilen Geri Taşınan Malzemenin Ortalama Seviyesi	232
14.3	Çeşitli Bant Sıyırıcı Tipleri tarafından Konveyör Tahrik Gereksinimine Eklenen Güç Tüketimi	235
14.4	Temizleme Sisteminden Geçen Geri Taşınan Malzemenin Özellikleri	236
14.5	Örnek Varsayımlar	238
17.1	10 Mikronluk bir Büyüklük Seçim Cihazından Geçen Parçacık Boyutlarının Yüzdeleri	282
17.2	İş Güvenliği ve Sağlığı İdaresine göre Günde Sekiz Saat Toza Maruziyetin Kabul Edilebilir Seviyeleri	283
19.1	Toz Bastırma Uygulama Matrisi	306
19.2	Toz Bastırma Sistemleri için Tipik Nem Ekleme Oranları	308
19.3	Maksimum Tipik Nem Ekleme Seviyeleri	312
19.4	Bir Kömür Yakıtlı Elektrik Santralinde Nem Eklenmesinden Doğan Termal Ceza	314
19.5	Bir Kömür Yakıtlı Elektrik Santralinde Termal Ceza	320
20.1	Toz Parçacığı Büyüklüğüne Dayalı Toz Taşıma Hızları	336
23.1	Hava Destekli Bantlı Konveyörlerle Kullanılan Santrifüj Fanların Tipik Boyutları	367
24.1	Tipik Bant Yıkama Sistemleri için Su Tüketimi	385
24.2	Çeşitli Su Temizleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması	388
27.1	Saha İncelemede Kullanılacak Aletler	426
27.2	Konveyör Sistemi Sayımı	426-427
27.3	Saha İncelemede Dikkate Alınacaklar	429
28.1	Bantlı Konveyör – Koruyucu Bakım	440-441
31.1	Yatırım Getirisi (ROI) Dönüşümleri	468
31.2	Yatırım Getirisi (ROI) Hesaplamalarında Kullanılan Veriler	468
31.3	Swinderman Ölçeği için Puanlama Formu	477
31.4	Swinderman Ölçeği için Puanlama Formu (Yönetimin Ağırlıklanmasıyla)	477
31.5	Temel Durum İncelemesi	478
31.6	30. Gün İncelemesi	478
31.7	60. Gün İncelemesi	479
31.8	90. Gün İncelemesi	479
31.9	Kar Zarar Tablosu (Seviye II Temizlikle)	480
31.10	Belirli Temizlik Seviyelerine Ulaşmanın Tahmini Maliyetleri	481
31.11	Belirli Temizlik Seviyelerine Ulaşmanın Tahmini Maliyetleri/Sağladığı Tasarruflar	482
31.12	Değiştirilmiş Kar Zarar Tablosu (Seviye III Temizlikle)	483

## A

**A çerçeve yüklem teknesi destekleri**, 161  
**acil durum kapatma**, 18, 20, 35, 264, 439, 441  
**açı**  
 , **şut**, 111, 349, 356, 407  
 , **temizleme**, 200, 207, 213, 223, 225-26, 233, 493  
**atak**, 205, 207-08, 212, 214, 224, 381  
**eğim**, 42, 353, 507  
**yığın**, 79-81, 105, 157, 355, 399-400, 409-10, 472  
 , **iç sürtünme**, 404-06  
 , **soyma**, 207  
 , **sıyırma**, 207-08, 212, 214, 233  
 , **rahatlatma**, 159, 162, 175-76  
 , **kazıma**, 207, 225  
 , **dinamik duruş**, 355, 400-01, 408-10  
 , **vadi**, 101, 103, 108, 111, 114-15  
 , **duvar sürtünmesi**, 402, 405-06  
**ağırılık tamburu** (bkz. *tambur*)  
**akış yardımcısı**, 22, 99, 102, 112-13, 115-29, 254, 357, 359, 421, 427-28  
**akış özellikleri**, 34, 124, 356-57, 359, 403-04, 410  
**akma noktası**, 405-06  
**aktif toz toplama** (bkz. *toz toplama*)  
**alev geciktirici bant tertibatı**, 38  
**algılayıcı silindir**, 268-72  
**anahtar**  
 , **acil durdurma**, 21-2, 264, 441  
 , **kaçıklık**, 265-66, 427  
 , **tikalı şut**, 357  
**aralık**, 40, 69, 82, 176, 186, 239, 267, 270, 367, 384, 435  
 , **konveyör**, 414-23  
 , **makara**, 135-36, 147-48, 161, 225  
**arayüz**, 356-57, 367, 391  
**açı**, 353-54  
**sürtünme**, 105, 200, 276, 355, 405-06, 408, 429  
**arka kapak sızdırmazlık kutusu**, 30, 86-8, 332, 357  
**artık bastırma** (bkz. *toz bastırma*)  
**astarlar**  
 , **şut**, 103, 110, 160, 420, 496  
 , **düşük sürtünme**, 103, 117, 226-27  
**aşınma ve** 110, 171-79, 191, 352, 441  
**aşırı gerilim**, 55, 221, 225-26, 257, 497  
**aşınma yüzeyi**, 110, 170-71  
**aşınma alanı**, 212-13  
**bandın**, 85, 97, 106-07, 136, 148, 185, 188, 212, 221, 226, 299, 349, 356, 378  
**uçların**, 206, 213, 215, 221-24, 229, 379, 487, 495  
**atomizasyon**, 290, 306, 309-10  
**ayırıcı çubuk**, 49-50  
**ayırma**, 365, 371

**ayrık kauçuk perde**, 300  
**ayrık eleman modelleme yöntemi**, 97, 102, 105, 347, 355-56, 358  
**ayak, konveyör yapısı**, 131-32

## B

**bandı dolaşma**, 424-25, 428, 430-31  
**bandı dolaşma**, 424, 428-32  
**bandı ayarlama prosedürü** (bkz. *bant*)  
**bant**, 37-60  
**hızalama**, 252-277  
**en boy oranı ve**, 41-2, 55, 257  
**karkas**, 37-71, 78-83, 140, 256, 341, 380  
**temizleme** (bkz. *bant temizleme*)  
**kaplama**, 37-47, 50-63, 68, 70, 72, 131, 135, 183-88, 203-08  
**hasarı**, 50-59, 69-71, 77-82, 88, 111, 132, 134, 137-40, 154, 184, 206, 212, 216, 221, 277, 349, 370, 440, 490, 492, 495  
**kayıd sensörü**, 265-66, 427  
**kenar mesafesi**, 80-1, 145, 155-57, 172, 184-85, 187, 401, 410, 487  
**düz**, 42, 79-80, 82, 133, 167, 401  
**gıdada kullanılabilir**, 187, 216, 218-19, 499  
**dereceleri**, 42-3, 62  
**kaçıklık**, 37, 77, 157, 216, 246, 253-77, 369  
**tamir**, 56-64, 417  
**yapıştırıcılarla**, 56-7, 61-4  
**mekanik sabitleme elemanlarıyla**, 57-9  
**sarkma**, 131-32, 136, 138, 142-43, 146-49, 176  
**ekleme**, 61-73, 202, 257, 513  
**soğuk bağlamayla (kimyasal)**, 57, 61-5  
**mekanik eklemelerle**, 46, 57-8, 61, 64-5, 67-73, 202, 208, 214, 222, 256, 369, 426, 486, 494-95  
**vulkanizasyonla**, 61-6, 70-3, 202, 214, 369, 417, 426, 492, 494, 513  
**depolama**, 37, 44, 48-50, 56  
**destek**, 130-151  
**gerilim**, 46, 132, 148-49, 261-62, 274-75, 508  
**merkezleme**, 252-277  
**ayar**, 252-277  
**devirici** (bkz. *devirici, bant*)  
**yıkama**, 203, 205, 211, 216, 218, 220-21, 232, 238, 376-95, 403, 407, 469, 475, 489, 499  
**aşınma**, 85, 97, 107, 136, 185, 188, 221, 299, 356, 378  
**ve bant sıyrıcıları**, 53, 206-13, 215, 221-24, 229, 379, 487, 495  
**ve yüklem**, 43, 52, 97, 105-11, 136, 139, 148, 186, 349-61, 379

**ve sızdırmazlık sistemleri**, 182-88  
**bant temizleme için kazıma açısı** (bkz. *açı*)  
**bant eki monitörü**, 72-3  
**bant eki istasyonu**, 72  
**bant sıyrıcıları**  
**uç**, 53, 70, 206, 219, 221, 247, 378-79, 438, 496  
**fırça**, 203, 219-20, 377, 381, 498, 501  
**çavuş bantlar ve**, 218-19, 501, 507  
**gıdada kullanılabilir**, 218-19  
**seviyeleri**, 199, 201, 230-31, 238-40, 481-82  
**madende kullanılabilir**, 216-17, 499  
**birden fazla sıyrıcı ve**, 211, 215-16, 232, 235, 258, 476, 508  
**performans ölçümü**, 11, 200, 230-32, 240, 392, 465-83  
**primer sıyrıcı (ön sıyrıcı) ve**, 30, 44, 204-05, 207-08, 211-14, 217-18, 220-21, 225-26, 233, 235, 238-39, 375, 379, 383, 469, 487, 490, 493, 495, 497, 501-02  
**iki yönlü bantlar ve** 218, 233  
**sekonder sıyrıcı ve** 30, 204, 208, 211-18, 220-21, 225-26, 229, 233, 235-36, 239, 248, 375, 381-83, 390, 427, 469, 487, 493, 495, 497, 502  
**bant değerlendirme laboratuvar testi (Bant)**, 39  
**bant temizliği için soyma açısı**, 207  
**banttaki oluklar**, 50-1, 53, 56, 131, 188, 203, 222, 231, 381  
**baskı rulosu**, 63, 248, 377  
**baş şutu**, 19, 93-4, 98, 103-5, 107-8, 299, 360, 371, 390  
**baş tamburu**, 17, 21, 23, 30-31, 48, 82, 92, 95-6, 98, 104, 107-08, 110, 124, 197, 204, 209, 211-14, 217, 233-34, 245, 247, 267, 299, 307, 316, 319, 345, 375, 417, 419, 435, 440-41, 486, 498-99, 502, 506  
**başlatma**, 10, 23, 108, 191, 264, 274, 307, 332  
**besleyici bant**, 80, 167, 191, 265  
**beygir gücü gereksinimleri** (bkz. *güç tüketimi*)  
**bilgisayarla modelleme** (bkz. *şut modelleme*)  
**bindirmeli uç**, 215  
**bir bant ekini örtme**, 69  
**birden fazla yüklem noktası**, 30, 89, 154-55, 161-62, 172  
**birleşme yeri arızası**, 47, 54-5, 82, 134, 440  
**bloke etme** (aynı zamanda bkz. *kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme*), 19-21, 71  
**bombeli tamburlar**, 79, 267  
**boylamasına yırtıklar**, 56, 208, 245, 440  
**BTU cezası** (bkz. *termal ceza*)  
**Bunsen Beki testi**, 38-39  
**bükme yarıçapı**, 46, 54, 78

**C**

**CARP** (*bkz. sabit açılı bant sıyrıcıları*)  
cepli konveyörler, 509

**Ç**

**çavuş bant**, 42, 218-19, 500, 507  
**çavuş bant sıyrıcısı**, 218-19, 501, 507  
**çarpma hasarı**, 43, 97, 440  
**çekikç döküntüsü**, 119  
**çevrili alan**, 52, 87, 98, 106, 131, 136, 138, 141, 143, 146-47, 155, 157, 163, 171, 173, 188, 192, 301, 352, 360, 419  
**çok uçlu sıyrıcı**, 206-07  
**çok katmanlı sızdırmazlık**, 87, 153, 181, 186-87, 189, 192  
**çoklu sıyrıcı sistemi**, 210-11, 215-16, 232, 235, 258, 495  
**çökme havuzu**, 377, 388-89, 407  
**çöktürücü, elektrostatik**, 323-26

**D**

**damlama tavası**, 344  
**darbe**  
çubuk, 69, 143, 438, 440  
yatak, 70, 88, 131-32, 135, 138, 140-44, 146, 148, 352, 382-83, 427, 486, 494, 496, 502  
hasar, 41, 43, 50-1, 69, 80, 114, 135, 440  
ızgara, 110  
plaka, 108, 110  
**darbeli lazer teknolojisi**, 358-59  
**davlumbaz ve saptırma şutu**, 96-7, 107, 288, 298-99, 351-53, 369  
**DEM** (*bkz. ayrılcı eleman modelleme yöntemi*)  
**devirici, bant**, 202-03  
**dış kavis**, 44-5, 49, 55-6, 79, 256, 265, 440  
**dışa doğru sızdırmazlık**, 182, 186-87, 190  
**dik açılı konveyör**, 507, 509-12  
**dikey kenar kılavuzu**, 266-77  
**dikey kenar sızdırmazlığı**, 181-86, 190  
**dinamik duruş açısı** (*bkz. açılı*)  
**döküntü demir algılayıcı**, 30  
**döner vibratör**, 117, 121-22, 128  
**duvar sürtünmesi**, 110, 402, 405-06  
**düşme yüksekliği**, 45, 96, 98, 105, 107, 109, 113, 132, 141-42, 153, 246, 297, 353, 361, 476  
**düz bant** (*bkz. bant*)

**E**

**eğitimi, personel**, 8, 14, 23-5, 67, 113, 229, 342, 421, 429, 437, 439, 445-47, 471  
**ekipmandaki muhafazalar**, 21, 423,

520  
**eklenebilir toz toplayıcı (modüler toz toplayıcı)**, 323, 330, 334-35, 372, 493  
**eksik gerilim**, 222, 265  
**elektrostatik çöktürücü**, 323-26  
**elek analizi**, 239, 408  
**emilen hava**, 91-4, 96-8, 111, 299, 335, 350, 357-58, 402  
**en boy oranı** (*bkz. bant*)  
**en kötü durum**, 6, 10, 141, 201-02, 210, 232, 349, 356-58, 374, 384  
**enine kesit alanı**, 52, 95-97, 101, 104-05, 107, 157, 163, 173, 360-61, 403, 407, 409  
**ergonomi**, 34, 436  
erişim, 21-2, 103-04, 107-13, 414-23  
kapıları, 22, 87-8, 113, 162, 299, 333, 357, 381, 390, 415, 420-21  
platformu, 357, 417  
bant sıyrıcılarına, 202, 223, 381  
şutlara, 112-13, 125, 422  
yükleme teknesi  
sızdırmazlıklarına, 101  
**eşik sınır değeri (TLV)**, 9  
**etiketleme** (*aynı zamanda bkz. kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme*), 18-20  
**etkin bant genişliği**, 155-57, 183, 202

**F**

**fırçalı sıyrıcılar**, 203, 219-20, 377, 381, 498, 501  
**filtre**, 8, 72, 290, 292, 301-03, 307, 310, 317, 323-24, 326-35, 358, 368, 373-74, 388-89  
torba, 301, 303, 326-28, 330, 332-34, 358  
malzeme, 292, 301-02, 331  
**Foundation™ sertifikasyonu**, 24, 518-19

**G**

**Gant şeması**, 456, 460  
**geçiş**, 188, 375, 511  
alan, 48, 77, 80, 82, 85-9, 105-07  
mesafe, 45, 47-8, 55, 77, 81-5, 87, 89, 160  
, aşamalı, 88  
makara, 30, 47-8, 82-4, 87, 107, iki aşamalı, 88  
**gergi mekanizması, bant sıyrıcı**, 201, 213, 222-24, 229-30, 233, 235, 497  
**geri taşınan malzeme**, 3-4, 10-2, 53, 196-242, 258, 371, 376-96, 343, 407, 469-482, 487, 495, 503, 507, 511  
**geri ödeme**, 201, 285, 361, 466, 468, 481-82, 486  
geriye yuvarlanma  
, bant, 20, 218, 247  
, malzeme, 85, 370, 488, 507, 509  
gevşek dökme yoğunluğu, 104-05, 361,

399-400, 407, 409-10  
**gıdada kullanılabilir bantlı konveyörler**, 499  
**gıdada kullanılabilir sıyrıcı**, 218  
**giriş alanı sızdırmazlığı**, 85-6, 175-78, 299, 331-32  
**gözlem gereksinimi**, 419  
**görsel opaklık**, 285, 287  
**güç tüketimi**, 44, 151, 248-49  
ve bant sıyrıcısı, 149, 151, 221, 223, 234-35, 242  
ve bant destek sistemi, 132, 135-36, 149-50  
ve bant merkezleyici, 253, 263-64, 275 ve yükleme teknesi  
sızdırmazlığı, 181, 187, 191 ve aşınma astarı, 174  
**güvenlik kablosu**, 125, 127, 247-49  
**güvenlik/uyarı çıkartmaları/etiketleri**, 18, 22-3, 88, 241, 360, 421

**H**

**ham cevher (ROM)**, 29, 145, 502  
**hat üstü transfer**, 102, 105-06, 494-95  
**havalandırma**, 351, 357  
cihazları, 117, 123, 125  
sistemleri, 117, 123  
**hava bıçağı**, 203, 220, 388, 393, 489, 507  
**hava şoku**, 22, 93, 103, 112-13, 117, 119, 122-27, 359, 421, 486, 495-96, 501-02  
**hava akışı**, 38-9, 91-3, 95-8, 101, 123, 154-55, 159, 163-67, 285, 287, 292, 297-98, 300-03, 324-27, 333-34, 358, 368, 374, 402, 427, 472  
, yerinden çıkarılan, 91-3, 300, 310, 350, 358  
, üretilen, 91-4, 123, 288, 301, 358  
, emilen, 91-4, 96-8, 111, 299, 335, 350, 357-58, 402  
**hava destekli konveyör**, 145-46, 148, 162, 299, 343, 365-66, 368-75, 490, 492, 497  
**hava-kumaş oranı** (*bkz. toz toplama*)  
**havuzlama**, 110-11  
**hızlandırma bandı**, 111

**I, İ**

**ısı hasarı**, 54  
ızgara, 53, 102, 109, 419  
iç sürtünme, 105, 361, 404-06  
**içeride doğru sızdırmazlık**, 184-85, 190  
**iki kat yüksek yüklem teknesi**, 161  
**iki yönlü bant**, 209, 218, 233, 247-48, 250, 259, 265, 272-73  
**ikili temizleme sistemi**, 235, 238, 279  
**insan faktörü**, 432, 436, 443-451  
**izin verilebilir maruziyet sınırları (PEL)**, 9

**K**

**kablolu bantlı konveyörler**, 506  
**kabuk kırıcı**, 217-18, 497, 502  
**damlatma şutu**, 30-1, 103, 124, 204, 209, 211, 213-14, 226-28, 233, 357, 407  
 , **titreşimli**, 103, 124, 227  
**kaçıklık**, 37, 77, 156-57, 203, 246, 253, 256, 262, 266, 268, 271, 275-77, 369, 513  
**kademeli geçiş** (*aynı zamanda bkz. geçiş*), 85, 88  
**kalıplanmış kenarlı bant**, 44  
**kalitatif ölçüm**, 230, 465, 471-72  
**kanat tamburu** (*bkz. tambur*)  
**kantitatif ölçüm**, 230, 465, 471-72  
**kalite sistemi**, 461  
**kapalı makaralı konveyör**, 510  
**kapasite, bant**, 18, 29-30, 33, 46, 52, 80-1, 104-05, 133, 155, 157, 172-73, 185, 341, 347, 353, 401, 406, 408-10, 426  
 ve **kenar sızdırmazlığı**, 52, 155, 172-73, 185, 190  
 ve **oluk açısı**, 30, 81  
**kapı**  
 , **erişim**, 22, 87-8, 102, 113, 299, 333, 357, 381, 390, 415, 420-21, 427  
 , **muayene**, 95, 299, 419-20  
 , **arka kapak**, 87  
**kaplama**, 11, 41, 70, 79, 101, 202, 209, 441, 496  
**kar zarar tablosu**, 465, 480, 483  
**kartuş filtreli toz toplayıcı**, 324, 326  
**kathı**, 246, 344, 395, 510  
**Kauçuk İmalatçıları Birliği (RMA)**, 42-3, 45, 55  
**kavislenme**, 47, 55, 79, 208, 256-57, 440  
**kaya cebi**, 102, 109-10, 140  
**kaya tutma merdiveni**, 109-10  
**kayar yatak**, 30, 85, 131  
**kaynak**, 61, 124-26, 162, 176-78, 224, 291, 459  
 , **geri**, 177  
 , **tapa**, 177-78  
 , **dikiş**, 125-26, 177  
**kazalar**, 6, 12, 15-8, 23-5, 88, 197, 241, 283, 285, 417, 470-71, 481  
**kazıma sistemi**, 211, 389, 502  
**kazıyıcı-zincirli konveyör**, 228  
**kenar oyuğu**, 56, 245  
**kenar sızdırmazlığı**, 153, 155, 180-93  
**kesik kenarlı bant**, 44, 49  
**kesme hücresi testi**, 403-06  
**yataklar**  
 , **darbe**, 70, 88, 131-32, 135, 138, 140-44, 146, 148, 352, 370, 427, 486, 494, 496, 502  
 , **sızdırmazlık desteği**, 88-89, 132, 138-39, 142-43, 146-47, 161, 163, 352, 357, 427, 440, 492  
**kilitleme** (*aynı zamanda bkz. kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme*), 18-23, 125,

199, 317, 421  
**kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme**, 18, 23, 35, 37, 71, 88, 113, 125, 147, 162, 176, 188, 229, 241, 250, 261, 273-74, 292, 302, 317, 342, 374, 395, 418, 430, 435, 440  
**kilovat güç gereksinim** (*bkz. güç tüketimi*)  
**kimyasal bağlanma**, 62-64  
**kişisel koruyucu ekipman (PPE)**, 18, 24, 99, 302, 426, 430, 437  
**kişisel toz numunesi alıcısı**, 285-86  
**kohezyon**, 91, 94, 108-10, 118-19, 199-200, 236, 288-90, 307, 355-58, 378, 402-03, 406-08  
 , **maliyeti**, 6, 8, 17-8, 25, 470-71  
**kontrollü alan**, 8, 53, 99, 104, 113, 147, 162, 176, 292, 317, 328, 333, 342, 344, 360, 395, 420-22, 429  
**konveyör incelemesi için karşılaştırma ölçütleri**, 260  
**konveyörü dolaşma**, 265, 425, 428, 430-32, 437  
**köpükle toz bastırma sistemleri** (*bkz. toz bastırma*)  
**köşegen sıyrıcı**, 79, 247-48, 250, 495  
**kullanılmış bant tertibatı**, 52, 67, 182-83, 201, 205, 299, 486, 494  
**kullanılmış su**, 377, 382-83, 388-407  
**kuyruk koruma sıyrıcısı** (*bkz. sıyrıcı*)  
**kuyruk sızdırmazlığı kutusu** (*bkz. arka kuyruk sızdırmazlık kutusu*)  
**kütle akışı**, 399

**L**

**lazerli ölçüm**, 138, 260  
**lineer ayar**, 223-24  
**lineer olmayan transfer**, 102, 106

**M**

**madende kullanılabilir bant sıyrıcısı**, 216-17  
**makara**  
 , **taşıyıcı**, 30, 133, 135, 161, 263-64, 427, 440-41  
 , **katener**, 80, 131, 145, 157, 497, 502  
 , **yakın aralıklı**, 135-37, 143 ,  
**garland**, 145  
 , **darbe**, 135, 144, 149, 235, 370, 427, 440, 502  
 , **ara**, 143-44, 147  
**birleşme yeri**, 47-8, 78, 82-3  
**yağlama**, 146, 371, 416, 435, 438-39, 441  
 , **toplama**, 134, 143 ,  
**dönüş**, 30, 134-36, 197-98, 200, 202, 225, 237, 239, 248, 250-51, 267, 274, 365, 368, 375, 427, 475, 493, 507  
 , **sıkışmış**, 5, 37, 235 ,

**kendinden merkezlemeli**, 134, 274, 277  
**aralık**, 135-36, 147-48, 161, 225, 270  
 , **yana yatırılmış**, 263-64  
 , **raya monte**, 137, 144  
 , **ayar**, 52, 102, 134-35, 268, 271-72, 274-77, 345-46, 496  
 , **geçiş**, 30, 47-8, 83-4, 87, 107  
 , **V dönüş**, 134-35, 496  
**makara kaçıklık yükü (IML)**, 275  
**makaraya vurma**, 262-64  
**malzeme**  
 , **yapışıklık**, 91, 94, 288, 290  
 , **bozunum**, 33, 105, 111, 349, 505-06  
 , **sıkışma**, 51-2, 108, 160, 171, 176, 185, 370  
**mandrel montaj**, 229  
**manyetik tambur**, 498  
**mapalar**, 42  
**mekanik**  
 , **kurutma**, 386  
 , **sabitleme elemanı** (*aynı zamanda bkz. mekanik ekleme*), 40, 57-8, 61, 64-7, 69-73, 202, 507  
 , **bant eki**, 46, 68, 202, 208, 212, 214, 222, 256, 369, 486, 494-95  
 , **ayar**, 274-75  
**menteşeli sabitleme elemanları**, 65  
**merkezden kaçma**, 5-6, 45, 51-2, 56-7, 77, 79, 108, 117, 134-35, 145, 155, 159, 185-87, 197-98, 252-77, 308, 345, 351, 360, 371-72, 486, 489, 495, 502  
**yan kenar sızdırmazlığı ve**, 185, 187, 253  
**iki yönlü bant, üzerinde**, 259, 265  
**merkezden kaçık yükleme**, 11, 102, 198, 256, 259, 345, 352, 375  
**merkezi toz toplama sistemi**, 301, 329  
**merkezkaçla toplama**, 324-25  
**minimum uç kapsama alanı**, 205-6  
**minimum bant kenarı**, 108  
**modüler şut duvarı**, 298  
**modüler toz toplayıcı** (*bkz. eklenebilir toz toplayıcı*)  
**modüler wash box**, 381-82  
**Mohr gerilme dairesi**, 404  
**muayene**, 16, 18, 24, 33, 59, 72, 113, 125, 146-47, 188, 229, 250, 360, 390, 395, 420-22, 424-33, 437-41, 456, 472

**N**

**negatif basınç**, 92, 172, 293, 316  
**negatif sıyırma açısı**, 207-08, 214, 233  
**nozül**, 118, 122-23, 290, 307, 309-11, 313-19, 321, 327, 377, 380, 383-85, 388, 390, 396, 440, 495



**O, Ö**

**oluk açısı**, 45-8, 55, 80-1, 83, 85, 88-9, 104-05, 132, 134, 138, 144, 156, 162, 257, 300, 302, 353, 355, 365, 426, 507  
**ve bant kapasitesi**, 47, 401, 409-10  
**opaklık**, 11, 285-87, 473  
**ön iş güvenliği**, 19, 241  
**ön sıyırıcı** (bkz. *primer sıyırıcı*)

**P**

**parçalar, yedek**, 438  
**parçacık büyüklüğü dağılımı**, 104, 236, 355, 358, 402, 474  
**parmak birleştirme**, 62-4  
**pasif toz toplama** (aynı zamanda bkz. *toz toplama*), 98, 236-37, 293, 296-303, 306, 310, 316, 323, 334  
**patlama**, 8, 99, 197, 282-83, 291-93, 301-02, 325-26, 328-29, 333, 372, 408, 420, 492, 494-95  
**performans ölçümü**, 465, 467  
**pico aşınma testi**, 43, 188  
**pistonlu vibratör**, 117, 119, 121  
**plenum**, 45, 114, 145, 157-58, 163, 168, 360, 365-68, 371, 373-75  
**pnömatik bant sıyırıcısı** (bkz. *hava buçağı*)  
**pnömatik vibratör**, 121, 128  
**pozitif sıyırma açısı**, 207-08, 212, 214, 233  
**primer sıyırıcı**, 30, 204-05, 207-08, 211-12, 220-21, 225, 233, 375, 383, 469, 487, 493, 497  
**primer konum**, 204-05  
**profil yırtılması**, 56, 245  
**profil desteği**, 42, 218-19, 501, 507, 509  
**“pulse-jet” temizleme teknolojisi** (aynı zamanda bkz. *ters jetle temizleme*), 326  
**profiller**, 42, 218-19, 507, 509-10  
**püskürtme çubuğu**, 220-21, 377, 381, 383-84, 390, 393-94, 469

**R**

**radyal ayar**, 147, 213, 223, 233  
**rahatlatma açısı** (bkz. *açı*)  
**Reynolds sayıları**, 403  
**ROI** (bkz. *yatırım geri dönüşü*)  
**RMA** (bkz. *Kauçuk İmalatçıları Birliği*)  
**rutubet içeriği**, 11, 94, 102, 197, 200, 208, 220, 226, 236-37, 290, 308, 320, 323, 326, 335, 351, 355, 378, 392-94, 399-400, 402-08, 426, 495, 498

**S**

**sabit açılı bant sıyırıcısı**, 212-13  
**sabit alan sıyırıcısı**, 212-13  
**saha incelemesi**, 353, 358, 425, 428-31  
**salınım**, 225

**saptırıcı**, 10, 80, 96, 98, 102, 108, 259, 488, 497  
**saptırıcı aşınma astarı**, 108, 171-74  
**saptırıcı plaka**, 108  
**saptırma şutu**, 96-7, 107, 111-12, 288, 298-99, 349, 351-53, 357, 360, 369, 375, 458  
**sekonder konum**, 204, 208, 213, 220  
**sekonder sıyırıcı**, 30, 211-18, 220-21, 225-26, 229, 233, 235-36, 239, 248, 375, 381, 385, 390, 427, 469, 487, 493, 495, 497, 501-02  
**seramik astarlar**, 123-24, 160, 174-75  
**serbest bant alanı**, 163  
**sıfır sıyırma açısı**, 207-1  
**sıkıştırılmış dökme yoğunluğu**, 399-400  
**sıyırıcı**, 30, 78-80, 161, 193, 225, 227-28, 242, 245-51, 345-46, 375, 427, 440, 486, 495-96, 502  
**sıyırma açısı** (bkz. *açı*)  
**sıyırma açısı**, 200, 207, 213, 223, 225-26, 233, 493  
**sıyırma ucu** (bkz. *primer sıyırıcı*)  
**sıvı çamur**, 29, 324-25, 377-78, 390  
**sızdırmazlık sistemi**, 11, 41-2, 45, 47, 51, 70, 78, 80-1, 85-8, 106, 131-32, 149, 153, 155, 157, 160-61, 163, 171-72, 204, 253, 288, 300, 370, 374, 492, 494-96, 505, 507  
**, kenar**, 33-4, 71, 77, 87-8, 108, 138-9, 145, 147, 153, 171, 178, 180-92  
**, giriş**, 86  
**, bakımı**, 199  
**siklon**, 324-25, 329  
**silecek**, 206, 211, 216-17, 221, 377, 380, 386-88, 394  
**solunabilir toz**, 8, 282-83, 287, 325, 327, 360, 494  
**sonlu eleman analizi (FEA)**, 347, 358  
**soyma**, 66, 68-70  
**sözleşmeli bakım**, 11, 98, 214-15, 229-30, 294, 427, 430-31, 436-37, 447, 462  
**süpürücü konveyör**, 103, 204, 215-16, 226, 228, 233, 495  
**sürüklenme**, 96, 299, 316, 332, 350-51, 360, 371-72  
**sürünmeli tahrik** (bkz. *tahrik*)  
**sürüklenme**  
**, malzeme**, 41, 50-2, 77-8, 108, 131-32, 135, 137, 139, 159-60, 171, 176, 182, 185, 188, 245-46, 249, 370, 374, 502, işçi, 25, 37, 418  
**su arıtma**, 325, 388-89  
**sulu yıkayıcı**, 324-25  
**su spreyi**, 384, 390, 394  
**bant temizliği için**, 205, 211, 216, 220-21, 232, 377, 379-80, 469, 475, 487, 507  
**toz toplama için**, 305-08, 312, 314  
**Stahura geri taşınan malzeme ölçüm**

**aleti**, 199  
**Swinderman ölçeği**, 473-78

**Ş**

**şut açısı**, 111, 349, 356, 407  
**şut duvarı** (bkz. *yükleme teknesi*)  
**şut genişliği**, 97, 108, 114, 156  
**şut modelleme**, 97, 102, 200, 341, 347, 349, 353, 355-59, 425, 508

**T**

**tahrik**  
**, sürünme**, 438  
**, baş**, 259  
**, ara**, 508  
**tambur**, 30-1, 259, 261-62  
**, kuyruk**, 259  
**tambur**, 5-6, 11, 17, 21, 23, 29-31, 37-8, 41, 43, 46-9, 52-5, 61, 63,  
**saptırma**, 30-1, 197  
**sıyırıcı**, 66-7, 70, 72, 77, 79, 81-6, 92-3, 95-6, 98, 102-04, 107-08, 110, 146, 197, 200, 202, 204-05, 208-09, 211-14, 216-19, 224, 228, 233, 235-36, 239, 245-51, 256-59, 261-63, 265, 267, 273, 299, 307, 316, 319, 343, 345, 357, 375, 382, 416-19, 435, 440-41, 475, 486, 489, 496-97, 499, 502-03, 506, 509  
**, manyetik**, 498  
**, saptırma**, 30-1, 213-16, 219, 245, 258, 261-62, 440-41  
**, gerdirme**, 17, 20-1, 30-1, 41, 64, 78, 245-46, 257-59, 261-62, 369, 380, 417-18, 440, 486  
**, kuyruk**, 16, 30-1, 47-8, 55, 77-9, 81, 84-9, 105, 159, 197, 245-48, 250, 257, 264-5, 267, 273, 275, 286, 345, 375, 416, 440-1, 486-87, 510  
**, kanat**, 77-8, 86, 202, 486  
**, sarılımsı**, 78  
**tambur sürtünme testi**, 38  
**tam oluklu geçiş**, 84-85, 87  
**taraklanma**, 51  
**taşıma hızı**, 335  
**tasarlanmış akış**, 97, 101, 298-99, 343, 348-62, 369, 375, 493, 497  
**temel performans göstergesi (KPI)**, 462, 465  
**temizleme basıncı**, 200, 203, 205, 208, 211-12, 221-23, 226, 230-31, 235, 379, 381, 393, 489, 493  
**temizlik seviyeleri**, 230-31, 239, 481-82  
**Seviye I**, 232, 238, 240, 469, 475  
**Seviye II**, 232, 238-40, 469, 475, 480-81  
**Seviye III**, 232, 238, 240, 469, 475, 481-83  
**ters hava**, 327  
**ters çavuş şeridi**, 507  
**ters jetle temizleme**, 327-28, 331, 333

**tehlike analizi**, 12-3  
**termal ceza**, 290, 308-09, 314, 320-21  
**tersiyer sıyrıcı**, 30, 210-11, 215-17, 221, 228, 233, 380, 469, 495  
**tersiyer konum**, 204, 208, 220  
**test etme** (*aynı zamanda bkz. kilitleme / etiketleme / bloke etme / test etme*), 18, 20-1  
**tıkırtı, bant sıyrıcısı ucu**, 53-54, 203, 208, 501  
**tıkanmış şut anahtarı**, 357  
**toplam malzeme kontrolü**, 3, 11-3, 25, 34-5, 168, 410, 445-46, 449-50  
**toplama hızı**, 335  
**topraklama**, 292, 301-2  
**torba filtre**, 97, 158, 301, 324, 326-29, 331, 333, 358, 493, 501  
**toz bastırma**, 305, 322  
     **katkı maddesi**, 305, 309, 311-14, 317-18, 321  
     , **köpük**, 290, 293, 305-06, 308, 312-19, 487, 490, 493, 503  
     , **sis**, 289, 293, 306-12, 314-15, 318-19, 501  
     , **artık**, 290, 306-07, 314-15, 319, 351, 490, 493  
     **yüzey etkin madde**, 55, 290, 306, 308, 311-16, 321, 487, 493, 501, 503  
     , **su püskürtme**, 305-08, 312, 314  
**yükleme teknesi**, 152-168  
**yükleme teknesi sızdırmazlığı**, 30-1, 50-1, 71, 80, 87-8, 96-8, 105-06, 108, 111, 114, 131, 138, 143, 145, 149  
**titreşim**, 419, 513  
     , **bant**, 161, 197, 399, 429, 502  
     , **bant destek sistemi**, 176  
     **kanat tamburundan**, 78, 86  
     **bant temizleme üzerindeki etkisi**, **ve**, 54, 202, 208-09, 217, 225, 501-02  
     **sızdırmazlık sistemi ve**, 60, 182  
**titreşimli dökme yoğunluğu** (*bkz. sıkıştırılmış dökme yoğunluğu*)  
**titreşimli damlatma şutu**, 103, 124, 227  
**titreşimli süpürücü konveyör**, 228  
**toz patlaması** (*bkz. patlama*)  
**toz perdesi**, 95, 98, 107, 157-58, 227, 289, 299-302, 307, 316, 352, 360  
**toz torbası**, 300, 303  
**toz toplama**, 158, 288-90, 293, 322-36,

385, 427, 441, 488-89, 493, 497  
 , **aktif**, 92, 98, 158, 237, 293, 299, 303, 306, 316, 321, 323-24  
 , **hava-kumaş oranı ve** 331, 334  
 , **pasif**, 98, 158, 293, 296-303, 306, 310, 321, 323, 350  
**tripper**, 30, 82, 237, 259, 306, 315, 477-9, 488, 502  
**tüp konveyör**, 510-11

## U, Ü

**3D** (*bkz. üç boyutlu bilgisayar tabanlı modelleme*)  
**UHMW Polietilen**  
     **bir astar olarak**, 123, 175, 227, 407  
     **destek çubuklarının sızdırmazlığında**, 139  
     **üç boyutlu bilgisayar tabanlı modelleme**, 347, 353, 357, 359  
     **ünite toz toplayıcı**, 329-30  
     **üretan astar**, 174-76  
     **üretilen hava**, 94, 123, 301, 358  
     **üst kaplamanın çatlaması**, 46, 54, 440

## V, W

**V dönüş makarası**, 134-35, 496  
**V sıyrıcı**, 247-48, 250, 375, 440, 495  
**vadi açısı** (*bkz. açığı*)  
**vibratör**, 93, 112, 117-28, 359, 486, 502 ,  
     **elektrikli**, 121, 128  
     , **lineer (veya pistonlu)**, 117-22, 128, 219  
     , **pnömatik (havayla çalışan)**, 120-21  
     , **döner**, 117, 121-22, 128  
**vulkanize bant eki**, 57, 60-4, 70-3, 82, 202, 214, 256, 269, 426, 440, 492, 494, 513  
**wash box**, 203, 216, 220, 233, 377, 380-86, 389-95, 408, 475, 489

## Y, Z

**yalpalama**, 219, 225  
**yanıcı toz**, 282-83, 291-92  
**yan yüklemeye kuvveti**, 171-72, 178

**yarım oluklu geçiş**, 84-5, 159-60  
**yatay kavisli konveyör**, 506, 508, 510  
**yatırım geri dönüşü (ROI)**, 34, 175, 231, 349, 372, 395, 421, 465-70, 481-83, 513  
**yedek parça**, 438  
**yerinden çıkarılan hava**, 91-3, 300, 310, 350, 358  
**yüzer yan kenar sızdırmazlığı**, 184-6  
**yerçekimiyle gerdirme**, 20-1, 31, 78, 257-58, 372, 380, 417, 440-41, 475, 486  
**yırtık algılayıcı**, 58-9, 427  
**yırtık tamiri eki**, 57-8, 72, 438  
**yumuşak şut tasarımı**, 117, 124  
**yükleme bölgesi**, 31, 33, 47-8, 59, 76-89, 91-3, 96-7, 99, 102, 110-11, 123, 131-32, 134-36, 138, 140-41, 144-45, 147, 159-60, 163-67, 172-73, 176-77, 181, 187-90, 245-46, 253, 262, 273, 275, 297-300, 318, 323, 346, 357, 370-71, 373, 375, 500, 502, 508, 510  
     **darbe ve** 140-42, 105-09, 348-63  
**yüklemeye şutları**, 17, 31, 86, 92, 96, 104, 108, 110-11, 152, 154, 158, 258-59, 264, 298, 375, 489, 500  
**Yüksek Enerjili Propan Ocağı Testi**, 38  
**yüksek gerilimli alan**, 79, 80, 208, 261, 265-66  
**yürüme yolu**, 21-2, 35, 146, 162, 250, 317, 346, 348, 371, 416, 418, 422, 430, 435, 438, 440, 474  
**Yüzey Direnci Testi**, 38  
**yüzey etkin madde** (*bkz. toz bastırma*)

EK E  
**YAZARLAR &  
TEŞEKKÜR**



### R. Todd Swinderman

Martin Engineering Merkez | Danışman

Todd Swinderman, Genel Müdür, Başkan ve CEO olmadan önce, Martin'e 1979 yılında Konveyör Ürünleri Mühendisi olarak katıldı. Vizyonu ve liderliği, dökme malzeme taşımaya için yenilikçi çözümler geliştirmeye ve şirketin tüm dünyadaki kabiliyetlerini genişletmeye odaklandı. Swinderman, CEMA'da sorumlu üye, komite başkanı ve *DÖKME MALZEMELER* için *BANTLI KONVEYÖRLER*'in güncellenen altıncı baskısının arkasındaki baş editör ve itici güç olarak görev yaptı.



### Andrew D. Marti

Martin Engineering Merkez | Küresel Teknik Yazar

Andy Marti, dökme malzeme taşımadaki problemler ve çözümler hakkında yazdığı yazılarla 20 yılı aşkın tecrübeye sahiptir. Martin'in bantlı konveyörler ve transfer noktalarının performansını iyileştirme hakkındaki *Foundations*™ kitaplarının dört baskısının hepsinde koordine sorumlu yazar ve editör olarak görev yaptı. Marti, Central Michigan Üniversitesi Gazetecilik Bölümü mezunudur ve yüksek lisansını Kuzey Iowa Üniversitesinde İletişim Medyası üzerine yapmıştır.



### Larry J. Goldbeck

Martin Engineering ABD | Konveyör Teknolojisi Müdürü

1981'de Martin'e katıldığından bu yana, Larry Goldbeck, Endonezya'dan İzlanda'ya, Duluth'tan Delhi'ye dünyayı dolaşarak, dökme malzemelerin taşınmasında karşılaşılan problemlere çözümler uyguladı. Teorik bilgiyi, bantlı konveyör sistemlerinin işletilmesi, bakımı ve sorunlarının giderilmesindeki 40 yıllık pratik deneyimle birleştirmektedir. Goldbeck, Martin'in Temiz ve Güvenli Bant Konveyörleri İşletme ve Bakımı üzerine *Foundations*™ Atölye Çalışmalarının geliştiricisi ve baş eğitmenidir.



### Daniel Marshall

Martin Engineering ABD | Ürün Uzmanı

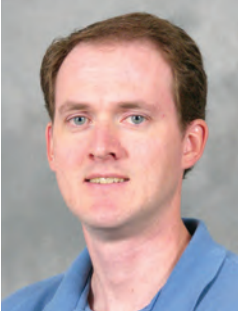
Kendini "sayıların adamı" olarak tanımlayan Daniel Marshall, Kuzey Arizona Üniversitesi, Makine Mühendisliği mezunudur. Martin'e 2000 yılında Araştırma ve Geliştirme Mühendisi olarak katıldı. Marshall, Martin'deki kariyerinde Martin'in sunduğu her konveyör ürünüyle çalıştı. Şu anda toz bastırma ve toz toplama sistemlerinin tasarımı ve uygulanmasına katkıda bulunmaktadır.



### Mark G. Strebel

Martin Engineering ABD | Ürün Destek Müdürü

Mark Strebel, kömür yakıtlı bir kamu elektrik santralinde dokuz yıllık test ve sonuç mühendisi ve işletme amiri tecrübesinden sonra Martin'e geldi. Şu andaki pozisyonuna atanmadan önce, Martin'de ARGE Müdürü ve Konveyör Ürünleri Müdürleri pozisyonlarında, dökme malzemelerin taşınmasını iyileştiren teknolojilerin geliştirilmesine ve uygulanmasına odaklandı. Strebel, Makine Mühendisliği diplomasına ve Bradley Üniversitesinden yüksek lisans derecesine sahiptir.



**John Barickman**

Martin Engineering  
Merkez  
Kıdemli Ürün Geliştirme  
Mühendisi



**Greg Bierie**

Martin Engineering  
ABD  
Küresel Proje ve Teknik  
Satış Müdürü



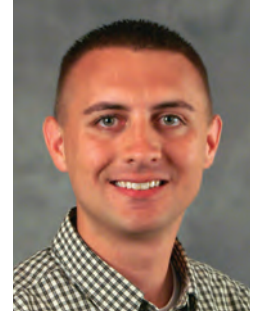
**Steve Brody**

Martin Engineering  
ABD  
Teknik Destek  
Uzmanı



**Jörg Gauss**

Martin Engineering  
Almanya  
Almanya Üretim  
Müdürü



**Justin Malohn**

Martin Engineering  
Merkez  
Konveyör Ürünleri  
Ürün Müdürü



**Fred McRae**

Martin Engineering  
ABD  
Bölgesel Hizmetler Müdürü  
Güneydoğu Bölgesi



**Dave Mueller**

Martin Engineering  
ABD  
Kıdemli Ürün  
Uzmanı



**Tim O'Harran**

Martin Engineering  
ABD  
Ulusal İş Geliştirme  
Müdürü



**Frank Polowy**

Martin Engineering  
ABD  
Martin Servisleri Proje  
Maliyet Hesaplayıcısı



**Brad Pronschinske**

Martin Engineering  
Merkez  
Akis Yardımcıları  
Küresel Ürün Müdürü



**Javier Schmal**

Martin Engineering  
Brezilya  
Brezilya Şube Müdürü



**Andy Stahura**

Martin Engineering  
ABD  
Bölge Müdürü



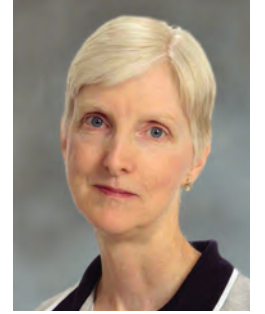
**Gary Swearingen**

Martin Engineering  
ABD  
Projeler Grubu Maliyet  
Hesaplayıcısı



**Terry Thew**

Ekipman Hizmetleri ve  
Gereçleri  
Avustralya Mühendislik  
Müdürü



**Barbara Wheatall**

Martin Engineering  
ABD  
Proje Koordinatörü



**Marty Yepsen**

Martin Engineering  
Merkez  
Emniyet ve Risk Müdürü

**Diğer Yazarlar**

**David Craig, PhD | Larry Engle | David Keil  
Roger Kilgore | Stephen Laccinole | Justin Malohn  
Arie Gurniawan | Andrew Waters**

**D. Michele Maki, PhD**  
Yazar/Danışman



**Chelsea Blake**

Martin Engineering  
ABD  
Pazarlama  
Uzmanı



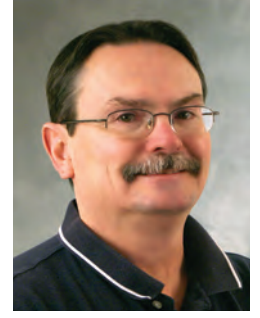
**Seth Mercer**

Martin Engineering  
Merkez  
Küresel Pazarlama  
Analisti



**Jared Piacenti**

Martin Engineering  
ABD  
Mühendislik Sistemi  
Yöneticisi



**Bob Tellier**

Martin Engineering  
Merkez  
Küresel Pazarlama  
Uzmanı

İşin yapılmasını sağlamak için daima sahne arkasında sessizce işlerini yapan kişiler vardır.

Çoğu zaman, bu isimsiz kahramanların sürece yaptığı katkılar bilinmez.

Beş kişi, bazıları neredeyse iki yıl boyunca, *Foundations™ Daha Temiz, Daha Güvenli, Daha Verimli Toz ve Malzeme Kontrolü için Pratik Kaynak*'ın dördüncü baskısını hazırlamak için sürekli fedakarlıklarda bulundu.

Martin çalışanları Chelsea Blake, Seth Mercer, Jared Piacenti ve Bob Tellier'in bağlılığı, sıkı çalışması ve iç görüşü ve redaksiyon ve düzeltme danışmanı D. Michele Maki, PhD olmadan, *Foundations™* dördüncü baskısı mümkün olmazdı.

Aynı zamanda bu kitap, birçok dış kaynak ve Martin Engineering çalışanlarının anlayışı ve yardımı olmaksızın tamamlanamazdı. Bu kişiler, arka plan bilgisi, teknik uzmanlık, "büyük resim" ve "detaylı resim" düşüncesi ve "asıl" detayları sağladılar. Aşağıdakilere borçluyuz:

#### **Martin Engineering Merkez**

Susan Coné, James Daly, Gina Darling, Harry Heath, Michele Ince, Chris Landers, Paul Mengnjoh, Travis Miller, Chris Schmelzer, Mark Stern, Kathy Swearingen, Terry Swearingen, Bonnie Thompson, Kathy Thumma, Tina Usrey ve Ron Vick

#### **Martin Engineering Almanya**

Michael Hengl, Michael Tenzer ve Reiner Fertig

#### **Martin Engineering Türkiye**

İlker Tan, Eren Karayılan, Oğuzhan Cemoğlu ve Özgür Meral

#### **Dış Kaynaklar**

Mike Braucher, Dave Gallagher ve Frank Hyclak, Goodyear Engineered Products

Bernd Küsel, <http://www.conveyorbeltguide.com>

Bob Reinfried, Executive Vice-President, CEMA

Ed Walinski, Pneutech Engineering

Darcy Winn, Winn Conveyor

Ryan Buck ve David Pratt, Wethersfield High School

Sabri Genç, Alternatif Yayıncılık

Reyhan Çabuker, Urartu Dil Hizmetleri

#### **Martin Engineering ABD**

Bob Burke, Jim Burkhart, Jen DeClercq, Julie Derick, Robert Downs, Travis Grawe, Mark Huhn, Sonia Magalhaes, Kevin McKinley, Greg Milroy, Cheryl Osborne, Rachael Porter, Tracey Ramos, Wayne Roesner, Jim Roark, Becky Scott, Richard Shields ve Terry Vandemore

#### **Martin Engineering Brezilya**

Vanderlei Brunialti

#### **Martin Engineering Çin**

Eric Zheng

#### **Martin Engineering Güney Afrika**

Hannes Kotze

#### **Danışmanlar**

Charles E. Fleming, *Foundations™, Fourth Edition*, Project Manager

Paul Grisley, Grisley Conveyors

Bob Law, Engineering Services & Supplies (ESS)

Laurie Mueller

**Bu çalışmada katkısı bulunan herkese teşekkür ederiz.**



# Daha Temiz, Daha Güvenli, Daha Verimli Toz ve Malzeme Kontrolü için Pratik Kaynak

Bu kitap, saha bakım teknisyenlerinin, mühendislerinin, işletme ve bakım personelinin eğitimine yardımcı olmak ve rehberlik etmek üzere tasarlanmıştır. **FOUNDATIONS™**, Dördüncü Baskı, konveyör güvenliği, kaçak malzeme kontrolü ve önlenmesindeki en iyi uygulamalar ve konveyör tasarımındaki gelişmelerin kapsamlı bir incelemesini sunar.

Telif Hakkı © 2009-2012 Martin Engineering

P/N L3271-4-TR

Kapak Fotoğrafi © Lester Lefkowitz/Corbis Corporation

Tüm hakları saklıdır.

Bu yayın Martin Engineering şirketinin izni olmadan herhangi bir şekilde çoğaltılamaz.

Bu kitabın içeriğindeki bazı kısımlar başka telifli kaynaklardan izinle çoğaltılmıştır.

Türkiye'de basılmıştır.

ISBN-13: 978-605-63434-0-7



**MARTIN ENGINEERING  
TÜRKİYE**

Tel: +90 216 499 34 91  
Faks: +90 216 499 34 90  
info@martin-eng.com.tr  
www.martin-eng.com.tr