Üniversite Araştırmaları Dergisi, Aralık 2021, Cilt 4, Özel Sayı, Sayfa: ÖS59-70
Journal of University Research, December 2021, Volume 4, Special Issue, Page: ÖS59-70
Derleme Makale / Review Article

Antik Mısır'dan Orta Çağ İslam Dünyası'na Kısa Matematik Tarihi

İrem Aslan Seyhan[1*]

[1]Bartın Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, Bartın, Türkiye
ORCID: İ. Aslan-Seyhan (0000-0003-4999-2891)

Özet

Matematiğin kökenlerinin ne olduğu matematik felsefecileri ve matematik tarihçilerinin ortak araştırma konusudur. İlk gelişen matematiksel konseptin sayı sayma olgusu olduğu düşünülmektedir. İnsanların sayı saydığına ilişkin arkeolojik kanıtlar yazının keşfinden çok daha öncesine dayanmaktadır. Yüzyıllar içinde matematik, uygarlıklar arası etkileşimin bir sonucu olarak, insanlığın atmosfer sınırlarının dışına çıkmasına olanak sağlayacak hale gelmiştir. Bu makalede Antik uygarlıklardan başlanarak Orta Çağ İslam Dünyası'na kadar matematiğin gelişim serüveni ele alınacaktır. Makalenin yazılış amacı bu aralıktaki matematiksel gelişmelerle ilgili genel bir tablo sunmaktır.

Anahtar Kelimeler: Antik Mısır matematiği, Antik Mısır'da dört işlem, Mezopotamya matematiği, Zenon paradoksları, Antik Çağın meşhur problemleri, Rakamların tarihi, Orta Çağ İslam Dünyası'nda matematik

Concise History of Mathemathics from Ancient Eygpt to the Medieval Islamic World

Abstract

The discussion about the origins of mathematics is the joint investigation of philosophers of mathematics and the historians of the mathematics. It is thought that the first mathematical concept of history was the counting. There are archeological evidences which displays that people were counting before they discovered the writing. As a result of interactions between the civilizations during the centuries, mathematics enables human beings to reach beyond the atmosphere. In this article, the development of mathematics will be discussed, starting from the ancient civilizations to the Middle Ages Islamic World. The aim of this article is to depict a general picture of mathematical developments in this range.

Keywords: Ancient Egyptian mathematics, Four operations in Ancient Egypt, Mesopotamian mathematics, Zeno paradoxes, Famous problems of the Antiquity, History of the numbers, Mathematics in the Medieval Islamic World

1. GİRİŞ

Matematiğin kökeninin ne olduğu meselesi matematikçiler, matematik tarihçileri ve felsefeciler arasında sıklıkla tartışılan bir konudur. Matematiğin kökeni doğada bulunan nesneler midir? Yoksa matematik insan zihnin icat ettiği salt entelektüel, soyut bir etkinlik midir? Bu sorulara verilecek yanıtlara göre matematiğin nasıl doğduğu konusu hakkında da fikir yürütmek mümkün olur. Matematik tarihçileri, matematiğin temeli olan sayı kavramını genellikle doğa ile nesneler arasında kurulan birebir eşleşme olarak kabul ederler. Buna kanıt olarak da sayma çömlekleri ve sayma kemiklerini (çetele çubuklarını) gösterirler. Sayma etkinliğine dair ilk kanıtlar Yontma Taş Devrine (Paleolitik Çağ) aittir (Struik, 1948, s.1). Dünyanın çeşitli yerlerinde, MÖ 40.000/35.000-13.000/11.000 yıllarına ait sayma kemikleri bulunmuştur. İlk keşfedilen sayma kemiği 1937'de Orta Avrupa'da, Moravya Vestonica'da bulunmuştur. Bu kemik genç bir kurdun ön kol kemiğidir ve üzerinde 5'erli olarak ayrılmış 25 çentik ve 30'lu bir grup olarak ayrılmış, toplam 55 çentik bulunmaktadır (Struik, 1948, s.29; Folta, 1997, s.311). Kemiklerin üzerlerine çizilen çizgilerin gruplanması için bir elin parmak sayısı olan 5'in seçilmiş olması ilginçtir. 1970'lerde Güney Afrika'da keşfedilen Lebombo Kemiği (MÖ 44.200 – 43.000[1]) ve 1960'larda Kongo'da bulunan İşango Kemiği (MÖ 20.000 – 18.000) de meşhur sayma kemiklerindendir. Bu kemikler babun baldır kemikleridir (fibulası). Lebombo Kemiğinin üzerinde 29 çentik bulunmaktadır. Arkeologlar bu kemiklerin belirli sayıları temsil ettiklerini, hatta takvim tutmak için kullanıldıklarını düşünmektedirler. Kemikler üzerine çizilen bu çentiklerin tam olarak neyi, hangi nesneyi temsil ettiğini bilemesek de bu çentiklerin insanoğlunun zihnindeki sayı kavramının bir yansıması olduğu mutlaktır. Antik döneme ait sayma çömlekleri de benzer işlev görmüşlerdir. Hatta birçok Batı dilinde hesap anla-

*Yazışma Adresi / Address for Correspondence:
İ. Aslan-Seyhan, Email: iaseyhan@bartin.edu.tr

Geliş Tarihi / *Received Date:* 02.08.2021
Kabul Tarihi / *Accepted Date:* 11.09.2021

Doi: 10.32329/uad.977492

[1] Bazı kaynaklarda bu tarihlendirme MÖ 35.000 olarak geçmektedir.

mına gelen sözcüklerin kökeni olan *calcul* sözcüğünün, bu sayma çömleklerine atılan calcüller'den yani çakıl taşlarından türediği savlanır.

Matematik tarihi işte bu örneklerden başlayarak matematiğin kökenlerinin ne olduğunu inceleyen bir dizi soruya cevap arar. Bu arayışında birçok noktada matematik felsefesiyle kesişir ve matematik felsefesine kaynak sağlar. İyi bir matematik tarihçisi tanımlardan kavramlara ulaşacak kadar matematik/geometri bilmelidir ve çalıştığı dönemin temel metinlerine ulaşabilecek dil becerisine sahip olmalıdır. Elbette tüm antik dilleri bilmek mümkün olmayabilir. Bu durumda dil uzmanlarıyla beraber çalışmalar yürütülmektedir. Tüm diğer bilimlerde olduğu gibi matematik metinlerini çevirmek de teknik bilgi gerektirir. Teknik bilgi olmaksızın yapılan çevirilerde anlam kaybı olur. Örneğin, Osmanlıca bir metinde AB müstatili, AB dikdörtgenini değil, A ve B'nin çarpımını ifade etmektedir. Bu ifadede yapılacak kelimesi kelimesine bir çeviride anlam kaybolacaktır.

Yaygın matematik tarihi anlatımı, yaygın bilim tarihine paralel olarak anlatılır. Burada daha çok modern bilimin doğuşuna doğrudan katkıda bulunmuş uygarlıklar üzerinde durulur. Genellikle Mısır ve Mezopotamya'dan başlanır, Helen ve Helenistik dönem matematiği ile devam edilir. Ardından Hint matematiği ve Orta Çağ İslam Dünyası anlatılır. Son olarak da Rönesans ve sonrası (Yeni Çağ ve Yakın Çağ) gelişmeler, incelenir. Çinliler, Japonlar, Mayalılar, Amerikan yerlileri gibi kendi sistemleri içinde matematiksel faaliyetler yapmış ancak diğer uygarlıklarla etkileşimde bulunmamış veya sınırlı etkileşimlerde bulunmuş uygarlıkların müstakil çalışmaları genel anlatıma dahil edilmez. Bu uygarlıkların öznel bilim tarihleri alanın uzmanları tarafından ayrıca çalışılır.

Biz de bu metnimizde çok fazla ayrıntıya girmeden Antik Mısırlılardan itibaren Orta Çağ İslâm Dünyasına dek genel bir matematik tarihi anlatımı yapacağız. Elbette bahsi geçen zaman aralığı çok uzun bir süreç kapsamaktadır ve dolayısıyla bu aradaki tüm matematik tarihini bir makale metnine sığdırabilmek mümkün değildir. Dolayısıyla istemeyerek de olsa bazı konu ve kişileri atlamak durumunda kalacağız. Bu eksikliği gerekli yerlerde ileri okuma yapmak isteyen okuyucular için kaynak önererek gidermeye çalışacağız. Orta Çağ Hristiyan Dünyası ve sonraki dönemlerdeki matematiksel gelişmeler ise başka bir makalede işlenmek üzere daha sonraki bir çalışmaya bırakılmıştır. Makaleye bir sınır koymak adına böyle bir yola başvurulmuştur.

2. ANTİK MISIR

Yazılı metinlerde, anıt ve resimlerde bulunan ilk matematiksel faaliyetler Antik Mısır ve Mezopotamya'ya aittir. Bu her iki uygarlıkta da zamanın gereği olarak 'olgusal bir bilim anlayışı' mevcuttur. Yani doğadaki, gökyüzündeki tekrarları tespit edip kaydetmek ve dolayısıyla doğayı olabildiğince öngörebilmek temel amaçtır. Her iki uygarlıkta da bu amaç doğrultusunda hazırlanmış takvim sistemleri mevcuttur. Antik Mısır'da Eski imparatorluk dönemi MÖ 2778-2263 yılları arasındadır. Meşhur Sakkara ve Gize piramitleri de bu dönemde inşa edilmiştir. Antik Mısır medeniyeti MÖ 3000 yılından MÖ 333 yılına kadar devamlı, istikrarlı ve dış müdahalelere maruz kalmadan gelişmiştir (Sayılı, 1966, s. 2-3). Antik Mısırlılar doğayı gözlemlerken ilginç 'bir tesadüf' fark etmişlerdir. Her sene Sirius yıldızı helyak doğuşuna geldiği vakit yani 15 Temmuz'da Nil nehri taşmaktadır. Böylece Mısırlılar doğayla yıldızlar arasında bir bağlantı kurarak ilk takvimlerini oluşturmuşlardır. Takvimleri Güneş Takvimidir. Bu takvimde 30'ar günlük 12 ay bulunur ve buna ek olarak 5 gün tatil veya bayram günüdür. Bir gün 24 saat olarak hesaplanmıştır. Gündüz saatleri genellikle Güneş saati yardımıyla hesaplanmaktadır. Güneş saatlerinin işe yaramadığı kapalı havalarda ve gece saatlerinde ise su saatlerine başvurarak ölçüm yapılmaktaydı (Unat, 2013, s.6-7).

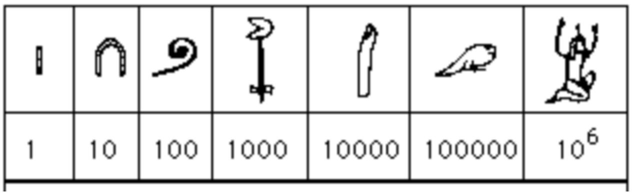
Geometrinin doğuşu öyküsü ile de Nil nehrinin taşması arasında bir ilişki bulunmaktadır. Nil taşkın mevsimini geçirdikten ve sular çekildikten sonra, nehrin kıyısında bulunan arazilerin sınırları bozulmaktaydı. Bu arazilerin yeniden tasnif edilip hak sahiplerine iade edilmesi için kraliyet ip gericileri (harpedonaptae) görevlendirilmişti (Cajori, 2014, s.16). İp gericileri arsaların kayıtlarını tutar ve bu kayıtlar doğrultusunda, iplerini gererek 'yeri ölçer' arsaların sınırlarını adaletli biçimde yeniden belirlerlerdi. Antik Mısır'da kâğıt olarak papirüsler kullanılmaktaydı. Bu kâğıt o zamanlar Nil nehrinin kenarında bolca yetişen sazlık tipi bir bitki olan papirüs bitkisinden elde edilmekteydi. Mürekkep olarak da çeşitli boyalardan faydalanılmaktaydı. Bilimsel metinlerin başlıkları genellikle kırmızı mürekkeple yazılırdı (Sayılı, s.33). Matematikle ilgili bilgileri edindiğimiz en önemli papirüsler Rhind papirüsü ve Moskova Papirüsü'dür. Bunlar dışında MÖ 1650 yıllarına tarihlendirilen EMLR[2] olarak da bilinen Mısır matematiğine ait bir deri rulo yazma ve MÖ 1900 -1800 yılları arasına tarihlendirilen Kahûn ve Berlin Papirüsleri de matematikle ilgili bilgileri bize ulaştıran diğer önemli belgelerdir.

Rhind papirüsü Hieratic yazı tipiyle yazılmıştır ve Ahmes papirüsü olarak da bilinir. MÖ 1700 ile 1600 yılları arasında bir tarihte yazıldığı düşünülmektedir fakat çok daha eski tarihli (MÖ 3400'lerde yazılmış) bir belgenin temize çekilmiş halidir. Papirüsler zaman aşımına uğrayan kağıtlar olduğu için belli aralıklarla temize çekilirlerdi. Bu belge de Ahmes isimli bir yazar tarafından MÖ 1700 ile 1600 yılları arasında temize çekilmiştir. Rhind Papirüsü İskoç antikacı Alexander Henry Rhind tarafından 1858 yılında Teb'den satın alınmış ve British Museum'a teslim edilmiştir. MÖ 2000-1800 yıllarına tarihlendirilen Moskova papirüsü ise kesik bir piramidin hacmini hesaplayan problem de dahil olmak üzere toplam 25 adet matematik problem içerir (Veter, 1933, s.16).

[2] Egyptian Mathemathical Leather Roll

Vlademir Golenishchev tarafından 1892 yılında Teb'den satın alınan bu Papyrus şu anda Puşkin Müzesi'nde bulunmaktadır.

Mısırlıların sayıları 10 tabanlıydı (Şekil 1). Zaten yukarıda bahsetmiş olduğumuz 365 günlük takvimlerini oluştururlarken de 10'ar günlük haftalardan faydalanmışlardı. Rakamları konumsal değildi bu sebepten de cebirleri pek gelişme imkânı bulamamıştı. Matematik tarihine baktığımızda cebirde ilerlemiş toplumların mutlaka konumsal sayı sistemlerine sahip olduğuna şahit olmaktayız.



Şekil 1. Mısır Rakamları (O'Connor ve Robertson, 2000)[3]

Bir için bir dik çizgi sembolü kullanıyorlardı. Rakamları, Şekil 1'deki semboller yardımıyla yığma usulü ifade ediyorlardı. Örneğin; 4532 rakamı için usulen soldan sağa 2 birlik, 3 onluk, 5 yüzlük ve 4 binlik sembolü yazılırdı. Dört işlemi biliyorlardı. Çarpma işlemini yaparken sayıların iki katlarını alıyor ve istenilen çarpanı elde etmek üzere toplama yapıyorlardı (Sayılı, s.36). Örneğin 9x8'i bulmak için 8'in önce iki katı alınır ve 16 bulunur. Sonra 16'nın iki katı alınarak 32 ve 32'nin iki katı alınarak 64 bulunur. 64'ün içinde 8 adet 4'lük bulunmaktadır. Aranan 9 adet 8'lik olduğundan 64'e bir 8'lik daha eklenerek 72 bulunur ve böylece istenilen sonuca ulaşılır (Bknz. Tablo 1). Onun katlarının çarpmasının kolaylığının farkındalardı örneğin 4 basamaklı bir sayıyı onla çarparken 1'leri 10,10'ları 100, 100'leri 1000, 1000'leri de 10.000'lik sembollerle kolayca değiştirerek istedikleri sonuca ulaşabiliyorlardı.

Tablo 1. Antik Mısır'da Çarpma İşlemi

1	8
2	16
4	32
8	64
9	64+8=72

Bölme işleminde ise çarpmadaki prensibin tersi uygulanıyordu. Örneğin 216: 8'i hesaplamak için, 8'in kaç katı 216 eder? Sorusunun cevabını arıyorlardı (Tablo 2).

Burada bölmesi yapılmak istenilen sayıyı geçmeyecek şekilde iki kat alındığına dikkat çekmek gerekir. 8'in iki katları alınırken 216 sayısı geçildiğinde yani 128 x 2= 256 bulunduğunda yeterli sayıda kat alındığı fark edilir. Tablo 2'de soldaki sütunda bulunan rakamların toplamı 27'yi verecek şekilde seçim yapılır ve sağda bulunan sütundan ilgili katlar toplanarak sonuç bulunur. Mısırlılarda kesirli sayılar biliniyor ve kesir için içi boş bir göze benzeyen bir sembol kullanılıyordu (Bknz. Cantor, 1894, s.45). Bu sembol birim kesirler için kullanılıyordu, sembolün altına yazılan sayı birim kesirin paydasında bulunan sayıyı temsil ediyordu. Tüm kesirler birim kesirlerin toplamları şekilde ifade edilmekteydi. Ancak 2/3, 3/4, 4/5 ve 5/6 kesirleri için özel semboller kullanılmaktaydı (Sayılı, s.39).

Tablo 2. Antik Mısır'da Bölme İşlemi

1*	8*
2*	16*
4	32
8*	64*
16*	128*
+	+
27	216

Antik Mısır'da kullanılan sayı sistemi konumsal olmadığı için 'boş basamak göstergeci' olarak sıfıra ihtiyaç duyulmuyordu. Ancak MÖ 1740 yıllarında 'güzel' anlamına gelen ve Nil'in anahtarına benzeyen bir 'nfr' sembolü mezar ve piramit çizimlerinde zemin katı temsil etmek için kullanılmış ve mesafeler bu zemin seviyesi referans alınarak ölçülmüştür. Bu sembol sayı doğrusundaki sıfır noktasının ilk fikri gibi, yani yön ayıracı veya bir başlangıç noktası olarak düşünülmüştür (Joseph, 2011, s.86).

Antik Mısırlılar, bazı cebirsel problemleri *aha hesabı* ismini verdikleri bir yöntemle çözüyorlardı. Aslında onlar bu yöntemi bir "yöntem" olarak tanımlamamışlardı. Ancak günümüzde yaptıkları şeyin *regula falsi* (yanlış yoluyla çözme) adıyla bilinen hesap yönteminin ilkel hali olduğunu görmekteyiz (Sayılı, s.45; Cajori, s.19). Mısır aritmetiğine dair ilgi çekici bir başka örnek ise Rhind papirüsünde bulunan 7'li problemdir. Bu problem Moritz Cantor'un (1829-1920) aktardığına göre şöyledir: "7 kişinin 7'şer kedisi var; her 7 kedi 7'şer fare öldürüyor; her fare 7'şer başak yiyor; her başaktan 7'şer ölçü mahsul alınıyor. Bu sayıların toplamı nedir?" Problemin cevabı olarak 19607 değeri verilmiştir ki, bu sorunun cevabı olan $\sum_{n=1}^{5} 7^n$ =7+$7^2+7^3+7^4+7^5$ toplamı gerçekten de bu değeri verir. 3000 yıl sonra buna çok benzer bir problem Pisalı Leonardo'nun (1170-1250) *Liber Abaci* kitabında ele alınmıştır: "7 yaşlı kadın Romaya gitmiş; her kadının 7 katırı varmış; her katır 7 çuval taşıyormuş ..." (Cajori, s.20). Mısırlıların geometri ve aritmetik bilgileri ile ilgili, papirüslerin detayları ile ilgili daha çok örnek verilebilir. Ancak makalemizin amacı genel bir matematik tarihi anlatımı olduğu için bu kısımda daha fazla detaya inmeyeceğiz.

3. MEZOPOTAMYA

Tıpkı Mısırlılar gibi doğadaki olguları takip ve tespit ederek matematiksel faaliyetlerde bulunmuş bir başka uygarlık Mezopotamya uygarlığıdır. Bu uygarlık matematiksel ve bilimsel faaliyetlere dair ilk yazılı kanıtları bırakan bir diğer uygarlıktır. Mezopotamyalılar kayıt

[3] Erişim adresi: https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/HistTopics/Egyptian_numerals/ (11.07.2021 Tarihinde bakıldı).

Şekil 3. Mezopotamya Rakamları (Neugebauer, 1957, s. 15)

aracı olarak kil tabletler kullanmaktaydı. Kil yumuşak haldeyken kamıştan yapılmış (mürekkepsiz) bir kalemle yazılarını kile işler ve daha sonra bu tabletleri kuruturlardı. Kilin üzerindeki işaretler çivinin kilde bırakacağı izlere benzediğinden bu yazıya çivi yazısı da denmektedir. İnsan topluluklarının ilk yerleşim yerlerinden birisi olan Mezopotamya, Dicle ve Fırat nehirlerinin arasında kalan bölgedir. Bu coğrafyada bugüne kadar yarım milyondan fazla tablet çıkarılmıştır. Bu tabletlerden yalnız Hammurabi hanedanlığı (MÖ 18-16.yy) döneminden ve Selevkes imparatorluğu (MÖ 3.yy) döneminden kalan birkaç yüz tanesi matematik ile ilgilidir (Cajori, s.5). Mezopotamya uygarlıkları denince genellikle Sümerler, Akadlar ve Babilliler kastedilmektedir. Bu uygarlıklar ticaretle çok ilgilenmişler ve dolayısıyla aritmetik iki ve daha fazla değişkenli denklemler ve bunların uygulamaları ile uğraşmışlardır. Ancak Mezopotamyalıların asıl matematik kabiliyetlerini onların astronomi eserlerinden öğrenmekteyiz.

Mezopotamyalılar konumsal ve 60'lık bir sayı sistemleri kullanmıştır. Bu kullanışlı sayı sistemleri sayesinde Mısır matematiğinin hiçbir zaman erişemediği bir düzeye erişmişlerdi ve astronomik hesaplarda başarıya ulaşmışlardı. Geç Sümer döneminde dahi (MÖ yaklaşık 2100'lerde) ileri derece hesaplar yaptıklarına dair bulgular vardır (Struik, 1948, s.24). 1 için ters bir uçurtma benzeri bir işaret kullanıyorlar ve 10 rakamına kadar olan rakamları bu işareti çoğaltarak oluşturuyorlardı (Bknz. Şekil 3). 10 için de özel bir sembolleri vardı. 60 için kullandıkları sembol 1 için kullandıkları sembole benziyordu ancak biraz daha büyük yazılıyordu. Yine de karışık işlemlerde bu iki sembolü birbirinden ayırmak güçtü. Rakamların yazıldığı basamak, rakamın değerini değiştiriyordu.

Basamak değerli sayı sistemlerinde hesaplamalarda karışıklık çıkmaması için mutlaka bir 'boş basamak belirteci sembol' gereksinimi duyulur. Bizim bugün kullandığımız sayı sisteminde bu görevi sıfır rakamı karşılamaktadır. Sıfır rakamının tarihte ilk defa ne zaman ortaya çıktığı tartışmalı bir konudur. Çünkü günümüzde kullanılan sıfırın, başta boş basamak belirtmek olmak üzere birden çok matematiksel işlevi vardır. Örneğin, toplama ve çıkarmada etkisiz eleman olma, çarpma ve bölmede yutan eleman olma, sayı doğrusunda yön ve büyüklüğün ona göre tayin edildiği başlangıç noktası olma, yokluk belirten değer olma, üstlü sayılarda üstüne geldiği rakamın değerini 1 yapma vb. Bu özelliklerin tamamı bir anda sıfıra yüklenmemiştir. Bu kavram daha ziyade zamanla şekillenmiştir. Mezopotamya'da önceleri boş basamağı belirtmek için sayılar arasında boşluk bırakılırdı. Fakat bu durum yüksek sayılarla yapılan hesaplamalarda karışıklığa yol açtığından daha sonraları MÖ 1500 yıllarından itibaren boş basamaklara bazı işaretler koymaya başlamışlardır[4] (Sayılı, s.162; Struik, s.48). Yani boş basamak belirteci anlamında sıfırı ilk defa kullananlar Mezopotamyalılardır. Sıfır işareti basamaklar arasında kullanılıyordu. Buna rağmen Mezopotamyalılar sıfırı sayının sonunda veya işlemin sonucunda kalanın olmadığını ifade etmek için kullanmamışlar, yani örneğin işlemin sonucu sıfır olduğunda bu işareti koymak yerine "buğday bitti" gibi ifadeler kullanmışlardır. Sıfır sembolü yalnızca bilimsel ve astronomik metinlerde kullanılmıştır (Sayılı, s.164; Cajori, s.7).

Mezopotamyalılar cebrin kurucuları sayılırlar. Rakam sistemleri yalnız Mısırlılardan değil Roma ve Yunanlılardan da daha ileridir. Dört işlemi ve kesirli işlemleri rahatlıkla yapmışlar, 1. ve 2. derece denklemleri gruplamışlardır. Her grup için çözüm yöntemi geliştirmişlerdir. Hammurabi dönemi Babillileri (yaklaşık MÖ 1950'ler) 2. Dereceden denklemlere tamamen hakimdiler ve hatta 3. ve 4. Dereceden bazı denklemleri çözebiliyorlardı (Struik, s.26). Çarpma ve bölme için tablolar hazırlamışlardı. Bölme işlemi için "düzenli ve düzensiz sayıların tam listesi, üç ya da dört basamaklı düzensiz sayıların altmışlık sistemde çarpmaya göre tersleri"ni içeren cetveller kullanıyorlardı (Cajori, s.8).

Bazı cebirsel problemlerin çözümlerini geometri kullanarak çözme yoluna gitmişlerdi. Örneğin Tell Harman tabletinde kök alma işlemi için geometrik bir şekil kullanmışlardı (Bakınız. Sayılı, s.180-181). Burada geometri ve cebir arasındaki ilişkinin kullanımına dair ilk izleri görebiliyoruz. Mezopotamya tabletlerinden öğrendiğimize göre Mezopotamyalılar Pythagoras teoremini de biliyor ve kullanıyorlardı, Thales teoremini de dik üçgen için kullanmışlardı. Daireyi 360^{o}'ye bölmüşlerdi; çeşitli düzgün çokgenlerin alanlarını, bir kenarın karesi şeklinde ifade edebilen katsayılar tabloları vardı (Cajori, s.11). Bugün de günlük yaşantımızda sıklıkla Mezopotamyalılardan bize miras kalan 60'lık sistemi kullanmayız. Açıları derece, dakika ve saniye cinsinden ifade ederken bu sistemi kullanmaktayız[5].

Modern astronominin temelinde Mezopotamya astronomisi bulunur. Mezopotamya astronomisi en yüksek dü-

[4] Sayılı s. 162'de bu işaretler verilmiştir. Cajori s.7'de ise sıfır yerine "." işareti konulduğu bilgisi verilmiştir.

[5] Mısır ve Mezopotamya matematiği hakkında daha detaylı bilgi için bknz. Sayılı age.

zeyine Selökidler döneminde (MÖ 250'ler) ulaşmıştır. Bu dönem Yunan bilimiyle dönemsel olarak kesişir ve alışverişleri vardır. Selökid astronomisinin Yunan astronomisi üzerinde oldukça önemli etkileri bulunmaktadır (Unat, s.8). Mezopotamya takvimi Ay takvimidir. Bu takvim daha sonra Orta Çağ İslâm Dünyası'na geçerek hicri takvime de temel olmuştur. Buna göre 1 yıl 354 gündür. Fakat bu süre Güneş yılına göre kısa olduğundan arada fark oluşur. Mezopotamyalılar bu farkı yıla 13. bir ay ekleyerek kapatmaya çalışıyorlardı. MÖ 383-380 yılları arasında Ay yılı ve Güneş yılı arasındaki ayarlama güncellenmiştir. Mezopotamyalılar bir günü 12 saate, bir saati 60 dakikaya, bir dakikayı da 60 saniyeye bölmüşlerdir. Gök cisimlerine bağlı olarak bir haftayı 7 gün kabul etmişlerdir. Bu uygulama Romalılar vasıtasıyla Avrupa'da yayılmış ve günümüze kadar ulaşarak tüm dünyada kabul edilmiştir (Unat, s.9-10).

4. ANTİK YUNAN

MÖ yaklaşık 900'den itibaren tarih sahnesinde yeni halklar öne çıkmaya başlamıştır. Bu halkların en önde gelenleri Museviler, Asurlular, Fenikeliler ve Yunanlılardır (Struik, s.39). Bilim tarihinde Yunan mucizesi diye bir kavram vardır. Pekiyi ama Yunan mucizesi nedir? Genel geçer tanımla "küçük bir kara parçası üzerinde büyük buluşlar yapılması" olarak düşünülen Yunan mucizesi aslında bundan ziyade matematik ve bilimde teorik döneme geçilmesidir. Çünkü bilim tarihine baktığımızda her dönemde belirli coğrafi bölgelerin bilim merkezleri olduğuna şahit oluyoruz. Yani bu olgu bir mucize ise tarihte tekrarlanmış bir mucize olduğu söylenebilir. Yunanlıların asıl mucizesi onların olgusal bilim dönemini bitirip, aksiyomatik sistemi keşfetmeleridir. Böylece özel örnekler üzerinden değil, genel geçer teoriler üzerinden bilim yapmanın temelini atmışlardır.

> *"Matematiğin bugün bildiğimiz halini almasını, teori-ispat sistemiyle ilerleyen ve soyut çalışmaları içeren bir sistem oluşunu, Antik Yunanlılara, özellikle de Eukleides'e ve Elementler'e borçluyuz" (Aslan Seyhan, 2020, s.13).*

Antik Yunan'da kent devletleri vardı. Çoğunlukla Ege kıyılarında ve kurulan bu kentler ticaret merkezleriydi. MÖ 7-6. yylarda tüccar sınıfının sosyoekonomik olarak kuvvetlenmesinin bir sonucu olarak, yeni bir insan tipi ortaya çıkmıştı. Bu insan tipi zenginliği ve köle işgücü sayesinde entelektüel etkinliklerle uğraşacak bol vakit sahibiydi (Struik, s.40).

Antik Yunan matematiği Helen (MÖ 8. yy – MÖ 323) ve Helenistik (MÖ 323 – MÖ 30) dönem olmak üzere iki kısımda incelenmektedir. Yunan coğrafyasında tüm dönemleri kapsayan ulusal bir sayı sistemi kullanıldığından bahsetmek mümkün değildir. Ancak MÖ 200 yıllarında bilim adamları tarafından yaygın olarak kullanılan sayı sisteminin Alfabetik (İyonik) rakamlar olduğu söylenebilir. Bu rakamlar o dönemde Atina'da basılmış sikkelerde görünen rakamlardır. Bu sayı sisteminde tıpkı ebcet rakamlarında olduğu gibi, Yunan alfabesindeki her bir harfin bir rakam karşılığı bulunmaktadır. Ancak tüm sayıları ifade etmek için o dönemde yürürlükte olan alfabe harfleri sayıca yetersiz kaldığından bazı rakamlar/harfler eski Yunan alfabesinden alınmıştır (90, 900 gibi). Bu sayı sisteminde sıfır yoktur. Sistem konumsal olmadığı için rakamları ifade etmek için sıfıra gereksinim de duyulmamıştır. Fakat daha sonra Helenistik dönemde Yunanlılar astronomi metinlerinde kesirlerini ifade etmek için açıkça Mezopotamya'nın altmışlık sistemini benimsemişlerdir. Bir parçanın 60 küçük parçaya tekrar tekrar bölünmesi, bazen belirli bir birimin "hiçbir parçasının" dahil edilmesini gerektirmektedir ve bunu ifade edebilmek için bir sembole ihtiyaç duyulmuştur (Benner, 1971, s.47-48.). Batlamyus da *Almagest'*inde (MS 2. yy) kirişler tablosunda sıfır rakamını Mezopotamya'dan öğrendiği haliyle kullanmıştır (Neugebauer, 1957, s.10-15).[6]

Helen matematiğinin ilk temsilcisi Miletli tüccar Thales (MÖ 640 - 546) kabul edilir. Thales 6. yüzyılın başlarında Mezopotamya ve Mısır'a seyahat etmiş ve burada öğrendiklerini Yunan coğrafyasına taşımıştır (Struik, s.41). Yalnız Thales değil meşhur Pythagoras, Platon, Democritus, Eudoxus, Eukleides de Mısır'a seyahat etmiş ve burada eğitim almışlardır (Cajori, s.23). Thales yaklaşık yüzyıl etkinliğini sürdürecek olan İyon Okulunun kurucusudur. Söylendiğine göre Thales Mısırlı rahiplerden fizik ve matematik öğrenmiştir. Bir piramidin yüksekliğini gölgesinden faydalanarak ölçtüğü ve yıldızları izleyerek gezdiği bir akşamda bir çukura düştüğü hikayeleri meşhurdur. İkizkenar üçgende taban açılarının birbirine eşit olduğu, çapın bir daireyi eşit iki parçaya böldüğü, ikişer açısı ve birer kenarı eşit olan üçgenlerin birbirine eşit olduğu, çemberde çapı gören açının dik olduğu teoremleri Thales'e atfedilir. MÖ 585'de meydana gelmiş olan Güneş tutulmasını önceden bildirmiştir. Thales MÖ 603 yılındaki Güneş tutulmasını ya bizzat görmüş ya da Mısırlılar'dan işitmiştir. Bu periyoda göre 18 yıl 11 gün sonra başka bir tutulmanın olacağı beklenmektedir (Unat, s.18). Bu periyod Mezopotamyalılar tarafından da bilinmekteydi. İyonya okulunun diğer önemli temsilcileri arasında Thales'in öğrencileri olan Anaximander (MÖ 611) ve Anaximenes (MÖ 570) sayılabilir. Bu okulun son temsilcisi ise Anaxagoras'dır (MÖ 500-428). Anaxagoras hapiste yattığı süre içinde Antik Çağın üç meşhur problemlerinden biri olan dairenin kareleştirilmesi problemi ile ilgili çalışmıştır (Cajori, s.25). Genellikle Platonculara atfedilen bu problemlerle ilgili rastlanan ilk çalışma kaydı olması matematik tarihinde önemli bir olaydır.

Pythagoras (MÖ 580-500) bugün Dilek yarımadasının karşısında konumlanan Sisam adasında doğmuş ve sonra Güney İtalya'daki Kroton kentine yerleşmiştir. İyonyalı doğa filozoflarının etkisi ile bilim ve felsefeye yönelmiş dini ve mistik niteliklere sahip bir bilim toplumu kurmuştur. Thalesle görüştüğü, Mısır ve Mezopotamya'ya seyahatlerde bulunduğu bilinmektedir. Pythagoras oku-

[6] Daha detaylı inceleme için Bknz: Syntaxis Mathematica, ed. Heiberg.

lunun asıl amacı bilgi üretmektir ancak bu okul bilimlerin öğretildiği bir yüksek öğretim kurumu olmaktan ziyade, bir tarikat gibidir. Burada öğretilen öğretilerin okul dışına yayılması yasaklanmıştır. Bu sebepten burada yapılan buluşların tamamı hiçbir bilimsel eser bırakmamış olmasına rağmen Pythagoras'a atfedilir. Bu okulun en önemli matematikçisi Filolaos'un öğrencisi Tarentumlu Arkhytas'tır (MÖ 400'ler). Ancak şu kesindir ki bu okuldaki öğretilerin temelinde matematik vardır. Pythagorasçılar matematiği aynı zamanda mistik bir faaliyet olarak da ele almışlar ve sayıların evrenin sırrını verdiğini düşünerek onlara mistik anlamlar yüklemişlerdir. Günümüzde bir sahtebilim (pseudoscience) sayılan ve okült bir faaliyet olan numeroloji ve sayı mistisizmi ile ilgilenmişlerdir. Gökcisimlerinin müzikteki aralıklara göre sıralandıklarını, dolanımları sırasında harmonik sesler çıkardıklarını ve bu seslerin evrenin müziği olduğunu düşünmüşlerdir. Onlara göre evrenin değişmeyen yasaları yani gizemleri matematiksel bilimlerde yani *quadrivium*da saklıdır. *Quadrivium* yani dörtlü, aritmetik, geometri, astronomi ve müzikten oluşmaktadır. Pythagorasçılar sayıları çeşitli özelliklerine göre üçgen sayılar, kare sayılar ve beşgen sayılar gibi gruplara ayırmışlar; çokgenlerin alanlarına, eşit ve benzer çokgenlere dair çeşitli çalışmalar yapmışlardır. Hamurabi döneminden itibaren ameli olarak uygulanan ve günümüzde *Pythagoras Teoremi* adıyla meşhur dik üçgen teoreminin ispatı aslında Pythagorasçılara değil, Eukleides'e aittir. Eukleides, Pythagoras teoreminin ispatını ilk defa *Elementler*'in I. cildinin 47. teoreminde vermiştir (Cajori, s.27; Heath, 1968, s. 349-368).

MÖ 5. yy'ın sonlarında, Elea okulunun bir üyesi olan Zenon'un ortaya attığı paradokslarla, Pythagorasçılar döneminde evrenin en gizli sırlarını açıkladığına inanılan ve mükemmel tutarlılık abidesi sayılan matematik ilk büyük krizini yaşamıştır. Ünlü matematik tarihçisi Dirk Struik (*age*, s.48) bu durumu "Aritmetik ve geometri arasında kolayca kurulan uyumu bozan buluş…" olarak nitelendirmiştir. Zenon'un Aristoteles tarafından aktarılan dört adet paradoksu vardır bunlar şöyledir;

1) İkilik Paradoksu (İkiye bölme veya Dichatomy): Bir doğru üzerinde A noktasından B noktasına gitmek istediğinizi var sayalım B'ye ulaşmak için önce A ve B arasındaki yolun yarısını yürümelisiniz. Sonra kalan yolun yarısını, kalan yolun yarısını … vb. Bir sayı sonsuza kadar ikiye bölünebileceğinden, sonsuz aralık geçmelisiniz ki, her aralığı geçmek belli bir vakit alacağından bu vakitleri toplarsanız sonsuz zaman edersiniz. Buna göre bir noktadan diğerine gitmek sonsuz zaman almalıdır. Bir başka anlatımla bu paradoks söyle de ifade edilebilir herhangi bir mesafe sonsuz noktadan oluşmaktadır, sonlu zamanda sonsuz noktanın geçilmesi imkansızdır.

2) Akhilleus Paradoksu: Zenon, bu paradoksunda yarıtanrı Akhilleus (Aşil) ile bir kaplumbağayı yarıştırır. Akhilleus kaplumbağaya avans verir ve böylece kaplumbağa yarışa önden başlar. Zenon, Akhilleus'un kaplumbağayı hiç yakalayamayacağını savunur. Çünkü kaplumbağayı yakalayabilmesi için, Akhilleus'un önce kaplumbağanın yarışla başladığı ilk noktaya (p_1 noktası olsun) erişmesi gerekmektedir. Akhilleus p_1'e eriştiğindeyse, kaplumbağa biraz daha ilerde olacaktır (p_2 noktası olsun). Akhilleus p_2'ye vardığındaysa, kaplumbağa biraz daha ilerde olacaktır (p_3 noktası olsun). Çünkü kaplumbağa hiç durmamaktadır, devamlı ilerlemektedir. Bu böyle sürer gider ve Akhilleus kaplumbağaya sürekli yaklaşmasına rağmen hiçbir zaman erişemez.

3) Ok Paradoksu: Havada gidiyor gibi görünen ok aslında yerinde durmaktadır. Aristoteles'in açıklamasına göre bu paradoksun oluşması için Zenon zamanın "şimdi"lerden oluştuğunu varsaymıştır. Zamanı anlara böldüğümüzde okun hareketsiz olduğu bir an olacaktır. Toplam zaman da "şimdilerden" yani süreksiz noktalardan oluştuğuna göre ok hareket halinde olamaz (Cajori, s.32-33).

4) Stadyum Paradoksu: Stadyum her iki ucunda iki insan varken bu iki insanın orta noktada buluşması için her seferinde attıkları adımın yarısını atmaları gerekmektedir. Teorik olarak bu iki insanın birbirine asla ulaşamaması gerekmektedir. Çünkü adım büyüklükleri bir sayı değeridir ve bu değer sonsuza kadar ikiye bölünebilir. Ancak pratikte bu insanlar birbirlerine ulaşmaktadır (Tekeli vd., 2011, s.32).

Bu paradokslar fiziksel olarak hareketin imkansızlığı ve sonsuz zamanla sonlu nokta geçilemeyeceği fikirlerine dayanmaktadırlar. Matematiksel olarak ise sonsuz serilerin toplamının sonlu bir değere eşit olamayacağı fikrine dayanırlar. Sonraki yüzyıllarda sonsuz serilerin toplamlarının sonlu bir değere karşılık gelebildiği, bir başka deyişle sonsuz sayıda sonlu elemanı toplayıp sonlu bir cevap elde etmenin mümkün olduğu keşfedilmiştir.

Felsefe tarihinin en önemli birkaç figüründen biri olan Platon MÖ 429 yılında Atina'da doğmuştur. Çok seyahat eden Platon, Sokrates, Theodorus ve Pyhagorasçılarla birlikte çalışma imkânı bulmuştur. Platon özellikle Pyhagorasçılardan çok etkilenmiştir, yerleşik eğitim yapmak üzere kurduğu okulu Akademia'da verdiği eğitimin temeline matematiği koymuştur. Platon sağlıklı düşünebilme yetisinin ancak iyi bir matematik eğitimiyle mümkün olduğunu düşünüyordu. Onun öğretisinde içinde yaşadığımız dünyadaki herşey idealar dünyasının bozulmuş yansımalarıdır ve bu idealar dünyasına ancak matematik ile ulaşılabilir. Platon *Timaios* adlı eserinde tıpkı Pythagorasçılarda olduğu gibi insanlar tarafından duyulamayan bir evren müziğinden bahsetmektedir. Yine bu eserinde beş katı cisim tanımlamıştır (Tekeli vd., 2011, s. 54-55). Bu cisimler Platonik cisimler olarak bilinmektedir. Bunlar bütün kenarları eşit ve yüzeyleri düzgün çokyüzlülerdir. Platon'a göre bu cisimler doğayı simgelemektedir; her yüzü bir eşkenar üçgen 4 yüzlü cisim ateşi, 8 yüzlü havayı, 20 yüzlü suyu; yüzleri karelerden oluşan küp dünyayı ve yüzleri düzgün beşgenlerden oluşan 12 yüzlü ise evreni simgeliyordu. Daha sonraki yıllarda Eukleides ve Apollonius bu cisimleri matematiksel olarak ele almışlardır.

Bu dönemin en kayda değer matematikçisi Knidoslu Eudoxus'dur (MÖ 408-355). Eudoxus sayı kavramını irrasyonel sayıları da içermek üzere genişletmiştir. Popüler kültürde sıklıkla bahsi geçen 'altın oran'dan bahseden ilk kişi de odur. Antik Yunanlılar Eudoxus'un bulduğu,

$$\frac{AB}{BC} = \frac{BC}{AC}$$

olarak veya

$$\frac{1+\sqrt{5}}{2}$$

değeri ile tanımlanabilen bu oranın bir güzelliği ve kutsallığı temsil ettiğini düşünmekteydiler. Eudoxus aynı zamanda integralin temeli sayılan tüketme metodunu geliştirmiş, ileriki yüzyıllar boyunca etkisi sürecek olan ortak merkezli küreler sistemini kurarak tarihte ilk defa geometrik bir astronomi modeli ortaya atmıştır. Eudoxus bu modelle astronomide olgusal tespitleri bir sistem dahilinde genelleyen ve bazen düzensiz hareket eden (durup geriye gider gibi görünen) gök cisimlerinin hareketlerini de açıklayabilen ilk isim olmuştur. Bunun için dairesel hareketlerin bileşkesinden faydalanmıştır.

Antik Yunan'ın üç meşhur problemi olarak anılan ve sonraki yüzyıllarda dahi tüm seçkin bilginleri oldukça meşgul etmiş problemler:

1. Bir açının üç eşit parçaya bölünmesi

2. Bir küpün hacimce iki katına çıkarılması.

3. Verilen bir dairenin alanına denk bir dörtgen bulunmasıdır.

Platon bu problemlerin yalnızca pergel-cetvel yöntemi ile çözülmesi gerektiği konusunda ısrarcıydı. Bu yöntemle yani paslı pergel ve taksimatsız (bölmesiz) cetvel kullanılmadan oluşturulan çözümleri, mekanik çözümler oldukları gerekçesiyle adi buluyor ve reddediyordu (Kökçü, 2019, s. 24). İlk problem Platon'un belirlediği şekilde bir açıyı üçe bölme problemidir. İslam Dünyasında da teslis-i zaviye olarak geçecek olan bu problemin çözülmesi için çeşitli çokgenlerden faydalanılmaktadır. İkinci problem olan küpün hacimce iki katına çıkarılması problemi, yani Delos probleminin[7] irrasyonel sayılarla ilişkisi vardır. Çünkü ayrıt uzunluğu a olan bir küpün hacmi a^3 iken; ulaşılmak istenen iki kat hacim olan $2a^3$'ü elde etmek için, küpün bir kenarının a.$\sqrt[3]{2}$ bulunması gerekmektedir. O dönemde bu problemin içinden çıkılamamış ve problemin çözümü için Platon'a danışılmıştır. Bu problemin çözümü Chios'lu Hippocrates'den gelmiştir (MÖ 470 - 410). Hippocrates bu problemi, biri diğerinin iki katı olan iki düzgün doğrunun geometrik oranını bulmaya indirgeyerek çözmüştür (Heath, 1921, s. 266 ; Cajori, s. 30). Üçüncü problemin çözümünün yine irrasyonel sayılarla, daha spesifik olarak π sayısının değerini bulmakla ilgisi vardır.[8]

Helenistik döneme gelindiğinde İskenderiye Okulu ön plana çıkmaktadır. Burada bulunan müze ve kütüphane tam anlamıyla bir bilim enstitüsü niteliğindedir. Kütüphane, limana yanaşan gemilerdeki yazmaların kopyalanması kuralıyla oldukça zenginleşmiş, dünyanın her tarafından gelen gemilerin taşıdığı zengin bilgi birikimi bu kültüre aktarılmıştır (Tekeli vd., 2011, s.71). Bu kütüphanede Dünya'nın çevresini gerçeğe çok yakın bir değerle ölçmeyi başarmış olan Eratosthenes (MÖ 275-194) ve Güneş merkezli evren modelini tarihte ilk defa tasavvur etmiş olan Aristarkhos (yaklaşık MÖ 310-230) gibi önemli bilim insanları görev yapmıştır. İskenderiye kütüphanesi tarihte üç defa talan edilmiştir. Bu talanlar esnasında birçok eser yok olmuştur.

Bu dönem de matematik tarihinin ve hatta bilim tarihinin gidişatını tamamen değiştiren bir isim tarih sahnesine girmiştir. Eukleides'in (M.Ö. 300 civarı) 13 kitap ve 465 önermeden oluşan *Elementler*'i matematiğin ve diğer bilimlerin gidişatını yöntemsel olarak tamamen değiştirmiştir. Aslında bu eserin içeriği tamamen orijinal değildir. Ancak bu durum eserin değerini azaltmaz. Eukleides kendinden önceki matematikçilerin çalışmalarını derlemiş ve sistematik bir biçimde düzenleyerek aksiyomatik bir şekilde okuyucuya sunmuştur. Bu esnada yukarıda da bahsettiğimiz gibi daha önce bilinen ama ispat edilmemiş teoremlere ispatlar geliştirilmiştir. Eser nokta, doğru, yüzey, dik açı, geniş açı, dar açı gibi kitap boyunca kullanılacak geometrik objelerin tanımlarıyla başlar. Bu kısımda 23 adet tanım vardır. Sonra 5 adet postulat gelir. Eukleides'in postulatları şunlardır:

"I. Herhangi iki noktadan bir doğru geçer.

II. Bir doğru parçası doğrusal bir çizgi halinde sürekli uzatılabilir.

III. Belli bir merkez ve uzaklıkla bir çember çizilebilir.

IV. Tüm dik açılar birbirine eşittir.

V. Verilen iki doğru başka bir doğru tarafından kesildiğinde, aynı tarafa bakan açıların toplamı iki dik açıdan küçük oluyorsa, verilen doğrular, bu tarafta sonsuza dek uzatıldıklarında mutlaka kesişirler" (Aslan Seyhan, 2020, s. 14).

Eukleides daha sonra 5 adet aksiyom (genel doğrular) tanımlamıştır. Eukleides, *Elementler*'inde aksiyom kelimesi yerine Antik dönemlerde bu sistemi kullanan bir diğer ilk isim olan Aristoteles'i takip ederek *ortak şeyler* manasına gelen "κοιναί εννοιαι" (common options ya da notions) terimini tercih etmiştir (Aslan Seyhan, 2016, s.4). Aksiyomlar da mantıksal olarak kolayca kabul edilebilecek genel gerçeklerdir ancak aksiyomlar, tüm alanlar için

[7] Bazı kaynaklarda 'Delian problemi' veya 'Delic problemi' olarak da geçmektedir.

[8] Antik Çağ'ın meşhur problemleri ile ilgili daha detaylı bilgiyi Dört Öğe dergisinin 2021 yılında yayınlanacak 19. Sayısına kabul edilmiş olan "Apollonius'un Koni Kesitlerine Tarihsel bir Bakış" isimli makalemizde bulabilirsiniz.

geçerli olabilecek daha geniş gerçeklerdir. Eukleides'in aksiyomları:

"I. Aynı şeye eşit olan şeyler birbirine eşittir.

II. Eşitlere eşitler eklenirse sonuç eşit olur.

III. Eşitlerden eşitler çıkarılırsa kalanlar eşit olur.

IV. Birbiriyle çakışan şeyler birbirine eşittir.

V. Bütün parçasından büyüktür." (Aslan Seyhan, 2016, s.4).

Bu aksiyomlardan sonra bugün teoremler dediğimiz önermeler gelmektedir. Bu teoremlerde tanım ve postulatlar kullanılarak çeşitli önermeler açıklanmış ve ispat edilmiştir.

Eukleides'in son iki postulatı matematikçiler tarafından postulattan çok teoreme benzetilmiştir. Özellikle 5. postulat ve bu postulata yapılan ispatlama girişimleri matematik tarihinin önemli konularındandır. Paralel doğrularla ilgili olan bu postulatı ispat etmeye çalışanlar arasında Posidonius (M.Ö 135-51), Geminus (M.Ö. yaklaşık 77), Batlamyus (85-165), Proclus (410-485), Simplicius (6. yy), el-Cevherî (9. yy), el-Neyrîzî (ö. 922), Sabit ibn Kurra (836-901), ibn Heysem (965-1040), Ömer Hayyâm (1038/48-1123/4) ve Nâsıreddîn Tûsî (1201-1274), G. A Borelli (1608-1679), Giordano Vitale (1633-1711), J. Wallis (1616-1703) ve Gerolamo Saccheri (1667-1733) bulunmaktadır. Bu postulatı ispatlama yolunda yapılan çalışmalar sayesinde Eukleides dışı geometriler keşfedilmiştir (Aslan Seyhan, 2020, s.15).

Bu dönemin bir diğer önemli matematikçisi bugün daha çok fizik ve mühendislik çalışmalarıyla tanınan Arşimet'tir (MÖ 287-212). Arşimet'in matematiğe en önemli katkısı düzlem şekillerin alanlarını ve katı cisimlerin hacimlerini inceleyen teoremleridir. *Çemberin Ölçülmesi* eserinde dairenin çevresini, dairenin içine ve dışına çizilen çokgenler yardımıyla yaklaşık olarak hesaplamaya çalışmıştır (Struik, s. 64).

Klasik dönem matematiğinin geldiği en yüksek noktayı Pergeli Apollonius'un (MÖ 262 - 190) *Konika [Koni Kesitleri]* eseri temsil etmektedir. Apollonius tarihte ilk defa tüm koni kesitlerini bir çift koniyi bir düzlem ile keserek elde etmiştir. *Konika*'nın ilk dört kitabının Yunanca aslı mevcuttur. Günümüze ulaşmış olan son 3 cilt ise Arapça tercümeleri vasıtasıyla korunmuştur. 8. cilt tamamen kayıptır ancak ibn Heysem'in (965 - 1040) ve Edmond Halley'in (1656-1724), diğer kitaplara dayanarak hazırladıkları 8. Cilt tahminleri mevcuttur (Aslan Seyhan, 2017, s. 39-40)[9]. Apollonius matematiksel astronominin de kurucusu kabul edilir. Ünlü astronom Batlamyus (2. yy) yermerkezli evren modelinde, Eudoxus'un gezegenlerin hareketlerini açıklamak için kullandığı ortak merkezli küreler sistemi yerine, Apollonius'un dış merkez ve dış çember sisteminden oluşan matematiksel modellerini kullanmıştır (Unat, s. 42-52).

Diophantos (3.yy) *Aritmetik* adlı eserinde tarihte ilk defa ikinci dereceden denklemleri ifade etmek için çeşitli semboller kullanmıştır. İkinci dereceden denklemleri üç guruba ayırarak bu denklemlerin pozitif ve rasyonel olan çözümlerini vermiştir. Bunun yanı sıra bugün *Diophantosçu Analiz* olarak bilinen, bilinmeyen sayısının denklem sayısından fazla olduğu problemler hakkında da çalışmaları vardır (Tekeli vd, s.87).

Milat'tan önce 30 yılında Romalılar İskenderiye'yi ele geçirdiler. Roma uygarlığı Helen ve Helenistik dönemlerde gösterilen bilimsel başarıyı gösterememişlerdir. Geç İskenderiye dönemini tenzih edecek olursak Romalılar genellikle ansiklopedi çalışmalarına ağırlık vermişlerdir. Döneminde saygın bir öğretmen, astronom ve matematikçi olan Hypatia'nın vahşice öldürülmesiyle İskenderiye'deki bilimsel çalışmaların tamamen bitmiştir. Hypatia ünlü matematikçi ve neoplatonist geleneğe bağlı olan Theon'un (MS 335-405) kızıdır ve babası ile birlikte çalışmalar yapmıştır. Hypatia'nın hikayesi efsaneleştiği için doğum ve ölüm tarihleri tartışmalıdır efsaneleşmiş Hypatia 370 yılında doğmuş ve 415 yılında ölmüştür. Yani öldüğünde 45 yaşındadır. Gerçek Hypatia'nın ise (355-415), öldüğünde 60 yaşında olduğu sanılmaktadır (Dzielska, 1999, s. 5; 71-93; 118). Hypatia Theon'un *Almagest* şerhini düzeltmiş; Eukleides, Apollonius, Batlamyus ve Diophantus gibi önemli matematikçilerin eserlerine şerhler yazmıştır (Dzielska, s.119). Onun ölümü "Avrupa tarihinde bir dönüm noktası olmuş, Yunan tanrıları ve Yunan kültürüne özgü uyumlu evren kavramının yitişinden sonra Avrupa Hıristiyan kilisesinin dayattığı yeni biçim ve yapılara uyum sağlamak zorunda kalmıştır" (Dzielska, s.118). Böylece bu olaydan sonra kimi tarihçilere göre Avrupa'da Karanlık Çağ başlamıştır.

5. HİNT-ARAP SAYI SİSTEMİ

Avrupa'da Karanlık Çağlar yaşanırken doğuda farklı bir iklim söz konusuydu. Abbasiler döneminde yapılan fetihler sonucunda Bizans ve Perslerle karşılaşılmış ve bunun bir sonucu olarak yoğun bir çeviri hareketi başlamıştır (Tekeli vd., 2011, s.122). Bu çeviri hareketini besleyen iki ana kaynak bulunmaktadır. Bunlardan ilki anlaşılacağı üzere Antik Yunan kaynaklarıdır. İslam Dünyasını bilimsel olarak besleyen diğer bir kaynak ise Hindistan'dır. Hindistan'da matematik genel olarak astronomiye yardımcı olmak için kullanılmış, kendi başına bir disiplin olarak ele alınmamıştır. Yunanlılarla etkileşim halinde olan Hintliler Yunanlılardan farklı olarak geometriden çok da aritmetikle uğraşmışlardır (Cajori, s. 104-105).

Hindistan'da da birçok yerel sayı sistemi mevcuttu. Ancak bugün kullandığımız sayı sisteminin kökeni Orta Çağ İslam Dünyası bilginlerinin aktardıklarına göre Hindistan'a dayanmaktadır. Hintliler bugünkü anlamında konumsal bir sayı sistemi ve sıfır kullanmışlardır. Bazı tarihçiler, Hindistan'da MÖ 200 yıllarından itibaren sıfır

[9] Daha detaylı bilgiye ve konu hakkındaki ana kaynaklara ulaşmak için Bknz: Dört Öğe dergisinin 2021 yılında yayınlanacak 19. Sayısına kabul edilmiş olan "Apollonius'un Koni Kesitlerine Tarihsel bir Bakış" isimli makalemiz.

sayısının kullanıldığını düşünmektedir. Aryabhata I (499 AD), Bhaskara I (522), Lalla (598) ve Brahmagupta (628), gibi matematikçilerin tümü konumsal değerli sayı sistemini kullanmışlardır. Aryabhata'nın kullandığı sistemde sıfır yoktur, ancak sistemi konumsal sistemdir. Konum için kha kelimesini kullanmıştır ve bu kelime daha sonra sıfırı da ifade etmek için kullanılacaktır. Ondan önceki konum gösteriminde boş basamağı belirtmek için bir nokta kullanıldığına dair kanıtlar mevcuttur (Brahma Sphuta Siddhanta, 1966, s. 154-155). Daha sonradan sıfır için kullanılan sembole boş anlamına gelen sunya denilecektir (Cajori, s.110). Sıfırın nokta halinde kullanıldığı ilk yazma, içeriği 3-4. Yüzyıllara dayandığı düşünülen yazarı belli olmayan Bakhshali yazmasıdır (Merick, 1969, s. 50; Cajori, s. 105).[10] Bakhshali aritmetiğinde sıfır nokta şeklinde ifade edilmekteydi, "Bugün kullandığımız sıfır ilk olarak MS 876'da Hindistan'da ortaya çıkmıştır" (Cajori, s.110). Cajori'nin (s.110) bildirdiğine göre "Hint rakamları Hindistan dışında ilk defa MS 622 yılında Suriyeli yazar Severus Sebokht tarafından kullanılmıştır".

Brahmagupta, 7. yüzyılda sıfır ve negatif sayıları içeren aritmetik kurallarını geliştirmeye çalışmıştır. Verilen herhangi bir sayıyı kendisinden çıkarırsanız sıfır elde edileceğini belirtmiş, toplama, çıkarma, çarpma ve bölme ile ilgili sıfırın kurallarını vermiştir. Ancak sıfır bölü sıfırı, sıfır kabul ederek bölme işlemine geçerli bir tanım verememiştir.

Bu sistemin resmi olarak 771 veya 773 yılında Hindistan'dan bir diplomatik heyet vasıtasıyla Bağdat'a, Halife el-Mansur'un (714-775) sarayına ulaştırıldığı sanılmaktadır. Aralarında alimler de bulunan bu heyet Brahmagupta'nın birçok eserini Halife el-Mansur'a hediye etmiştir. Getirilen eserler arasında *Brahmasphutasiddhanta* ve *Khandakhadyaka* da bulunmaktadır (Brahma Sphuta Siddhanta, s. 155). Brahmagupta'nın *Siddhanta* eseri 8. yüzyılda el Fizarî (ö. 806) tarafından Arapça'ya *Zij-ü Sind Hind* olarak çevrilmiştir. Böylece bu sistem İslam alimleri tarafından bilinir hale gelmiş ve onlar tarafından da yorumlanarak benimsenmiştir. Daha sonra Muhammed ibn Musa el-Hârezmî (9. yy), el Fizarî'nin *Sind Hind*'ini Batlamyus'un *Almagest*'inin yardımıyla düzeltmiş ve iki astronomik tablo halinde yayınlamıştır. Bu astronomik tablolar daha sonra 10. yüzyılda Endülüslü astronom Meslemetü'l-Mecrîtî (ö. 1007) tarafından genişletilmiştir. Bu versiyon 12. yüzyılda Bathlı Adelard ve daha sonra da Dalmaçyalı Hermann tarafından iki kez Latince'ye çevrilmiştir (Tekeli vd., 2011, s.131).

Hint – Arap ondalık sayı sisteminin (Gubâr rakamları) Endülüslü alimlerin eserleri sayesinde 11. yüzyılda Avrupa'ya ulaştığı düşünülmektedir. Üzerinde uzlaşılan mevcut anlatıya göre, el-Hârezmî zîclerinde Hint rakamlarını kullanmış ve MS 825 civarında, sıfır kullanımının açıklamasını içeren bir kitap yayınlamıştır. Ancak bu kitabın orijinal Arapça versiyonu kayıptır. Bu kayıp kitabın adının *Kitâb hisâb el-'aded el-hindî* veya *Kitab el-cem' ve'l-tefrik bi hisâb el-Hind* olduğu varsayılmaktadır[11]. Ancak El-Hârezmî'nin kitabı 12. yüzyılda yüzyılda Bathlı Adelard tarafından *Liber algoritmi de Numero Indorum* adıyla Latinceye çevrilmiştir. Bu eser genellikle *Liber Algorismi* olarak anılır. Algoritma terimi de bu çevirinin ilk sözcüklerinden "Algoritmi dixit"den [El-Hârezmî dedi ki] türetilmiştir (Benner, 1971, s. 47-48). Daha sonra *algoritma* kelimesi Latincede *problemleri çözmek için işlenen ardışık işlemler* anlamında kullanılmıştır. Bu sayıların kullanımının Avrupa'da yaygınlaşması ise 13. yüzyıla kadar beklemek zorunda kalmış; sayılar ancak 1202'de Pisalı Leonardo'nun (Fibonacci) *Liber Abaci* eseri yayınlandıktan sonra Avrupa'ya yayılmıştır.

6. ORTA ÇAĞ İSLAM DÜNYASI

Bilimsel faaliyetlerin başarıya ulaşması için bilim insanlarının sosyal ve ekonomik olarak desteklenmesi gerekir. Bilim tarihine baktığımız zaman bilimsel altın çağların böyle ortamlarda yaşandığına şahit olmaktayız. Orta Çağ İslam Dünyası'nın altın çağı olan 8 -12 yüzyıllarda da böyle bir destek söz konusudur.[12] Ekonomik desteğin kurumsallaşması da çok önemli olan bir diğer faktördür. Bilim insanlarının işlerini özgürce icra edebilecekleri kurumlara ihtiyaçları vardır. İslâm Dünyası'nın altın çağında kurulan gözlemevleri ve Beyt'ül Hikme'nin bu amaca hizmet ettiğini söylemek mümkündür. Beyt'ül Hikme yani bilgelik evi halife el-Memûn (8-9. yy) tarafından kurulmuş ve finanse edilmiştir (Starr, 2019, s. 204-205). Memûn'un bu akademiyi kurarken Cundişapur Akademisini örnek aldığı sanılmaktadır (Tekeli vd, 2011, s.124). Burada yoğun bir çeviri etkinliği söz konusudur. Hatta el- Memûn'un dönemin en ünlü çevirmenlerinden Ebû Yakup İshak bin Hüneyn bin İshak el-İbadi'ye (ö. 910) çevirdiği kitapların ağırlığınca altın ödediği söylenmektedir (Tekeli vd., 2011, s.125).

Yunancadan Arapçaya yapılan matematik çevirileri arasında Eukleides'in *Elementler*'i, Apollonius'un *Koni Kesitleri*, Batlamyus'un *Almagest'i,* Archimedes'in eserleri gibi önemli eserler bulunmaktadır. Halife Memun'un gözetimi ve denetimi altında yetişen bu sayede dönemin en büyük bilginlerinden matematik ve astronomi öğrenmiş olan Beni Musa Kardeşler (8-9.yy) bu çevirilerde aktif rol oynamışlardır. Yunanca kitapların toplanması ve çevirmesi başta olmak üzere bilimsel etkinlik için çaba sarf etmişlerdir. Bu dönemde önemli eserler çeviren bir diğer isim aynı zamanda önemli bir matematikçi olan Sabit ibn Kurra'dır (826-901). Sabit ana dili Süryanice olmasına karşın eserlerinin çoğunu Arapça yazmış ve birçok eseri Yunancadan Arapçaya çevirmiştir. Bu çeviriler arasında Arşimet'in tüm eserleri, Apollonius'un *Koni Kesitleri,* Batlamyus'un *Almagest*'i ve Eukleides'in *Elementler*'i

[10] Maya Uygarlığında da sıfır konseptine rastlanılmaktadır. Ancak bilindiği kadarıyla burada geliştirilen bu konsept yerel ve yalıtık kalmış diğer uygarlıklardaki sistemleri etkilememiştir.

[11] Bazı matematik tarihçilerine göre bu ikisi farklı kitaplardır.

[12] Kanımca 'Altın Çağları' Nasîrüddin Tusî'yi dışarıda bırakmamak adına 13. Yüzyıla kadar uzatmak mümkündür. Çünkü Tusî Orta Çağ İslam Dünyasının en kabiliyetli matematikçilerindendir.

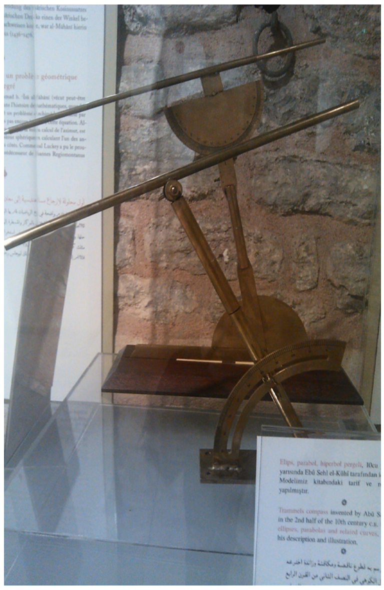
yer almaktadır. Muhammed ibn Musa ibn Şakir, Harran gezisi sırasında Sabit ibn Kurra ile tanışmış, onun dil bilgisinden (çok dil bilmesinden) ve çalışmalarından çok etkilenerek onu Bağdat'a davet etmiştir. Sabit bu daveti kabul ederek Musa kardeşlerin kılavuzluğunda büyük bir matematikçi ve astronom olarak yetişmiştir. Sabit'in matematik çalışmaları saymakla bitmez ancak onun en meşhur çalışmalarından biri 5. Postulata yaptığı ispatlardır. Sabit biri kinematik biri geometrik olmak üzere 2 adet 5. Postulat ispatı geliştirmiştir (Aslan Seyhan, 2016, s. 34-41). Ayrıca trigonometri ile ilgili de çalışmış, günümüzde sinüs teoremi olarak bilinen *Şekü'l Kattâ* teoremini geliştirmiştir. Bu teoremle birlikte Yunanlıların geliştirdiği kirişler teoremi yerine sinüsler teoremi kullanılmaya başlanmıştır.

İslam altın çağında yaşamış önemli matematikçiler arasında yukarıda bahsetmiş olduğumuz isimlerin yanı sıra el Cevherî (9. Yy), Battânî (858-929), el Neyrîzi (897-922), Ebûl Vefa Buzcâni (940-998), Ebû Sehl el Kûhî (940 - 1000), İbn Heysem (965-1040), Biruni (973-1048), Ömer Hayyâm (1045-1123), Nasîrüddin Tusî (1201-1274) gibi isimler bulunmaktadır. Bu ismi geçen bilginlerin tamamı çok önemli çalışmalara imza atmışlardır. Şimdi bunlardan bazılarına kısaca değineceğiz.

Harranlı bir astronom matematikçi olan Battanî, Rakka'da bir gözlemevi kurmuş ve uzun yıllar burada çalışmıştır. En önemli gözlemlerini (887-918) yılları arasında yapmıştır (Unat, s.86). Battanî sinüs, kosinüs, tanjant kotanjant, sekant ve kosekantı ilk defa bizim bugün kullandığımız anlamda kullanmıştır. Tarihte kotanjant tablosu hazırlayan ilk kişidir. Bu fonksiyonları astronomik hesaplamalarda kullanmıştır (Unat, s.87). Ünlü astronom Copernicus *De Revolutionibus Orbium Coelestium* eserinde 20'den fazla kez Battanî'nin ismini anmıştır.

Ebu'l Vefa Bûzcanî ilk defa dik açılı olmayan küresel üçgenler için sinüs teoremini kullanmıştır. Bûzcanî, $\sin(\alpha+\beta)+\sin(\alpha+\beta)<2\sin\alpha$; $\sin(\alpha\pm\beta)=\sin\alpha.\cos\beta\pm\cos\alpha.\sin\beta$ formüllerini düzenlemiştir. sin(30)'un değerini 8 ondalığa kadar vermiştir. Ayrıca $2\sin^2\frac{\alpha}{2}=1-\cos\alpha$ $\sin\alpha=2.\sin\frac{\alpha}{2}.\cos\frac{\alpha}{2}$ yarım açı formüllerine ulaşmıştır. Bunlar dışında geometrik yapılarla ilgili de çalışmaları vardır. (Berggren, 1986, s. 92-96; s.135-138).

Ebü Sehl el Kûhî**,** teslis-i zaviye problemi için Apollonius'un *Konika*'sındaki bir hiperbol çizimi probleminden faydalanmıştır. Bir kürenin bir diliminin hacmini, verilmiş diğer bir dilimin hacmine eşit çizebilme ve yine verilen diğer bir parçanın alanını eşit ölçüde kavisli bir yüzey çizebilme problemine çözüm bulmuştur. Düzgün 7-gen ve 9-gen çizmek için koni kesitlerinden faydalanmıştır. Bir açının 3'e bölünmesi problemini de koni kesitlerinden faydalanarak çözmüştür.



Şekil 4. El Kuhi'nin Koni Kesitleri Çizme Pergeli[13]

İbn Heysem Batı'da *Alhazen* olarak bilinmektedir. En çok optik çalışmalarıyla meşhurdur. Optik o dönemlerde geometrinin bir alanı sayılmaktaydı. Heysem'in iki adet *Elementler* şerhi vardır. Bu şerhlerinde 5. Postulata ispat girişiminde bulunmuştur. İspatında, *Pasch Aksiyomu* olarak bilinen, 19. yy matematikçisi M. Pasch'ın meşhur ettiği aksiyomu kullanmıştır. "A, B, C aynı doğru üzerinde olmayan üç nokta ve d de bu noktaları içinde bulunduran düzlemde bir doğru olduğunda, eğer d doğrusu A, B ve C'nin hiçbirinden geçmiyor ve [AB], [BC] ve [AC] kenarlarından birini kesiyorsa, öteki ikisinden birini de keser" (Aslan Seyhan, 2016, s. 59). Ayrıca ibn Heysem, Apollonius'un *Koni Kesitlerini, Kitâb el-Mahrûtât* ismiyle kopya etmiştir. *Koni Kesitleri*'nin kayıp olan 8. kitabına da bir rekonstrüksiyon yazmıştır. Bu elyazması bugün Süleymaniye'de bulunmaktadır. Çalışmaları esnasında bir paraboloidin hacmini hesaplamıştır (Aslan Seyhan, 2017, s.40).

Ömer Hayyâm Melikşah Gözlemevinde (İsfahan) müdürlük yapmıştır. Eukledes'in *Elementler*'i üzerine bir şerh yazmıştır ve onun da 5. Postulaya bir ispat girişimi vardır. Bu ispat tarihin ilk *petitio principii* hatasına düşmeden yapılmış ispatıdır ve kendisinden sonra Saccheri (1667-1733) neredeyse aynı ispatla Eukleides dışı geometrilerin kâşifi sayılmıştır (Aslan Seyhan, 2016, s. 61-73). Hayyâm daha çok cebir çalışmalarıyla meşhurdur. *Risâle fi'l –Berâhin alâ Mesâili'l-Cebr ve'l Mukâbele* eserinde cebirsel denklemlerin köklerini sayılarına göre sınıflandırmıştır. Buna göre 3. Derece denklemler şu şekilde gruplamıştır:

$$x^3+cx^2=bx$$

$$x^3+bx=cx^2$$

$$cx^2+bx=x^3$$

$$x^3+cx^2+bx=a$$

[13] Bu resim Gülhane Parkında bulunun İslam Bilim ve Teknoloji Tarihi Müzesinde çekilmiştir.

$$x^3 + cx^2 + a = bx$$
$$x^3 + bx + a = cx^2$$
$$cx^2 + bx + a = x^3$$
$$x^3 + cx^2 = bx + a$$
$$x^3 + bx = a + cx^2$$
$$x^3 + a = cx^2 + bx$$

Bu denklemler üzerinde yapılan çalışmalar reel pozitif kökleri kapsamaktadır. Negatif kökler bilinmemektedir (Berggren, s.118-124). Ömer Hayyâm, Celalî takvimi olarak bilinen ve çok dakik bir de takvim icat etmiştir (Tekeli vd., 2011, s.177-179).

Nasîrüddin Tusî vezirliğini yaptığı Hulagû Hân'ın isteği üzerine Meraga'da bir gözlemevi kurmuş ve müdürlüğünü yapmıştır. "Nasîrüddin ilk defa trigonometriyi astronomiden ayrılmış ve onu en mükemmel haline gelmiştir" (Cajori, s. 131). Tusî bugün sinüs teoremi adıyla bildiğimiz kenar açı bağıntısını bulmuştur. Pythagoras teoremine yeni bir ispat önermiştir. Tusî de *Elementler*'e şerh yazmış alimler arasındadır ve 5. Postulat ispatıyla uğraşmıştır (Aslan Seyhan, 2016, s. 85-88).

Orta Çağ İslam Dünyası matematiği özellikle trigonometriyi yüceltmiştir. Antik Yunan'ın meşhur problemlerine pratik çözümler geliştirmişler özellikle geometri ve cebir arasındaki ilişkiden faydalanmışlardır. Burada anamadığımız daha birçok çalışma mevcuttur. Son olarak Osmanlı bilim geleneğini de besleyecek olan bir ekol olan Semerkand Ekolüne de kısaca değinmek gerekir. Uluğ Bey (1393- 1449) yönetime geldiğinde Semerkant şehrini kendine başkent seçerek burayı bir bilim merkezi haline getirmeyi amaçlamış ve etrafına çok sayıda bilgin toplamıştır. Buraya kurduğu gözlemevinde Gıyâsüddîn Cemşid el-Kaşî (1380- 1429), Kadızâde-i Rûmî (ö. yaklaşık 1432) ve Ali Kuşçu'yu (1403-1474) himaye etmiştir. Bu bilginler uzun yıllar gözlemler yaparak bir zîc hazırlamışlardır. El Kaşî bir derecelik bir yayın sinüsünün hesaplanması üzerine çalışmış ve 2π'nin değerini hem 60'lık sistemde (6; 16, 59, 28, 1, 34, 51, 46, 15, 50); hem de 10'luk sistemde hesaplamıştır (6,2831853071795865). Verdiği değer 16. yüzyılda Vieté'nin aynı problem için verdiği yaklaşımdan daha dakiktir.

7. SONUÇ

İslam Dünyasındaki bilimsel hareketlilik 12-13. Yıllardan sonra git gide azalmıştır. Elbette her yüzyılda bazı istisna dâhiler olmuştur. Batı Dünyası ilk büyük uyanışını 12. yy rönesansı olarak da bilinen yüzyıl boyunca yapılan yoğun çevirilere borçludur. 13. yüzyıla gelindiğinde hem Antik Yunan'ın hem de İslam bilim ve felsefesinin önemli bir bölümü Latinceye aktarılmıştır.

Bilim tarihinde tüm aydınlanma hareketleri çeviri ile başlamaktadır. Bilimsel uyanışların öncesinde mevcut bilgi birikiminin aktarılması büyük önem taşımaktadır. Elbette seçilen metinler ve çevirilerin nitelikli olup olmaması bu süreci doğrudan etkilemektedir. Mevcut bilgi birikimini 12. Yüzyılda Latinceye aktaran çevirmenlerden en meşhurları Bathlı Adelard, Cremonalı Gerard, Chestarlı Robert, Sevillalı John, Tivollili Plato, Dominicus Gundissalinus, Dalmaçyalı Hermann'dır. Sonraki yüzyıllarda Novaralı Campanus (13. yy) ve Johannes Hispanus (15. yy) da önemli çeviriler yapmıştır. Bu çeviriler Rönesans'ın ve daha sonra da modern bilimin temelini hazırlamıştır. Rönesans sonrasındaki gelişmeler bilimin önünü açmış; 17 ve 18. Yüzyıllarda aydınlanma ve bilimsel devrim çağları yaşanmıştır. Matematik açısından bakacak olursak özellikle sembolizasyonun keşfinden sonra matematikçilerin önü açılmış ve matematiksel keşifler ivme kazanmıştır. 19. Yüzyıla gelindiğinde neredeyse bugünkü halini alan matematik öngörü gücü sayesinde disiplinler arasındaki ayrıcalıklı konumunu iyice sağlamlaştırmıştır.

Tüm bu seyirden anlaşılmaktadır ki modern bilim uygarlıklar arası bir üründür bir anda bir noktada, hiç yoktan var olmamıştır. Matematik tarihinin birçok konseptinde kavramlar zamanla ve uygarlıklar arası bir etkileşimle günümüzdeki halini almıştır. Sıfır konseptinin zaman içinde şekillenmesi ve günümüzdeki halini alması buna verilebilecek en güzel örneklerdendir.

8. KAYNAKLAR

Aslan Seyhan, İ. (2016). *Orta Çağ İslam Dünyasında V. Postulat Geleneği*. Türkiye Alim Kitapları.

Aslan Seyhan, İ. (2017). *Osmanlılarda Koni Kesitleri: Seyyid Ali Paşa* (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Aslan Seyhan, İ. (2020). "Eukleides'in Aksiyomatik Sistemi". Bilim ve Ütopya Sayı 315, Yıl 26, Eylül. Ankara: Sonsöz Matbaacılık. s.12- 16.

Benner C.V. (1971). "Hindu Arabic Numeration System", *Historical Topics for the Mathematics Classroom*, Washington: National Council of Teachers of Mathematics. s.46-49.

Berggren, L. (1986). *Episodes in the Mathematics of Medieval Islam*. New York: Springer-Verlag.

Brahma Sphuta Siddhanta Sanskrit (1966). C. 1, Editor Acharya Ramswarup Sharma. New Delhi: Indian Institute of Astronomical and Sanskrit Research.

Cajori, F. (2014). *Matematik Tarihi*. Ankara: ODTÜ yayıncılık.

Cantor, M (1894). *Vorlesungen über geschichte der mathematik*. Leipzig: B. G. Teubner.

Dzielska, M. (1999). *İskenderiyeli Hypatia*. Çev. Gamze Deniz. İstanbul: Berfin Yayınları.

Folta, J. "Věstonická Vrubovka, Sloužil paleolitický předmět k bijekci medzi prvky dvou množin?", *Vesmír*, 76, 1997/6, s. 310 - 312.

Heath, T. L. (1921). *A History of Greek Mathematics* (C. 1). Londra: Oxford at the Clarendon Press.

Heath T. L. (1968). *The Thirteen Books of Euclid'd Elements*. (C. 1). Cambridge: University Press.

Heiberg, J. L. (1898). *Syntaxis Mathematica by Ptolemy*. Lipsiae: B. G. Teubneri.

Ifrah, G. (1996). *Rakamların Evrensel Tarihi*, C.2&3, Ankara: Tübitak.

Joseph, G. G. (2011). *The Crest of the Peacock: Non-European Roots of Mathematics (Third Edition)*. Princeton.

Kökçü, A. (2019). *Bir Zamanlar Geometri*. Ankara: Nobel.

Merick, L. C (1971). "Origin of Zero", *Historical Topics for the Mathematics Classroom*, Washington: National Council of Teachers of Mathematics. s.49-50.

Neugebauer, O. (1957). *Exact Sciences in Antiquity.* U.S.A: Harper Torchbooks

Sayılı, A. (1966). *Mısırlılarda ve Mezopotamyalılarda Matematik, Astronomi ve Tıp*. Ankara: TTK yayınevi.

Struik, D. (1948). *Concise History of Mathematics.* New York: Dover Publication.

Tekeli S., Kâhya E., Dosay M., Demir R., Topdemir H., Unat Y., Koç Aydın A., (2011). *Bilim Tarihine Giriş*. Ankara: Nobel Yayınları.

Veter, Q. (1933). "Problem 14 of the Moscow Mathematical Papyrus". *The Journal of the Egyptian Archeology* (Mayıs 1933), 19, No 1-2, s.16-18.

İnternet Kaynağı:

O'Connor, J.J. & Robertson, E. F. (2000). *Egyptian Numerals.*

Erişim adresi: https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/HistTopics/Egyptian_numerals/ (11.07.2021 Tarihinde bakıldı).