T.C.

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

BİLİM TARİHİ ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

DESCARTES'IN ANALİTİK GEOMETRİSİNİN MATEMATİK VE ÇAĞDAŞ DÜŞÜNCE TARİHİNE ETKİSİ

Zeynep Mansur

2501090201

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Sevtap KADIOĞLU

İstanbul 2014

T.C. İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER
1982 ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS
TEZONAYI

ÖĞRENCİNİN

Adı ve Soyadı : **Zeynep MANSUR** Numarası : **2501090201**

Anabilim/Bilim Dalı: **Bilim Tarihi Anabilim Dalı** Danışman Öğretim Üyesi: **Prof. Dr. Sevtap KADIOĞLU**

Tez Savunma Tarihi : **26.12.2014** Tez Savunma Saati : **13:30**

Tez Başlığı : **"Descartes'ın Analitik Geometrisinin Matematik ve Çağdaş Düşünce Tarihine Etkisi"**

TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği'nin **36. Maddesi** uyarınca yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin **KABULÜ'NE** OYBİRLİĞİ / ~~OYÇOKLUĞUYLA~~ karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATİ (KABUL / RED / DÜZELTME)
1- Prof. Dr. Feza GÜNERGUN		Kabul
2- Prof. Dr. Sevtap KADIOĞLU		Kabul
3- Yrd. Doç. Dr. Özgüç GÜVEN		KABUL

YEDEK JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATİ (KABUL / RED / DÜZELTME)
1- Yrd. Doç. Dr. Meltem KOCAMAN		
2- Yrd. Doç. Dr. Murat OMAY		

ÖZ

DESCARTES'IN ANALİTİK GEOMETRİSİNİN MATEMATİK VE ÇAĞDAŞ DÜŞÜNCE TARİHİNE ETKİSİ

İnsanoğlu var olduğundan beri bir hakikat arayışı içine girmiştir. Hakikat arayışında, varlığını sağlam bir zemine oturtmak için ulaşmak istediği şey, geçmişte de, şimdi de, gelecekte de doğru olan genel geçer bilgi olmuştur. Bu noktada felsefeciler sarsılmaz olduğunu düşündükleri matematiği hakikatle bağdaştırmışlardır. Hatta matematik bilgisinin doğuştan geldiğini, matematik bilmeyen birisinin bile matematik problemlerini doğuştan gelen matematik uslamlamalarıyla çözebileceğini öne sürmüşlerdir. Matematik tarihinin en önemli figürlerinden olan Euklides, daha da ileri giderek matematiksel tanımları ve doğuştan geldiği düşünülen ispat gerektirmeyen önermeleri ortaya koymuş, bu belirlenimleriyle teorem ispatlama yöntemine girerek kendi içinde tutarlı, sarsılmaz ve uzun bir süre için kesinliği tartışılmaz gibi görünen bir sistem geliştirmiştir. Tezimizin ana filozofu olan Réne Descartes'ta, Euklides'in oluşturduğu matematiksel düzeneğin kesinliği karşısında hayrete düşmüş, insanoğlunun başlangıçtan beri arayışı içinde olduğu hakikate, bu matematiksel merdivenin adımlarının tek tek tırmanılmasıyla ulaşılabileceğini söylemiş ve tüm disiplinler için uygulanacak kuralları buradan esinlenerek belirlemiştir. Descartes belirlemiş olduğu bu kuralları kendi matematik çalışmalarına tatbik etmiş böylece günümüzde problem çözmede kullanılan yöntemin kurucusu olmuştur.Felsefeciler ayrıca, karmaşık gibi görünse de doğadaki her şeyde bir ölçülülük olduğunu öne sürerek matematiği varlığın konusuda yapmışlardır. Yeniçağla birlikte bu düşünce daha da erişkinleşerek, aynı bir saat yapımcısının saati kurduktan sonra saatin belli bir ölçülülükkle çalışmayı sürdürdüğü gibi Tanrı'nında evreni yarattıktan sonra, kâinatın makro ve mikro düzeyde matematik diliyle yazılmış mekanik kurallara göre varlığını sürdürdüğü düşüncesine evrilmiştir. Mekanizmin dinamiğini oluşturan, Mathesis Universalis olarak adledilen bu düşünce yine Réne Descartes'ın, eğri ve şekillerin kartezyen koordinat sistemi üzerinde matematiksel denklemler şeklinde ifade edilebildiği, bu eğri ve şekilleri oluşturan noktalar ile cebirsel işlemlerin yapılabildiği analitik geometriyi geliştirmesiyle, kendisine sağlam bir zemin bulabilmiştir. Bu sağlam zemin üzerinden, mekanik felsefenin niceliksel olarak ifade edilebildiği mekanik fiziği ivme kazanarak yeryüzündeki hareketin kuralları matematiksel olarak yazılabilmiştir. Euklides dışı geometrilerin bulunmasıyla, Descartes'ın üzerine inşa etmiş olduğu sistem sarsılmış ve kuantum fiziğininde ortaya koyulmasıyla mikro düzeyde mekanik yasaların işlemediği görülse de, çalışmamızda, Descartes'ın çalışmalarının ve analitik geometrisinin matematik ve düşünce tarihine etkisi ve katkısı irdelenmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Matematik, Analitik geometri, Mekanik felsefe, Mathesis Universalis, Euklides dışı geometri, kuantum fiziği.

ABSTRACT

INFLUENCE OF DESCARTES' ANALYTIC GEOMETRY TO THE HISTORY OF MATHEMATICS AND CONTEMPORARY THOUGHT

Mankind has been seeking for truth since the very begining of his existence. In this odyssey, in order to secure his existence, his main goal has been achiving the knowledge, de facto. Therefore philosophers correlate the truth with unfailing mathematics. Insomuch as they assert that mathematical knowledge is an innate quality and its possible to solve mathematical problems just by reasoning, without having an education. Euclid, one of the key figures of history of mathematics, goes a step further and comes up with mathematical definitions and innate propositions. By this means he creates a consistent, inalterable system which was accepted disputable for a very long period of time. René Descartes, the key philosopher of our thesis, fascinated with the accuracy of Euclid's system, remarks that, with the guidance of this mathematical stairway, it is possible to come through the unending search for truth. Starting from this, he establishes the Rules that he applies to all disciplines. Descartes applies his rules to mathematical studies and be the founder of the problem solving methods we use today. Philosophers, suggesting there is a harmony in nature, even though it seems as a complex one, made mathematics the subject of substance. As of Modern Ages, this belief becomes mature enough to evolve into the idea that the universe continues its existence, according to the mechanical rules which are written in mathematical language at the macro and micro level; subsequent to God's creation, just as a watch continues working properly, right after watchmaker winds it up. This idea, regarded as Mathesis Universalis and constitutes the dynemics of mechanism, finds itself a solid ground once again with Descartes, improving analitical geometry, by means of which, it is possible to sign curves and shapes as mathematical equaitons on cartesian coordinate system; and to do algebraic manipulation with points, which composing this curves and shapes. If and only from this solid foundation, mechanical physics, which states the mechanical philosophy quantitatively, gains accelaration and it becomes possible that the rules of motion on earth can be written. Although with non-euclidean Géométries, Descartes' basic system is shattered and also after quantum physics, now it comes into the picture that mechanical laws does not function in micro level; it is our aim and duty to examine in our thesis, the influence and contribution of Descartes' analitical geometry to the history of mathematics and thought.

Key Words: Mathematics, Analitical Geometry, Mechanical Philosophy, Mathesis Universalis, Non-Euclidean Geometry, Quantum Physics.

ÖNSÖZ

Çalışmamızda bilimsel ve düşünsel anlamda bir mihenk taşı olarak algılanan Réne Descartes'ın, matematik, fizik ve felsefeye, ivme kazandırarak bugüne gelmesini sağlayan analitik geometrisi incelenerek, tarihsel gelişimi ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu çerçevede, Descartes'ın matematik ve felsefe tarihindeki yerini ortaya koymak ve çağdaş döneme kadar olan tarihsel süreçte etkilerinin izini sürmek hedeflenmiştir.

Tezin hatları oluşturulurken, analitik geometri tarihini işleyen kaynak eserlerden faydalanılarak çalışmanın iskeleti oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu doğrultuda, tezde, analitik geometrinin gelişmesine olan katkıları yönünde sözü edilen matematikçilerin ve Réne Descartes'ın çalışmalarına, kendi eserleri ile felsefe tarihi, bilim tarihi ve matematik tarihi kitaplarından yararlanılarak yer verilmiştir.

Tez, bir giriş, iki ana bölüm ve sonuçtan oluşmaktadır. Tezin **"Analitik Geometri ve Oluşumundan Önceki Tarihsel Süreç"** başlığını taşıyan ilk bölümünde, öncelikli olarak analitik geometrinin tanımına yer verilmiştir. Bu doğrultuda, analitik geometrinin dinamiklerini oluşturan; geometri, aritmetik ve daha sonraları ortaya çıkan cebirin ne olduğu anlatılmaya çalışılmıştır. Daha sonra, Descartes'ın çalışmalarını etkileyen unsurlar gözetilerek, geometri, aritmetik ve cebirin tarihsel süreçte gelişimleri incelenmiştir.

Çalışmamızın, "**Descartes'ın Analitik Geometrisinin Matematik ve Çağdaş Düşünce Tarihine Etkisi"** başlıklı ikinci bölümünde ise, ilk olarak Descartes'ın matematik çalışmalarını etkileyen ögeler ele alınmıştır. Bu bağlamda; Descartes'ın çağdaşlarının matematik çalışmaları ile Descartes'ın hayatı, eserleri ve felsefesine değinilmiştir.Daha sonra, Descartes'ın, analitik geometrinin oluşmasına neden olarak gösterilen *La Géométrie* adlı çalışması incelenmiştir. Descartes'ın *LaGéométrie* adlı eseri irdelendikten sonra, bu başlık altında son olarak, analitik geometrinin ve kartezyen koordinat sisteminin matematik ve düşünce tarihi açısından önemi vurgulanarak, matematik dünyasında ne gibi imkânların doğmasına olanak sağladığı ve bu sayede ne gibi keşiflerin yapıldığı anlatılmaya çalışılmış, düşünce

dünyasında ise mekanik felsefesinin sarsılmasına kadar olan süreçte, bu felsefeye ne yönde etkileri olduğundan bahsedilmiştir.

Tezin, sonuç kısmında, çalışmamızın birinci ve ikinci bölümünün bir değerlendirilmesi verilmeye çalışılmış, Descartes'ın analitik geometrisinin yol açtığı gelişmeler de tekrar vurgulanmıştır.

Bu tez bir çok kişinin katkısıyla tamamlanmıştır. Bu konuda öncelikli olarak, tez konumu belirlememde bana yardımcı olan İstanbul Üniversitesi Bilim Tarihi Bölüm Başkanı Prof. Dr. Feza Günergun'a teşekkürlerimi sunarım. Danışmanım Bilim Tarihi Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Sevtap Kadıoğlu'na, tez çalışmam boyunca yönlendirmeleri, öğrettikleri, sabrı ve anlayışı için her zaman müteşekkir kalacağım. Ayrıca, tez çalışmam sırasında, çalışmamı okuyup önerilerileriyle katkı sağlayan, Prof. Dr. Yavuz Aksoy, Prof. Emre Dölen, Yrd. Doç. Dr. Gaye Şahinbaş Ergingöz, Yrd. Doç. Dr. Özgüç Güven ve Arş. Gör. Saadet Yediç'e teşekkürü bir borç bilirim. Son olarak, tüm hayatım boyunca olduğu gibi, eğitim hayatımda ve bu dönemde desteğini ve sevgisini benden esirgemeyen annem Semiha Öztürk'e şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZ iii

ABSTRACT iv

ÖNSÖZ v

TABLO VE ŞEKİLLER LİSTESİ ix

RESİMLER LİSTESİ xi

KISALTMALAR xii

GİRİŞ 1

1. ANALİTİK GEOMETRİ VE OLUŞUMUNDAN ÖNCEKİ TARİHSEL SÜREÇ 4

1.1. ANALİTİK GEOMETRİNİN TANIMI 4

1.2. ANALİTİK GEOMETRİNİN OLUŞMASINA KATKIDA BULUNAN TARİHSEL ALT YAPI 5

1.2.1.Antik Dönemde Geometri ve Cebir Alanlarına Yapılan Katkılar 5

1.2.1.1. Eski Mısır Uygarlığında Matematik 6

1.2.1.2. Eski Mezopotamya Uygarlıklarında Matematik 8

1.2.1.3. Eski Yunan'da Matematik 9

1.2.2.Helenistik Dönemde Geometri ve Cebir Alanlarına Yapılan Katkılar 20

1.2.3.Ortaçağda Geometri ve Cebir Alanlarına Yapılan Katkılar 34

1.2.3.1. Çin'de Matematik 35

1.2.3.2. Hintlilerde Matematik 36

1.2.3.3. İslam Medeniyetinde Matematik 37

1.2.3.4. Batı Medeniyetlerinde Matematik 39

1.2.4. Rönesans Döneminde Geometri ve Cebir Alanlarına Yapılan Katkılar 41

2. DESCARTES'IN ANALİTİK GEOMETRİSİNİN MATEMATİK VE DÜŞÜNCE TARİHİNE ETKİSİ 49

2.1. DESCARTES DÖNEMİNDE MATEMATİK 49

2.1.1. Descartes Döneminde Cebir 49

2.1.2. Descartes Döneminde Geometri 52

2.2. DESCARTES'IN HAYATI ESERLERİ VE FELSEFESİ 57
2.2.1. Doğumu, İlk Eğitimi ve Matematikle Tanışması 58
2.2.2. Descartes'ın Üç Rüyası 62
2.2.3. Yeniçağ Biliminin Karakterine Katkı: *Regulae ad Directionem Ingenii (Aklın Yönetimi İçin Kurallar)* 64
2.2.4. Bilimsel Yönteme Katkı: *Discours de la Methode (Metot Üzerine Konuşma)* 69
2.2.5. Hayatının Son Yılları ve Son Eserleri 72
2.3. DESCARTES VE ANALİTİK GEOMETRİ 74
2.3.2. *LaGéométrie* ve Katkısı 74
2.3.2. *La Géométrie*'den Analitik Geometriye 96
3. *LA GÉOMÉTRİE'*DEN MEKANİK FELSEFEYE 105
3.1. MEKANİK FELSEFE ANLAYIŞININ OLUŞMASI 105
3.2. *LA GÉOMÉTRIE'*NIN MEKANIK FELSEFEYE ETKISI 109
3.3. MEKANİK FELSEFENİN ÇÖKÜŞÜ 118
3.3.1. Euklides Dışı Geometrilerin Mekanik Felsefeye Etkisi 118
3.3.2. Çağdaş Fiziğin Mekanik Felsefeye Etkisi 121
SONUÇ 124
KAYNAKÇA 134
İNTERNET KAYNAKLARI 138

TABLO VE ŞEKİLLER LİSTESİ

Tablo 1 32
Tablo 2 33
Tablo 3 33
Tablo 4 34
Tablo 5 46
Tablo 6 47
Şekil 1 8
Şekil 2 10
Şekil 3 14
Şekil 4 17
Şekil 5 18
Şekil 6 19
Şekil 7 23
Şekil 8 25
Şekil 9 26
Şekil 10 26
Şekil 11 27
Şekil 12 28
Şekil 13 40
Şekil 14 50
Şekil 15 55
Şekil 16 56
Şekil 17 78
Şekil 18 80
Şekil 19 81

Şekil 20 87
Şekil 21 90
Şekil 22 92
Şekil 23 119

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1 129

Resim 2 130

Resim 3 131

Resim 4 132

Resim 5 133

KISALTMALAR

A. e. : Aynı eser

A. g. e. : Adı geçen eser

A.g. m. : Adı geçen makale

Al. : Almanca

Bkz. : Bakınız

Çev. : Çeviren

Ed. : Editör

Fr. : Fransızca

In. : İngilizce

İ. Ü. : İstanbul Üniversitesi

It. : İtalyanca

ODTÜ : Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Os. : Osmanlıca

Y. T. Ü. : Yıldız Teknik Üniversitesi

TUBİTAK : Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

v. d. : ve diğerleri

s. : sayfa

GİRİŞ

Matematik, ihtiyaç doğrultusunda, pragmatik düzeyde ortaya çıkmış olsa da, birçok filozof bilim adamının çalışmalarıyla, aksiyomatik bir sistemin ürünü haline dönüşmüş, genel geçer bilginin sarsılmaz temsilcisi olarak addedilmiştir.

Kesin bilgiye ulaşmanın yolunu arayan birçok filozof gibi Réne Descartes da matematikle elde edilen bu kesin bilgi karşısında şaşkınlığını gizleyememiştir. Kesin bilgi arayışında da, matematikte izlenen yoldan örnekle bir metot geliştirilmesi gerektiğini düşünmüştür. Bu şekilde geliştirilen bir metodun uygulanacağı her alanda, kesin bilgiye ulaşılabileceğini ifade etmiştir.

Bu fikirden hareketle Descartes geliştirdiği metot doğrultusunda, bir problem çözümünde sezgilerimizden ancak matematiksel nesnelerdeki ve bağlantılardaki apaçıklığa sahip olduğumuzda yararlanmamız gerektiğini ifade etmiştir. Sezgilerimizi kullanırken de, matematiksel ispat yöntemindeki gibi, karmaşık ve karanlık önermeleri adım adım daha basit önermelere indirip, en basit sezgilerden başlayarak yine adım adım diğer tüm bilgilere, her defasında sağlamasını yaparak ulaşılması gerektiğini vurgulamıştır. Böylelikle tümdengelimsel bir yöntemle çözülen problemin sonucunun sarsılmaz bir gerçekliğe sahip olacağını söylemiştir.

Descartes hemen hemen bütün disiplinler için ortaya koymuş olduğu bu düşünme metodunu, felsefi düşünme metodu olarak da kullanmıştır. Descartes, bu metot doğrultusunda, her şeyden şüphe etmekle işe başlamış, bütün her şeyden şüphe duyan, her şey yanlış olsa bile, bu yanlışlığı düşünen bir *ben* (*ego)'*nin varlığına işaret ederek, "Düşünüyorum öyleyse varım (cogito, ergo sum)" şeklinde ifade ettiği ünlü önermesini sunmuştur. Yani, Descartes, apaçık (açık ve seçk) olarak idrak ettiği, düşünen ben'in var olduğunu ifade etmiştir.

Bu metodun sarsılmaz olarak addedilebilmesi için sezgisel olarak bilebileceğimiz şeylerin doğruluğunu da güvence altına alması gerekmektedir. Descartes, sezgisel olarak bilebildiğimiz şeylerin nedenini, Tanrı'nın varlığına

bağlamış bunu da garanti altına almak için Tanrı'nın varlığını ispatlayan mantıksal çıkarımlar sunmuştur. Descartes, Tanrı tanıtlamasıyla garanti altına almış olduğu metodun, nesnesi olan cismi dünyanın varlığını ise, Tanrı'nın, mükemmel olduğu için yarattıklarını aldatamayacağını, bu yüzden dış dünya diye tabir ettiğimiz maddi dünyanın kavradığımız gibi var olduğu görüşüyle kanıtlamıştır. Fakat cismi dünyanın, bedenimizin yani duyularımızın algıladığı gibi değil, zihnimizin apaçık olarak algıladığı gibi, uzamda; derinliğe, boya ve ene sahip olduğu şekliyle var olduğunu ifade etmiştir. Descartes'ın analitik geometrinin oluşmasına neden olan matematik çalışmalarında, cisimlerin bir koordinat sisteminde (uzamda) ifade ediliş şekli de tam olarak bu şekilde olmuştur.

Descartes düşünme sistemini, matematikle temellendirmiş yine kendi matematik çalışmalarının ürünü olan analitik geometrinin prensipleriyle tamamlamıştır.

Descartes'ın, analitik geometrinin doğmasına neden olan çalışmaları, mekanik felsefenin hâkim olduğu o dönemde, bu felsefeyi destekleyen ve sistemleşmesini sağlayan gelişmelere zemin hazırlayan bir rol de oynamıştır. Mekanik felsefe anlayışına göre evrendeki her şey matematik diliyle yazılmıştı ve evren matematik yasalara göre işlemekteydi. Analitik geometri ile eğrilerin, pergel ve cetvelle değil, koordinatlar yardımıyla niceliksel olarak ifade edilebilmesi, gerçekten de eğriler ve doğrularla oluşan cisimlerin matematik diliyle yazıldığını göstermiştir.

Analitik geometri mekanik fiziğin sistemleşmesini sağlayan matematiksel zemine de ön ayak olmuş, böylelikle mekanik felsefenin uzun yıllar boyunca düşünce dünyasına hükmetmesinde etkin rol oynamıştır.

Çalışmamızda, Descartes'ın kendi felsefesinde ve yaşadığı dönemde hâkim olan mekanik felsefede, bu denli önemli olan analitik geometrinin, bilim ve düşünce tarihi gözüyle gelişimi anlatılmaya çalışılmıştır. Bu çerçevede Antik Çağ'dan, Descartes'ın analitik geometrinin doğmasına neden olan çalışmalarına kadarki süreç

ele alınarak, matematik ve düşünce dünyasındaki etkilerine yer verilmeye çalışılmıştır.

1. ANALİTİK GEOMETRİ VE OLUŞUMUNDAN ÖNCEKİ TARİHSEL SÜREÇ

Bu bölümde, Descartes'ın (1596 -1650) sistemleştirdiği ve geometrinin bir alt dalı olarak ele alınmasını sağladığı analitik geometrinin ne demek olduğu irdelendikten sonra, analitik geometrinin oluşumunu hazırlayan tarihi alt yapı ortaya konmaya çalışılacaktır.

1.1. ANALİTİK GEOMETRİNİN TANIMI

Günümüzde matematiğin geldiği noktada geometri[1], düzlem geometri, sentetik geometri, analitik geometri, diferansiyel geometri, cebirsel geometri, hiperbolik geometri ve tasarı geometri alt dallarına ayrılmaktadır.

Çalışmamızın konusu olan analitik geometrinin, kurulup sistemleşmesine kadar olan süreçte geometri sadece sentetik (bireşimsel) geometri olarak ele alınmıştır. Sentetik geometri, apriori olarak var olan postulat, aksiyom (belit) ve tanımlardan elde edilen mantıksal sonuçlar çerçevesinde, sezgisel uzaklık duygusunu gözetecek şekilde, doğal olarak bir düzleme yerleştirilen geometrik şekilleri incelemektedir.[2] Analitik (Çözümsel) geometri ise geometrik şekillerin, doğal olarak bir düzleme yerleştirilip, sezgisel olarak elde edilen uzaklık idrakini, baştan kabul edilen soyut bir aksiyomatik sistem içinde incelemek yerine; her noktasının sayısal olarak ifade edebileceğimiz kartezyen koordinat sistemine[3] yerleştirilip, uzaklıklar arasında cebirsel işlemler yapmamıza olanak sağlayan geometrinin bir alt dalıdır.[4] Başka bir deyişle, analitik geometri, cebirin[5] geometriye, koordinat sistemi

---

[1]**Geometri,** Düzlemsel şekillerin ve aralarındaki bağıntıları inceleyen matematik dalı, hendese. **Bkz**.Hilmi Hacısalihoğlu, Akif Hacıyev, Arif Sabuncuoğlu, Varga Kalantarov,**Matematik Terimleri Sözlüğü,**Türk Dil Kurumu Yayınları, İstanbul, 2009, s. 156.

[2] Nevin Mahir, **Analitik Geometri,** T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları,1999,(Çevrimiçi) https://www.anadolu.edu.tr/aos/kitap/IOLTP/2288/unite01.pdf (01.04.2012 tarihinde alındı).

[3]**Kartezyen Konum (Koordinat) Takımı,** Uzayın bir O noktası ile yine uzayın sıralı $B(e_1,e_2,...,e_n)$ vektör tabanında oluşan $B=(O,B)=(O;\ e_1,e_2,...,e_n)$ ikilisi. **Bkz.**Talat Tuncer, **Matematik Sözlüğü,** İstanbul, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi, 1995, s. 150.

[4] Nevin Mahir, **A. g. e.**

[5]**Cebir,** Aritmetiği harfler ve simgelerle geliştirilmiş biçimde içeren, sayıların yasaları ve onlara ilişkin problemleri, cebirsel polinomları ve fonksiyonları, cebirsel denklemleri, çözümlerini ve bu amaçla ilgili olarak matris, vektör, gibi matematiksel varlıkları grup, cisim vb. gibi cebirsel yapıları, mantıksal bağıntı ve simgeleri inceleyen matematik dalı. **Bkz.**Talat Bulut, **A. g. e.,** s. 33.

aracılığıyla tatbik edilmesidir.[6] Sentetik geometri ve analitik geometri ayrımını daha anlaşılır kılmak için bir örnek verecek olursak; verilen iki noktayı birleştiren doğru parçasının uzunluğunu ölçmek için, elimize bir cetvel alıp ölçüyorsak bu sentetik geometri, uzunluğun ölçüsünü verecek bir denklem kuruyorsak bu analitik geometri olmaktadır.

1.2. ANALİTİK GEOMETRİNİN OLUŞMASINA KATKIDA BULUNAN TARİHSEL ALT YAPI

Cebirin, geometriye tatbik edilmesi olan analitik geometrinin oluşmasında etkili olan tarihsel arka plan irdelenirken, tanımdan da anlaşılacağı gibi bu süreçte cebir[7]ve geometriye yapılan katkılar ele alınmalıdır. Bunun için, Réne Descartes'ın analitik geometrinin oluşmasını sağlayan çalışmalarından önce meydana gelen gelişmeler, Antik dönem, Helenistik dönem, Ortaçağ dönemi ve Modernleşmede Erken dönem süreçlerinde, geometriye ve cebire yapılan katkılar çerçevesinde incelenecektir.

1.2.1.Antik Dönemde Geometri ve Cebir Alanlarına Yapılan Katkılar

Antik dönemde geometrinin ve cebirin kullanımını ilk olarak Mısırlılarda ve Mezopotamya halklarında, daha sonraları ise Yunanlılarda görmekteyiz. Günümüze ulaşan papirüs ve tabletlerden anlaşıldığı kadarıyla, yapılan matematik çalışmaları pragmatik olarak ortaya çıkıp varlığını sürdürmüş olsa da, geometrinin temelleri Mısır'da, cebirin temelleri ise Mezopotamya'da atılmıştır. Geometri ve cebiri Mısırlılardan ve Mezopotamyalılardan öğrendiği düşünülen Yunanlılar da, geometri ve cebiri aksiyomatik bir sistem içinde yeniden inşa ederek, günümüz matematiğinin temellerini oluşturmuşlardır. Bu doğrultuda bu başlık altında, Mısırlılarda,

[6] **Bkz.** Cemal Yıldırım, **Bilim Tarihi,** İstanbul, Remzi Kitabevi, 2006, s.99.
[7]Cebir sözcüğü ilk defa Harezmi(M.S. 780-850)'nin *Kitabü'l-muhtasar fi hesabi'l-cebr ve'l-mukabele* adlı yapıtında zikredilmesine rağmen, bu çalışmada, o zamana kadar ki süreçte aritmetik alanında yapılan tüm çalışmalardan da cebir adı altında bahsedilecektir.

Mezopotamya'da ve Antik Yunan'da matematik alanındaki gelişmeler konu edilecektir.

1.2.1.1. Eski Mısır Uygarlığında Matematik

İnsanoğlunun sayılar ve büyüklüklerle uğraşması tarih öncesi zamanlara kadar gitmektedir. Bunun ilk örneğini Eski Mısır'da görmekteyiz. O dönemlerde her yıl Nil nehrinin taşması sonucu tarlaların sınırlarının yeniden belirlenebilmesi işi için ortaya çıkan bilirkişi mesleğiyle birlikte, bu kişiler, sayılar ve büyüklükler arasında bağlantılar kurmak zorunda kalmışlar, böylece Mısırlılar pragmatik amaçlarla da olsa trigonometrinin[8] bir uygulama alanı olan geometriye ilk katkılarını yapmışlardır.[9]

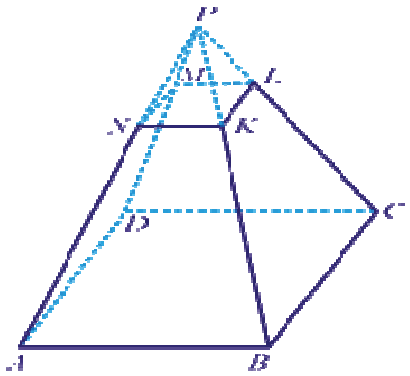
Antik Yunan yazılarında da, matematiğin kurucusu olarak Mısırlılar gösterilmiştir. Platon (M.Ö. 429-348), kurgusal kahramanı *Phaedrus* aracılığı ile, "Bir zamanlar Mısır'ın Neucratis şehrinde Theuth adında eski, ünlü bir tanrı vardı. Bu tanrı için kutsal olan İbis isminde bir kuş aritmetik, hesaplama, geometri, astronomi, dama, zar oyunları gibi birçok şeyi icat etmişti. Ama onun en büyük icadı harflerin kullanımıydı." şeklinde bir ifade kullanmıştır. Yine Aristoteles (M.Ö. 384-322), Mısır'daki rahiplerin matematikle ilgili çalışmalar yapabilecek kadar boş vakitleri olduğunu, böylece matematiğin Mısır'da doğduğunu söylemiştir. Heredotus (M.Ö. 484-425) ise bir eserinde "Ayrıca dediler ki, kral Sesotris Mısır topraklarını halka eşit olarak bölüştürdü. Herkese alanca eşit bir dörtgen arazi verip, onları kazançları oranında yıllık vergiye bağladı. Her kimin arazisi nehrin taşması sonucu kullanılmaz hale gelirse, o kişinin ne olup bittiğini derhal haber vermesi gerekiyordu. Bu kişiye daha sonra denetçiler gönderilir ve arazisinin ne oranda küçüldüğü hesaplanırdı. Bu sayede eskiye oranla daha az vergi ödemesi sağlanırdı. Bana öyle

[8]**Trigonometri,** Matematikte, sayısal değerlerle belli bir üçgenin öğelerinin hesaplanmasını ve tanımlanmış trigonometrik fonksiyon denilen bir takım fonksiyonların geometrik şekillere, özellikle üçgenlerin çözümüne uygulanmasını amaçlayan bölümdür. **Bkz.**Talat Tuncer,**A. g. e.**, s. 277.
[9] **Bkz.** Carl B. Boyer, **History of Analytic Geometry,** New York, Dover Publication, 2004, s.1.

geliyor ki geometri bu sayede doğdu ve daha sonra Yunanistan'a geçti." diye bir ifadede bulunmuştur.[10]

Antik Yunan'da Mısırlıların matematik alanındaki başarılarından bahsedilmiş olsa da, Antik Mısır uygarlığındaki matematik alanında yapılmış olan çalışmaları, günümüze ulaşabilmiş olan bazı papirüslerden öğrenebilmekteyiz. Bunlardan ilki, içeriğinde geometrik işlemlerin yanı sıra cebirsel işlemlerin de olduğu, İskoç antikacı Alexander Henry Rhind(1833-1863)'in, 1858 yılında Mısır'da Luxor'dan satın aldığı, Mısırlı Ahmes'in (M.Ö. 1550) yazmış olduğu Rhind Papirüsü'dür. Papirüste, dörtgen ve üçgenlerin ölçülmesi, b tabanlı h yüksekli ikizkenar üçgenin alanının bh/2 olduğu, d yarıçaplı bir dairenin alanının $[d-(d/9)]^2$ yazımına eşdeğer olduğu, pi sayısının ise yaklaşık olarak 3,1605 olduğu yazmaktadır.[11]Mısır-bilimci Vladimir Golenishchev (1856-1947) tarafından Thebes şehrinden satın alınıp sonra Moskova Müzesi'ne bağışlanan, Moskova Papirüsü'nde ise yirmi beş matematik problemi bulunmaktadır. Geometrik anlamda bu problemlerden önemli olan kesik piramidin hacminin ölçülmesidir. Antik Mısır'da cebir gelişmemiş olduğundan kesik piramidin hacmi bulunurken, büyük ve tam olan piramitten, üstteki küçük piramidin çıkarılması yerine, kesik piramidin hacminin bilindik katı cisimlerin hacimlerine tamamlanıp, toplanmasıyla bulunduğu varsayılmaktadır. Bu çözüme, cebir alanında çok gelişmiş olan Mezopotamya matematiğiyle etkileşim sonucunda varıldığı düşünülmektedir.[12]

[10] **Bkz.** Florian Cajori, **Matematik Tarihi,** Çev.:Deniz İlalan, Ankara,ODTÜ Yayıncılık, 2014, s. 15.
[11] **Bkz.** Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: Matematik Sözlüğü,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2002, s.217.
[12] **Bkz.**Aydın Sayılı, **Mısırlılarda ve Mezopotamyalılarda Matematik, Astronomi ve Tıp,** Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara1982, s.50-51.



Şekil 1 Kesik Piramit, (Çevrimiçi) http: // 383207162. r. cdn77. net/ ktp/ 0907060201.htm (20.01.2014)

Günümüze ulaşabilen yazıtlara ve Yunan kaynaklarına göre, matematik Mısır'da doğmuş olsa da, ihtiyaç doğrultusunda yani pragmatik olarak kullanılmış ve o düzeyde kalmıştır. Geometri ve cebir alanında elde ettikleri bilgileri genel geçer formüllere dönüştürememiş, kendi içinde tutarlı bir sistem oluşturamamışlardır.

1.2.1.2. Eski Mezopotamya Uygarlıklarında Matematik

Tarihin ilk yerleşim yerlerinden birisi Fırat ve Dicle Irmakları arasında kalan Mezopotamya bölgesidir. Yazı, tarihin ilk uygarlıklarına ev sahipliği yapmış olan bu bölgede bulunmuştur. Kamıştan yapılmış bir aletle yumuşak kil tabletlerin üzerine çivi şeklinde işaretler çizildikten sonra, tabletler pişirilmiş ve yazılar kalıcı hale getirilmiştir. Bugün Mezopotamya uygarlıkları hakkında bilgi edinmemizi sağlayan kil tabletlerden, günümüze ulaşabilmiş olan bazıları da matematikle ilgilidir. Matematikle ilgili bu tabletler, M.Ö. 18 ve 16.yy da Hamurabi hanedanlığının hüküm sürdüğü Eski Babil dönemine ve M.Ö. 3. yy da Selevkes İmparatorluğu Dönemi'ne aittir.[13]

Cebirin gelişim tarihi, retorik dönem, sinkopat (kısaltmalı) dönem ve sembolik dönem olarak üçe ayırıldığı göz önüne alındığında, Mezopotamya cebirinin ilk dönemi temsil ettiği anlaşılmaktadır. Buna göre cebir bu safhada normal cümleler

[13] **Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.**, s. 5.

halinde ifade edilmektedir.[14] Babilliler, bu sözsel ifadeleri kullanarak, yaptıkları ticaret sonucu ortaya çıkan problemleri çözmek için, bugünkü deyimi ile denklemler geliştirmiş, bu denklemleri adım adım sonuçlandırma yoluyla çözmeye çalışmışlardır.[15] Yale Üniversitesi'nde bulunan Babil kil tabletinde, ikinci dereceden denklemleri tam kareye tamamlama yöntemiyle, üçüncü dereceden bazı özel denklemlerin çözümleri yer almaktadır.[16] Ayrıca, bir Babil ülkesi olan Keldani ülkesine mensup astronomlar, gezegenlerin ivmeli hareketlerini matematiksel olarak çözmeye çalışmışlardır.[17] Özetle denilebilir ki, Mezopotamya'da geometrik problemlerin çözümünde cebirden yararlanılmış, problemler, cebir, geometri ve aritmetiksel bağıntılarla çözümlenmeye çalışılmıştır.[18]

Gün ışığına çıkarılan tabletler doğrultusunda cebirin temelleri, Mezopotamya'ya dayandırılabilir se de, Mısır'da olduğu gibi Mezopotamya'da da matematik ve cebir alanında yapılmış çalışmalar tamamen pragmatik düzeyde kaldığı anlaşılmaktadır.

1.2.1.3. Eski Yunan'da Matematik

Antik dönemde diğer medeniyetlerde de, geometri ve cebirde birçok gelişme kaydedilse de, en büyük katkı Yunanlılar tarafından yapılmıştır. Yunanlılar, Mısırlılar ve Mezopotamyalılardan miras aldıkları cebir ve geometri bilgisini, teorik olarak ortaya koymaya çalışarak, belki de matematiğin bugünkü durumuna gelmesinin yolunu açmışlardır. Antik Yunan'da, matematiksel katkılar, kişisel olarak yapıldığından, kronolojik bir sırayla matematikçi filozofları ele almak, o dönemi irdelemek açısından yararlı olacaktır.

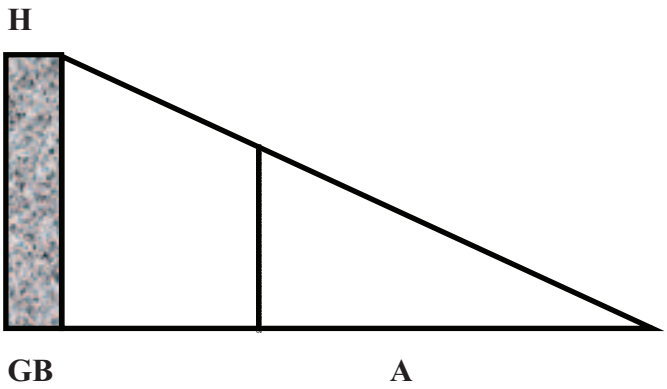
---

[14] **Bkz.** Aydın Sayılı, **A. g. e.**, s.205.
[15] **Bkz.** Colin A. Ronan, **Bilim Tarihi,** Ankara, TÜBİTAK, Çevirenler: Eklemeddin İhsanoğlu, Feza Günergun, 2003, s.40.
[16] **Bkz.** Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: Matematik Sözlüğü,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2002, s.334,346.
[17] **Bkz.** Colin A. Ronan, **A. g. e.**, s.43.
[18] **Bkz.** Aydın Sayılı, **A. g. e.**, s.243.

Bu filozoflardan Thales (M.Ö.640–546) ve ondan elli yıl sonra yaşamış olan Pythagoras (M.Ö.580?-500?), kendilerine atfedilen geometrik teoremler ile matematiği sistemleştirme yolunu açtıkları için, daha sonraki dönemlerde yaşamış ünlü matematik yorumcu ve derleyicileri olan Pappus (M.S.290-350) ile Proclus (M.S. 412-485) tarafından sırası ile "İlk Matematikçi" ve "Matematiğin Babası" olarak adlandırılmışlardır.[19]

İlk Matematikçi Thales'in matematiğe katkısı geometri yönünde olmuştur. Benzer açılar ile benzer üçgenler için kullanılan Thales Teoremi ona atfedilmiştir. Rivayete göre, Mısır'a yaptığı bir gezi sırasında Menfis tapınağının yüksekliğini, gölgesinin uzunluğu ve araya yerleştirmiş olduğu çubuk yardımı ile kurmuş olduğu benzer üçgenler yardımı ile çözmüştür. Şekil 2'ye göre, GH Menfis tapınağının yüksekliği, GA tapınağın gölgesinin uzunluğu, BC ise daha önceden uzunluğu belli olan çubuktur. Thales, tapınağın yüksekliğini HG/BC= AG/AB eşitliğini çözerek elde etmiştir. [20]

Menfis Tapınağı



Şekil 2 Yavuz Aksoy, **Matematik [ve] Tarihi: Cilt I,** Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1999, s.113.

[19]**Bkz.** Carl B. Boyer, **A. g. e.**, s.6.
[20]**Bkz.** Yavuz Aksoy, **Matematik [ve] Tarihi: Cilt I,** İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, 1999, s.113.

Dioganes Leartius'a göre ise Thales aynı problemi, çubuğun gölgesinin uzunluğu, çubuğun gerçek uzunluğuna eşit olduğu anda, piramidin gölgesinin uzunluğunu hesaplayarak çözmüştür. Böylelikle Thales hangi yöntemi kullanmış olursa olsun daha önce Mısırlılar tarafından da bilinen orantı bilgisini geometride kullanmış ve teorik geometriyi pratikte kullanan ilk matematikçi olmuştur. Ayrıca, bir ikizkenar üçgenin taban açılarının birbirine eşit olduğu, çapın bir daireyi ortadan ikiye böldüğü, ortak bir kenarı olan bitişik iki üçgenin benzer üçgenler olduğu ve bitişik açıların eşit olduğu üzerine bulunmuş bütün teoremlerin Thales'e ait olduğu düşünülmektedir. [21]

Thales'in matematik tarihindeki yeri ve konumuzla ilgili olarak önemi, geometri yönünde yapmış olduğu çalışmalardan çok, pratik anlamda zaten kullanılan bu bilgileri kurallar dizgesi halinde ifade etmesi, böylece matematiği genel geçer bilgi kategorisine sokması yönünde olmuştur. Bundan sonra matematik, felsefeciler tarafından hakikatle bağdaştırılmış, episteme denilen, akılla kavranılan, sarsılmaz, doğru bilgiye örnek olarak gösterilmiştir.

Matematiğin Babası Pythagoras, Sisam(Samos) adasında doğmuş, Thales gibi Mısır'a ve Babil'e gitmiş, orada daha sonraları felsefe, bilim ve matematik alanında yapacağı çalışmalara temel oluşturacak öğretilere tanık olmuştur. Pythagoras geri döndüğünde ise İyonya Pers işgalinde olduğu için İtalya'nın güneyinde bir Yunan kasabası olan Croton'a yerleşmiş, orada felsefe, matematik, doğa bilimleri ve mistik bir inanca hizmet eden okulunu kurmuştur.[22] Okulda yapılan tüm çalışmalar gizlidir ve yapılan her şey Pythagoras'a atfedilmiştir. Pythagorasçılar olarak anılan öğrencilerin çalışmaları genellikle matematikle yakından ilgili olmuştur. Günümüze yeterince kaynak ulaşmamasına rağmen, Mısırlıların ve Babilllilerin bildikleri 3, 4, 5 özel dik üçgeni bilgisini, hipotenüsün karesi iki dik kenarın karesine eşittir şeklinde teorem haline getiren kişinin Pythagoras olduğu söylenir.[23] Ayrıca Pythagorasçılar'ın, paralel çizgiler üzerine çalışmalarda

[21] **Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.**, s. 24.
[22] **Bkz.** Cemal Yıldırım, **Matematiksel Düşünme,** İstanbul, Remzi Kitabevi, 2012, s.24.
[23] **Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.**, s. 26.

bulundukları, bu sayede bir üçgenin iç açılarının toplamının iki dik açının toplamına eşit olduğu şeklindeki yasayı ortaya koydukları da bilinmektedir.[24] Pythagoras'ın geometri çalışmalarındaki en önemli unsur, geometrik problemleri yasalar haline dönüştürme çabası olmuştur. Proclus bunun için "Pythagoras geometriyi genel bir bilgiye dönüştürmüş, kuralların nedenlerini sonuna kadar araştırmış, teoremleri soyut ve mantıklı bir biçimde incelemiştir." şeklinde bir ifade kullanmıştır.[25] Pythagorasçılar geometrik cebir alanında ise toplama, çıkarma, bölme, kök alma, hatta genel ikinci dereceden eşitlikleri çözme gibi işlemlerin geometrik eşdeğerlerini saptama gibi çalışmalarda da bulunarak geometri ve cebiri bir araya getirme yönünde ciddi adımlar atmışlardır.[26] Sayı teorisi üzerine yaptıkları çalışmalar sonucunda da Pythagorasçılar, tüm doğal sayıların birden elde edilebileceğini, tüm katı cisimlerin sayıdan inşa edilebileceği böylelikle her şeyin özünde "bir" yani "sayı" olduğu fikrini savunmuşlardır. Bu anlayış çerçevesinde evrende her şeyin bir ölçülülük içinde işlediğini savunmuşlar, bunu da yakından ilgilendikleri müzikle örneklendirmişlerdir. Buna göre müzik gamında notalar ile titreşen bir telin uzunlukları arasında matematiksel bir bağın varlığı söz konusudur.[27]

Diyebiliriz ki Pythagoras matematik tarihindeki en önemli figürlerden biridir. Onun sayesinde matematik sadece gereksinim doğrultusunda kullanılan bir araç değil soyut düşünmenin bir yolu haline gelmiştir. Pythagoras, evreni "sayı" ile açıklayarak, matematiği varlığın konusu haline getirmiş, her şeyin özünde "sayı" vardır fikri, evrenin matematik yasalarla yönetildiğini savunan "mathesis universalis" düşüncesine bir temel oluşturmuştur. Evrendeki her şeye ölçülülüğün hâkim olduğu varsayımı sayesinde ise, matematik estetik alanına girmiş, ileriki dönemlerde sanatla matematik arasında kurulacak olan bağa zemin hazırlanmıştır.

Çalışmamız açısından önemli olarak gördüğümüz geometrinin başka alanlara uygulanabileceği fikri, Thales ve Pythagoras'ın çalışmalarıyla beslenmiş olsa da, bu fikrin hemen hemen aynı dönemlerde yaşamış olan Elealı Zenon

[24] **Bkz.** Cemal Yıldırım, **Bilim Tarihi,** İstanbul, Remzi Kitabevi, 2006, s.24.
[25] **Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.**, s. 26.
[26] **Bkz.** Cemal Yıldırım, **Matematiksel Düşünme,** İstanbul, Remzi Kitabevi, 2012, s.24.
[27] **Bkz.** Colin A. Ronan, **A. g. e.**, s.76-77.

(M.Ö.490-M.Ö.430) ve Hippasus (M.Ö. 5.y.y.) çalışmalarıyla sekteye uğradığını söyleyebiliriz.

Elealı Zenon, ortaya koyduğu paradokslarla, süreklilik fikrini ve bazı sayısal değerlerin ölçülemediğini ifade ederek bir doğrunun noktalardan süreksiz olarak oluşabileceği fikrini yadsımıştır.[28] Zenon dört paradoks geliştirmiştir.[29] Bunlardan ilki felsefe tarihinde **Aşil'le Kaplumbağa Paradoksu** olarak bilinen paradokstur. Yarı tanrı Aşil ile kaplumbağa bir yarışa girişirler. Kaplumbağa Aşil'den daha yavaş olduğundan, Aşil yarışa, kaplumbağadan sonra başlar. Aşil'in kaplumbağayı yakalayabilmesi için, önce kaplumbağanın yarışa başladığı ilk noktaya erişmesi gerekmektedir. Aşil bu noktaya eriştiğindeyse, kaplumbağa biraz daha ilerde olacaktır. Şimdi Aşil, kaplumbağanın bulunduğu bu yeni noktaya erişmelidir. Aşil, kaplumbağanın bulunduğu bu yeni noktaya vardığındaysa, kaplumbağa biraz daha ilerde olacaktır. Yani Zenon'a göre Aşil kaplumbağayı hiç bir zaman yakalayamayacaktır çünkü sonsuz noktalardan oluşan bir mesafenin sonlu bir zamanda geçilmesi mümkün değildir.

Zenon'un ikinci paradoksu **İkiye Bölünme Paradoksu'**dur**.** Zenon, bu paradoksta Aşil'in kaplumbağayı yakalayamayacağı gibionun bir noktadan bir başka noktaya gidemeyeceğini de söylemektedir. Yani *A* noktasından *B* noktasına gitmek isteyen Aşil, *A*'dan *B*'ye gitmek için önce yolun yarısını, gittiği yolun yarısını gittikten sonra, yine kalan yolun yarısını, daha sonra bir daha kalan yolun yarısını gitmek zorundadır. Bu şekilde sonsuz bir döngünün içine giren ve sonsuz iş yapamayacak olan Aşil, böylelikle gideceği yere hiç bir zaman varamayacaktır. Aslında bu durum, Aşil'in gitmesi gereken fiziksel uzaklığı hep ikiye bölmemizden kaynaklanmaktadır. Demek ki fiziksel uzaklığı (uzayı) durmadan ikiye bölemeyiz. Çünkü bir süre sonra elde edilen uzaklık öyle küçük olacaktır ki, bu uzaklık bir kez daha ikiye bölünemeyecektir. Bu da bizi günümüzde parçacık kuramı adı altında

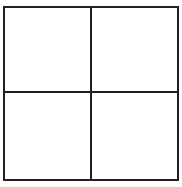
[28]**Bkz. A. e.**, s.85.

[29]Zenon'un dört paradoksu hakkında burada verilen bilgi ve yorumlar, Ali Nesin, "Dikkat Paradoks var! Zenon'un Paradoksları", **Matematik Dünyası**, 2003 Güz, s.89-91. (Çevrimiçi) http://www.matematikdunyasi.org/arsiv/PDF/ 03_3_89_91_DIKKATPARADOKS.pdf (01.04.2012 tarihinde alınmıştır) adlı kaynaktan derlenmiştir.

anılan, uzayın sürekli olmadığı, bölünemeyen en küçük uzay parçacıklarından yani "uzaybirim"lerden oluştuğu fikrine götürmektedir.

Zenon **Ok Paradoksu**'nda ise, uçan bir oku ele aldığımızda, okun her an durduğunu, her an duran bir okunda aslında hep durduğunu ileri sürmektedir. Gerçekten de uzayın sürekli olmadığını ve uzaybirimlerde oluştuğunu düşündüğümüzden, uzaybirim uzunluğunda varsaydığımız bir ok, uzaybirimden daha kısa bir şey olamayacağı için bir uzaybirim içinde hareket edemez. Yani, her uzaybiriminde hareketsiz duran bir ok, hep hareketsizdir ama bir sonraki uzaybiriminde var olmaktadır.

Zenon son olarak **Stade Paradoksu'**nda ise bölünemeyen uzaybirimlerden oluşan ve sürekli olmayan uzayda, zıt yönde birbirlerine doğru gelen iki nesnenin yer değiştirdiğinde karşılaşamayacaklarını söylemektedir. Şöyle ki; şekil 3'e göre, bu karelerden her biri bir uzaybirimi simgelesin ve solt üsttekine *A* nesnesi, sağ alttakine *B* nesnesi diyelim. Bu durumda *A* nesnesi ile *B* nesnesi yer değiştirmek isteyeceği zaman aralarında karşılaşacakları bir yer olmadığı için asla aynı anda aynı yerde bulunamayacaklardır.



Şekil 3 Ali Nesin, "Dikkat Paradoks var! Zenon'un Paradoksları", **Matematik Dünyası**,2003 Güz, s.89-91. (Çevrimiçi) http://www.matematikdunyasi.org/arsiv/PDF/03_3_89_91_DIKKATPARADOKS.pdf (01.04.2012 tarihinde alınmıştır.)

Bu paradokslarla Zenon bize Pythagorasçılar'ın aksine, aslında gerçek hayatta algıladığımız birçok şeyin bazı durumlarda matematikle bağdaşamayacağı, doğada her zaman matematik aramanın doğru olmadığı fikrini anlatmaya çalışmıştır. Böylelikle diyebiliriz ki, Zenon ve paradoksları, Pythagoras'ın önünü açmış olduğu,

geometrinin başka alanlara ve doğaya uygulanabileceği fikrini sekteye uğratmış ve ileride kurulacak olan analitik geometrinin gelişmesinde bir engel oluşturmuştur.

Elealı Zenon'un çağdaşı olan **Hippasus** (M.Ö. 5.y.y.) ise karenin köşegenin bir kenarına oranının her zaman tamsayı olmadığını söyleyerek, o dönemde irrasyonel sayıların varlığı bilinmediği ve böyle bir kavram olmadığı için, bazı doğru parçalarının ölçülemez olduğunu söylemiştir. Böylece her şeyde matematiksel ibareler bulunamayacağını ifade ederek, geometrinin başka alanlara uygulanabilme fikrine ve analitik geometrinin gelişmesine ikinci bir engel oluşturmuştur. [30]

Antik Yunan'da, Elealı Zenon ve Hippasus'un yaratmış olduğu krizle gerileme geçiren geometri, o dönemde uğraşılan üç probleme aranılan çözüm yolları çerçevesinde tekrar gelişme göstermiştir. Bu üç problem sırası ile küpü katlama (bir küpün hacminin iki katı hacme sahip olan bir küpü inşa etme), daireyi kareleme (bir daireyle aynı alana sahip bir kare oluşturabilme) ve açıyı üçe bölme(bir açının üçte birini hesaplama) problemleri olmuştur.[31]

Ölümcül veba salgınından muzdarip olan Delianlılar'ın, şehrin kâhininin tanrılara ithafen küp şeklinde yapılmış olan sunağın hacminin iki katına çıkarılarak yeniden inşa edilmesi gerektiğini söylemesi sonucu ortaya çıkan, **"Küpü Katlama Problemi'ne"**[32] getirdikleri çözümlerle, matematiğin önünün açılmasını sağlayan matematikçi filozoflar ise sırası ile Sakız adalı matematikçi Hippocrates (M.Ö.470-M.S.410), Archytas (M.Ö.428–M.Ö.347), Eudoxus (M.Ö.408-M.Ö.367) ve Menaechmus (M.Ö.380-M.Ö.320)'tur.

Hippocrates, belirli bir doğru ve onun iki katı uzunluğundaki ikinci bir doğru arasında iki geometrik oran bulunarak çözülebileceğini düşünmüştür. Hippocrates o zamanlar geometri yaparken kullanılan cetvel ve pergel ile geometrik

[30] **Bkz.** Carl B. Boyer, **A. g. e** , s. 6-7.
[31] **Bkz.** W.W. Rouse Ball, **Mathematical Recreations and Essays,** New York, The Macmillan Company, 1905, s.204.
[32] **Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.** , s. 30.

oranları bulamasa da, probleme getirmiş olduğu çözüm yöntemiyle, problemi birbirinin iki katı ve orantılı iki uzunluk bulma şekline sokmuştur.[33]

Archytas'ın, düzlemde değil, bir mekânda getirmiş olduğu çözüm ise en önemli çözümlerden biridir. Problemi bir koni[34], bir silindir ve bir torun (simit)[35] kesişmesinden faydalanarak çözmüştür.[36] Böylece, verilen iki doğru parçasına ait geometrik oranların bulunmasına indirgenebilen bu koniler ve silindirler ile ilgili kavramları çok net olarak ortaya koymuştur.[37]

Eudoxus'un çözümü ise, daha sonraları matematikte, analizin (kalkülüs)[38] konularından biri olacak tüketme metodu dediğimiz yöntemle olmuştur. Bu yönteme göre, kolaylıkla tanımlanamayan bir şeklin alanı ya da hacmi, hacmini veya alanını hesaplayabildiğimiz geleneksel cisimler ve şekiller ile doldurulduktan yani tamamlandıktan sonra, bu cisimlerin hacimlerinin ya da şekillerin alanlarının hesaplanması daha sonra da toplanması yoluyla bulunmaktadır. Bu çözüm Eudoxus'u döneminin en parlak matematikçisi haline getirmiştir.[39]

Dönemin diğer en önemli matematikçilerinden **Menaechmus** ise koni kesitleri üzerinde çalışmış ve çeşitli koni kesitlerinin kesişmesinden faydalanarak çözüm şekli bulmuştur.[40] Ünlü matematik yorumcusu Proclus ile matematikçi Eutocius' un (M.S. 480-540) aktarımlarına göre, burada önemli olan, ileride analitik

---

[33] **Bkz. A.e**, s. 30-31.

[34] **Koni,** 1. Sabit bir noktadan(tepe) geçen ve sabit, kapalı bir eğriye(doğrultman) dayanan bir doğrunun(doğuran) doğurduğu yüzey. 2. Bu yüzeyin sınırladığı uzay bölgesi. 3. Bir koni yüzeyini bir düzlemle kesmekle elde edilen cisim. **Bkz**. Talat Tuncer, **A. g. e.** , s. 158-159.

[35] **Tor Yüzeyi,** Uzayda bir çemberin, bu çember düzleminde bulunan ve çemberi kesmeyen bir doğru çevresinde döndürülmesiyle elde edilen yüzeydir. **Bkz**. Hilmi Hacısalihoğlu, Akif Hacıyev, Arif Sabuncuoğlu, Varga Kalantarov, **A. g. e.**, s. 382.

[36] Sevim Tekeli, **İslâm Dünyasında Delos Problemi Üzerindeki Çalışmalar**,(Çevrimiçi), http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/34/964/11877.pdf (01.04.2012 tarihinde alınmıştır.)

[37] **Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.**, s. 28

[38] **Kalkülüs,** Fonksiyonların diferansiyel, integrali ile bunlarla ilgili kavramlar ve uygulamalarla uğraşan matematik dalı. Bkz. Hilmi Hacısalihoğlu, Akif Hacıyev, Arif Sabuncuoğlu, Varga Kalantarov, **A. g. e.**, s. 205.

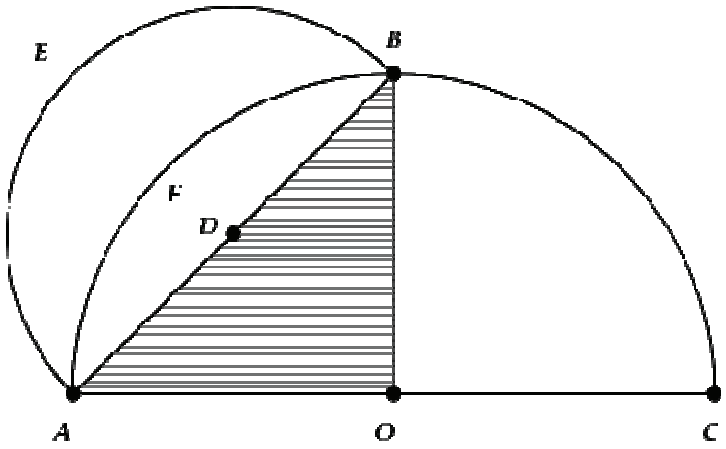
[39] **Bkz.** Sevim Tekeli, **A. g. m.**

[40] **Bkz. A. e**

geometrinin ilgeleneceği eğriler olan elips, hiperbol ve parabolün[41] Menaechmus tarafından bulunmuş olmasıdır.[42]

Belli bir dairenin alanına eşit alana sahip kare ya da başka bir doğrusal şekil bulmayı amaçlayan **"Daireyi Kareleme Problemi"** için getirilen çözümler, yine Sakız adalı matematikçi Hippocrates ve Antiphon (M.Ö.480-411) tarafından ortaya konmuştur.

Hippocrates'in getirdiği çözüm, yarım ay metodu olarak anılmaktadır. Buna göre izlediği yöntem şu şekildedir: Şekil 4'teki gibi, AC çaplı bir yarım dairenin merkezinden çıkılan bir dikme çemberi B noktasını kessin. Oluşan ikizkenar dik ABO üçgeninin, AB kenarını çap olarak kabul ettiğimiz ABO üçgeninin dışında bir yarım daire daha çizelim. Böylelikle ortaya çıkan hilal şeklindeki AEBF'nin alanı ABO üçgeninin yarısını vermektedir.[43]

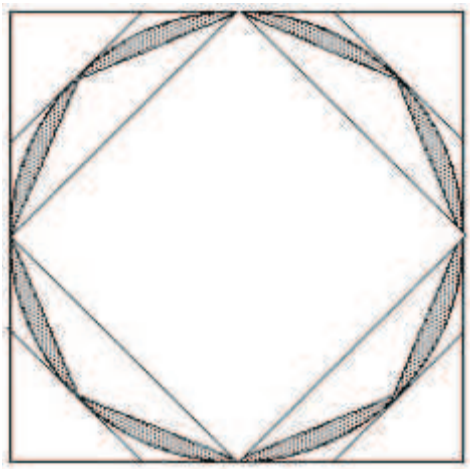


Şekil 4 Florian Cajori, **Matematik Tarihi,** Ankara, ODTÜ Yayıncılık, 2014, s. 30.

Antiphon ise kareyi daireleştirme problemine çözüm getirirken tüketme metodundan yararlanmıştır. Buna göre Antiphon, şekil 5'teki gibi bir dairenin içine

[41]**Elips,** Düzlemde iki noktadan uzaklıkları toplamı sabit olan noktaların geometrik yeri; düzlemde sabit bir noktadan ve bir doğrudan uzaklıkları oranı birden küçük noktaların geometrik yeri.
Hiperbol, Düzlemde sabit bir noktadan (odaklar) uzaklıkları farkı sabit olan noktaların geometrik yeri.
Parabol, Sabit bir doğrudan (doğrultman) ve sabit bir noktadan (odak) eşit uzaklıktaki noktaların geometrik yeri. **Bkz**. Talat Tuncer, **A. g. e.**, s.83, 118, 214.
[42] **Bkz.** Carl B. Boyer, **A. g. e.**, s.17-18.
[43] **Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.**, s. 30.

çizdiği bir karenin kenarlarına tepe noktaları dairenin çapına değecek şekilde ikizkenar üçgenler çizmiştir. Bu ikizkenar üçgenlerin kenarlarına, dairenin alanı dolana kadar yeni üçgenler çizerek, her biri bir öncekine oranla dairenin alanına yaklaşan çokgenler elde etmiştir. Böylece kenarları dairenin çevresine değen en son çokgenin alanına eşit büyüklükte bir karenin alanı kolayca bulunabileceğine göre problem çözülmüş olmaktadır.[44]

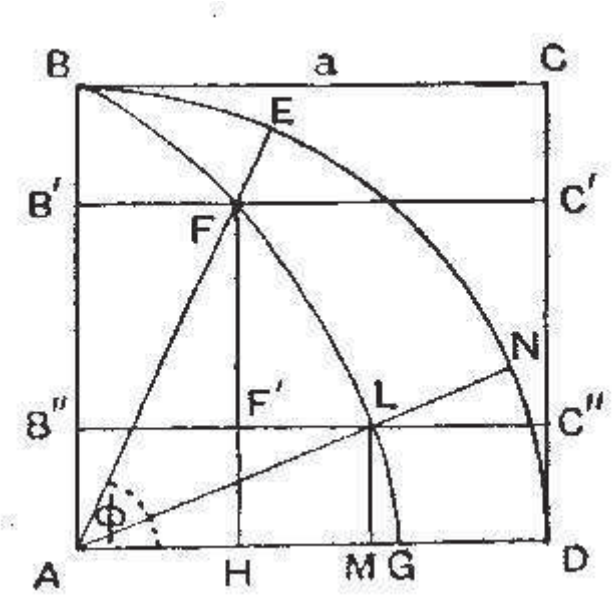


Şekil 5 Florian Cajori, **Matematik Tarihi,** ODTÜ Yayıncılık, Ankara 2014, s. 32.

Bir yayın (ark) ya da **"Açının Üçe Bölünmesi Problemi'**nin çözümünü ise **Elisli Hippias** (M.Ö.425) tarafından geliştirilmiştir. Bir açıyı iki eşit parçaya, o zamanın araç ve gereçleri olan pergel ve cetvelle bölebilmek çok kolay iken aynı işlemi açıyı üç eşit parçaya bölmek için uygulamak oldukça zor bir problemdi**.** Hippias bu işlemi quadratiks[45] adı verilen aşkın bir eğriyi kullanarak çözmeye çalışmıştır.[46] Şekil 6'da görülebileceği gibi, karenin AB kenarı, A noktası, B noktası da BND dairesel eğrisi boyunca ilerler. BC kenarıda kendisine paralel olarak, düzgün bir şekilde BC noktasından AD noktasına ilerler. Bu ilerleme esnasında AB ile

[44]**Bkz. A. e.**, s. 31-32.
[45]**Kareleştirme Eğrisi,** Dairenin kareleştirilmesine olanak sağlamak için eski matematikçilerce bulunan eğri. **Bkz**. Talat Tuncer, **A. g. e.**, s. 148.
[46] **Bkz.** Carl B. Boyer, **A. g. e.**, s.11.

BC'nin geometrik kesişme noktası BFG kareleştiricisi olur. Bu şekilde kesiştikleri noktalarda açı eşit olarak bölünmüş olur.[47]



Şekil 6 Carl B. Boyer, **History of Analytic Geometry,** New York, Dover Publication, 2004, s.10

Özetle diyebiliriz ki, bahsettiğimiz matematikçi filozofların eserlerinin birçoğunun günümüze ulaşmamıştır ve bu filozofların çalışmaları analitik geometriye doğrudan bir katkıda bulunmamıştır. Ancak buna rağmen, bu filozofların çalışmaları geometri ve cebirde yepyeni ufukların doğmasına neden olmuştur. Bütün bu çalışmaların sonucunda, Antik Yunan'da matematik alanındaki gelişmeler, tümdengelimsel yöntemin oluşması, geometri ile başka alanların bağdaşabileceği fikrinin doğması, değişik sayıların farkına varılması, konikler ve eğrilerle ilgili çalışmaların temelinin atılması olarak gerçekleşmiştir.

[47] **Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.**, s. 29.

1.2.2.Helenistik Dönemde Geometri ve Cebir Alanlarına Yapılan Katkılar

Pythgoras, Eudoxus ve Menaechmus'un matematiğe yaptıkları katkılar ışığında, Helenistik dönemde ünlü matematikçi filozoflar, Euklides (M.Ö.330-M.Ö.270), Archimedes (M.Ö.287-M.Ö.212) ve Apollonius'un (M.Ö.262-M.Ö.190) çalışmaları sayesinde, geometri ve cebirde büyük bir sıçrama yaşanmıştır.

Bilindiği gibi, Mısır ve Mezopotamya medeniyetlerinde, matematik ampirik nitelikli ilksel nedenlere dayanmaktaydı. Yunanlıların getirmiş olduğu dedüktif çıkarım yoluyla matematik sistemli bir uğraş haline gelmiştir. Bu bağlamda **Euklides**, on üç kitaptan oluşan *Elementler (Stoekheia)* adlı eserinde, geometri yasalarını evrensel bir biçimde formüle etmiştir. Euklides teorem dediğimiz bu yasaları ortaya koymak için kendisinin tanımlamış olduğu tanım, postulat ve aksiyomlardan yararlanmıştır. Euklides öncelikle geometrik ispatlarda kullanılacak terimlerin açık ve seçik tariflerine ise "*tanım",* önceden doğru olarak bildiğimiz, kesinliğinden şüphe edemeyeceğimiz, herhangi bir ispat gerektirmeyen geometrik yasalara "*postulat"*, postulatlardan farklı olarak sadece geometrik yasalar değil, büyüklüğün kendisi için, başka alanlarda da kullanılabilecek daha önceden bilinen ispat gerektirmeyen gerçeklere de "*aksiyom",* demiştir.[48]

Euklides *Elementler* adlı eserinin birinci kitabında, öncelikle matematikle ilgili otuz tane terimin tarifini **Tanımlar** başlığı altında verir. Bu tanımlardan bazıları şöyledir:.

I. *Nokta*, parçası olamayandır.

II. *Çizgi*, genişliği olmayan uzunluktur.

III. *Düz çizgi*, kendi üzerindeki noktalarla bir hizada uzanan bir çizgidir.

IV. *Yüzey*, uzunluğa ve genişliğe sahip olandır.

[48] **Bkz.** Stephen F. Barker, **Matematik Felsefesi,** Çev. Yücel DURSUN, Ankara,İmge Kitabevi, 2003, s.37,40-41.

V. *Düzlem yüzey*, kendi üzerindeki düz çizgilerle bir hizada uzanan yüzeydir.

VI. *Düzlem açı*, ikisi de bir düz çizgide uzanmayan ve birbirleriyle bir düzlemde karşılaşan iki çizginin birbirleriyle kurdukları eğimdir.

VII. Bir düz çizgi, diğer bir düz çizgi üzerine bitişik açılar birbirlerine eşit olacak şekilde dikildiğinde, eşit açılardan her birine *"dik açı"* adı verilir ve diğerinin üzerinde dikilen düz çizgiye "*dikey"* adı verilir.

VIII. *Geniş açı*, dik açıdan büyük olan açıdır.

IX. *Dar açı*, dik açıdan küçük olan açıdır.

X. *Şekil*, herhangi bir sınır ya da daha fazla sınırlar tarafından kapsanan şeydir.

XI. *Çember*, çemberin çevresinin içinde belli bir noktadan çemberini çevresine çizilen bütün düz çizgilerin birbirine eşit olduğu şekildir.

XII. Bu belirli nokta çemberin *Merkezi*'dir.

Euklides'in **postulatları** ise beş tane ve aşağıdaki gibidir:

I. Herhangi bir noktadan diğer herhangi bir noktaya düz bir çizgi çizilebilir.

II. Herhangi sonlu düz bir çizgi, bir düz çizgide daimi olarak uzatılabilir.

III. Verilen herhangi bir nokta ve uzunluk için, o noktayı merkez alan ve yarıçap uzunluğu o uzunluk olan bir çember çizilebilir.[49]

Euklides'in *Elementler* adlı eserinde üç tane postulattan bahsedilmesine rağmen, matematik eleştirmenleri arasında postulatlar ve aksiyomlar ile ilgili büyük görüş ayrılıkları olmuş, el yazması metinlerinin bazıları ve Proclus'un söylemleri

[49]**Bkz.** Jhon Playfair, **Elements of Geometry**, London, Printed for Bell&Bradfute; and G.&J. Robinson, 1804, s.6.

doğrultusunda dik açılar ve paralellerle ilgili aksiyomların postulatlara girmesi sağlanmıştır. Buna göre dördüncü ve beşinci postulat aşağıdaki gibidir.[50]

IV. Bütün dik açılar birbirine eşittir.

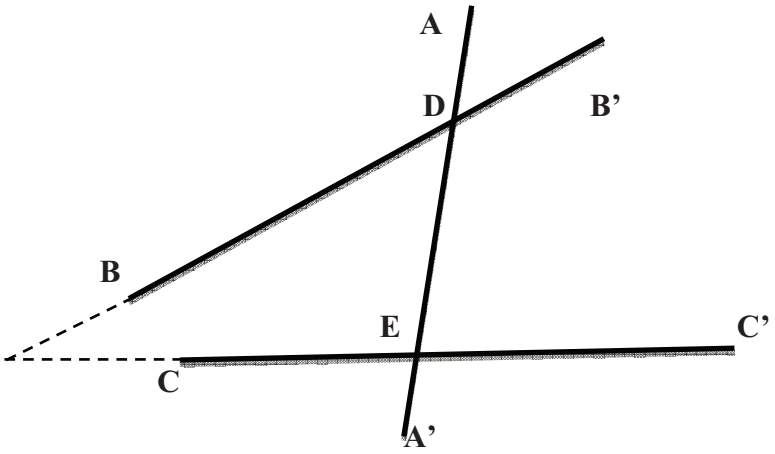
V. Eğer bir düz çizgi, diğer iki düz çizgiyi keserse, öyle ki, bir kenardaki iki iç açının toplamı iki dik açıdan küçükse, şu halde iki düz çizgi yeterince uzatıldığında, bu açıların olduğu ilk çizginin aynı kenarında kesişirler.[51]

İlk üç postulatta görülebilir ki, Mısırlılardan farklı olarak, kabul edilen bu doğrular hiçbir şekilde deneyimden elde edilemez. Çünkü doğada her iki nokta arasında düz çizgi çizilemez, hiçbir çizgi daimi olarak uzatılamaz, istediğimiz boyutta çemberler çizemeyiz, engebeli, dağlık, çukurlu alanlar buna izin vermez. Burada tam anlamıyla bir soyutlamayla karşı karşıya kalmaktayız.[52]

Dördüncü postulat gereksiz gibi görünse de, Euklides daha sonra bu postulatı diğer ispatlarında kullanmıştır. Ayrıca o zamanları göz önüne alırsak, Euklides bu önermede herhangi bir çizgiye çizilen diğer dik bir çizginin oluşturduğu bütün açılar dik açıdır ve birbirlerine eşittir demek isteyip, bunu kavramsallaştırma yoluna gitmiş olabilir.[53]

Beşinci postulatı anlamak için çizim kullanmak yararlı olabilir. Buna göre şekil 7'yi incelersek; AA' doğrusu, BB' ve CC' doğrularını kessin, oluşan BDA' ve CEA açılarının toplamı dik açıdan küçükse, her zaman için BB' ve CC' doğruları bir noktada kesişir şeklinde ifade edilebilir.[54]

[50] **Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.**, s. 41.
[51] **Bkz.** Stephen F. Barker, **A. g. e.** , s.38.
[52] **Bkz. A. e. ,** s.38.
[53] **Bkz. A. e. ,** s.39.
[54] **Bkz. A. e. ,** 39-40.



Şekil 7 Stephen F. Barker, **Matematik Felsefesi,** Çev. Yücel DURSUN, Ankara,İmge Kitabevi, 2003, s.40

Euklides'in aksiyomları ise aşağıdaki gibidir:

I. Aynı şeye eşit olan şeyler, birbirlerine eşittirler.

II. Eşit şeylere eşit şeyler eklenirse, toplamlar eşit olur.

III. Eşit şeylerden eşit şeyler çıkarılırsa, kalanlar eşit olur.

IV. Eşitsizliklere eşit şeyler eklenirse, eşitsizlik aynı kalır.

V. Eşitsizliklerden eşit şeyler çıkarılırsa, eşitsizlik aynı kalır. Birbirleriyle çakışan şeyler, birbirleriyle eşittir.

VI. İki katı aynı olan şeylerin kendisi birbirine eşittir.

VII. Yarım parçaları birbirine eşit olan şeylerin kendisi birbirine eşittir.

VIII. Birbirleriyle çakışan şeyler birbirlerine eşittir.

IX. Bütün parçasından büyüktür.

X. Bütün dik açılar birbirine eşittir.[55]

[55]**Bkz.** John Playfair, A**.g.e**, s.6-7.

Euklides *Elementler (Stoekheia)* adlı eserinde tanım, postulat ve aksiyomların ne olduğunu belirledikten sonra, ortaya bazı önermeler atmış ve bunları daha önce anlatmış olduğu, tanım, postulat ve aksiyomları kullanarak ispatlama yoluna gitmiştir. Böylece zaten doğru olduğunu sezgisel olarak bildiğimiz bu öncüller yardımıyla ispatlanan önermeler, matematik nezdinde hakikati sunan, kendi içinde tutarlı bir sistem olarak yüzyıllar boyunca tüm filozofları etkilemiştir. Çalışmamızın konusu olan Réne Descartes da hakikat arayışında, Euklides'in takip etmiş olduğu bu yöntem sonucu oluşan sistemin kesinliğinden etkilenmiş, bu yöntemin tüm bilimlere uygulanması gerektiğini vurgulamış, kendisi de çalışmalarında bu şekilde ilerlemiştir. Euklides'in ortaya koyduğu öncüllerin sarsılmasına neden olan, "*Euklides Dışı Geometriler'*le"[56] birlikte, bu sistem ve bu sistemi baz alan çalışmalar sekteye uğramış gibi görünse de bugün hâlâ bir çok disiplinde öncelikli olarak tanımlar ve sezgilere dayanan bazı öncüller verildikten sonra ana konulara geçilmekte ve bu veriler kullanılarak çalışılmaktadır.

Ayrıca Euklides'in teorem ispatları ile sentez metotları, yüzyıllar geçmesine rağmen halen etkisini sürdürmekte ve okullarda Euklides Geometrisi olarak öğretilmektedir.[57]

Euklides'in matematiğe ve tüm disiplinlere kazandırdığı çalışma yönteminin yanı sıra, çalışmamızla ilgili olarak, analitik geometriye olan katkısını, *Elementler*'in ikinci cildinde yaptığı çalışmalara borçluyuz. On dört önerme ve iki teorem ispat ettiği kitabın bu bölümünde Euklides dik açıyı oluşturan dik kenarların oluşturduğu kare ve dikdörtgenlerin alanlarını hesaplarken cebirsel denklemlerden faydalanmış aynı şeyi üçgenler için de kullanarak cebir ve geometriyi bir arada kullanmıştır.

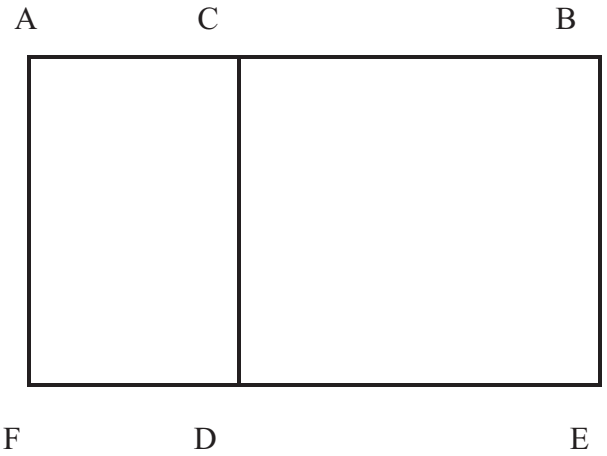
Bunu kolay bir örnekle açıklayacak olursak kitabın üçüncü önermesinde şekil 8'e göre yan yana çizilen ACFD dikdörtgeni ve CBDE karesinden $AB.BC=AC.CB.+BC^2$ denklemini elde etmiştir. CBDE kare olduğu için BC=BE'dir.

---

[56]**Euklides'sel Olmayan (ya da Euklides Dışı) Geometri,** Euklides'in paralellik postulatına dayanmayan geometridir. **Bkz.**Talat Tuncer, **A. g. e.** , s. 207. Bu konu çalışmanın ilerleyen bölümlerinde ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

[57] **Bkz.** Yavuz Aksoy, **Bilim Tarihi ve Felsefesi**, İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, 1994, s.137.

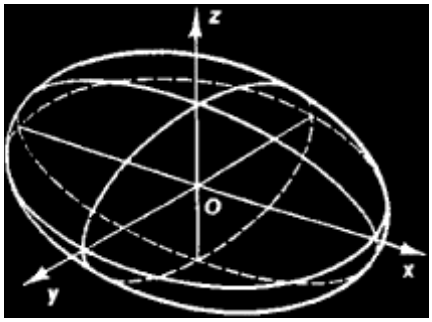
Bu durumda AB.BC=AB.BE'ye yani ABFE'nin alanına eşittir. ABFE'nin alanı ACFD dikdörtgeni ve CBDE karesinin alanlarının toplamına eşittir. Bu durumda $AB.BC=AC.CB.+BC^2$ denklemi kolaylıkla elde edilmiş olur.[58]



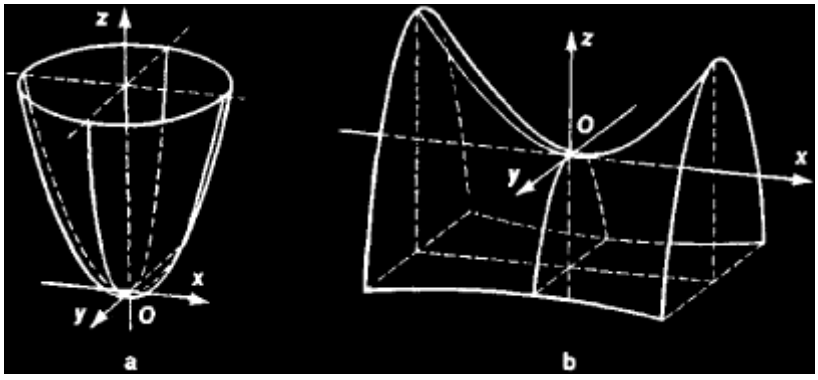
Şekil 8 Jhon Playfair, **Elements of Geometry**, London, Printed for Bell&Bradfute; and G.&J. Robinson, 1804, s.52.

Kitabın bu bölümünde yer alan bunun gibi önerme ve teorem ispatlarında izlenilen çözüm yöntemiyle cebir ve geometri birbirlerine tatbik edilmiş, daha sonra bu çözümler El-Harezmi (M.S. 780-750) ve Ömer Hayyam'ın (M.S. 1048-1131) çalışmalarını da etkilemiştir.[59] Euklides'in analitik geometriye doğrudan katkısı olabileceği düşünülen eserleri *Porism* ve *Surface loci* ise maalesef kayıptır. *Porism* adlı eserinin konilerle ilgili olduğu, *Surface loci* adlı eserinin ise şekil 9 ve şekil 10'da gösterilen kuadratik yüzeylerle (elipsoid, paraboloit)[60] ilgili olduğu düşünülmektedir.[61]

[58] **Bkz.** John Playfair, A**.g.e**, s.52-53.
[59] **Bkz.**. Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: Matematik Sözlüğü,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2002, s.288.
[60] **Elipsoid,** Bütün düzlem kesitleri elipsler ya da çemberler olan bir yüzey. **Paraboloit,** Bütün düzlem kesitleri parabol olan bir yüzey.
[61] **Bkz.** Carl B. Boyer, **A. g. e.**, s.22-24.



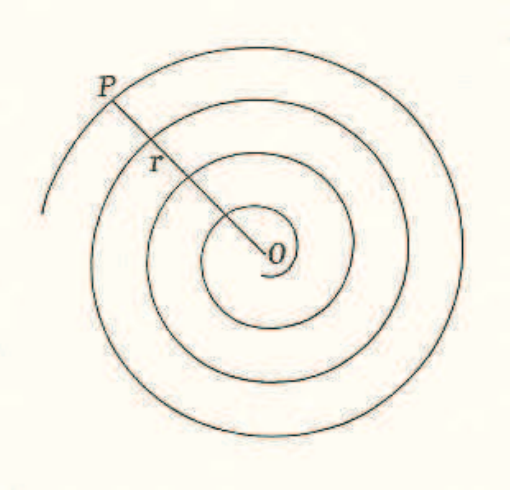
Şekil 9 Elipsoid (Çevrimiçi) http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Elipsoid (18.10.2014 tarihinde alınmıştır)



Şekil 10 Paraboloid (Çevrimiçi) http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Circular+paraboloid (18.10.2014 tarihinde alınmıştır.)

Bu dönemde yetişmiş diğer büyük bir matematikçi ve fizikçi filozof ise **Archimedes**'tir. Archimedes fizik alanında ne kadar önemli işler yapmış olsa da burada konu edineceğimiz çalışmaları matematikle ilgili olanlardır. Archimedes, Eudoxus'un bulduğu tüketme yöntemini kullanarak dairenin alanını bulmaya çalışmıştır. Ayrıca, analitik geometrinin olmadığı o zamanda, kendi çapını eksen kabul edip, bu eksen etrafında dönen bir dairenin küreyi, büyük ekseni etrafında dönen bir elipsin elipsoidi, asal ekseni etrafında dönen parabolün paraboloidi, eksenleri etrafında dönen hiperbolün hiperboloidi, benzer şekilde koni ve silindirin de oluştuğunu fark edip hacimlerini, tüketme yöntemiyle bulmaya çalışmıştır. Archimedes'in, diğer bir başarısı da, sabit bir nokta etrafında, düzgün bir açısal hızla dönen bir doğru üzerinde, düzgün bir hızla hareket eden bir noktanın çizdiği eğri

olan, kendi adıyla anılan "Archimedes Sprialini"[62]bulmuş olmasıdır. Pi sayısının o güne kadarki en yakın değerini yine Archimedes vermeyi başarmıştır.[63]

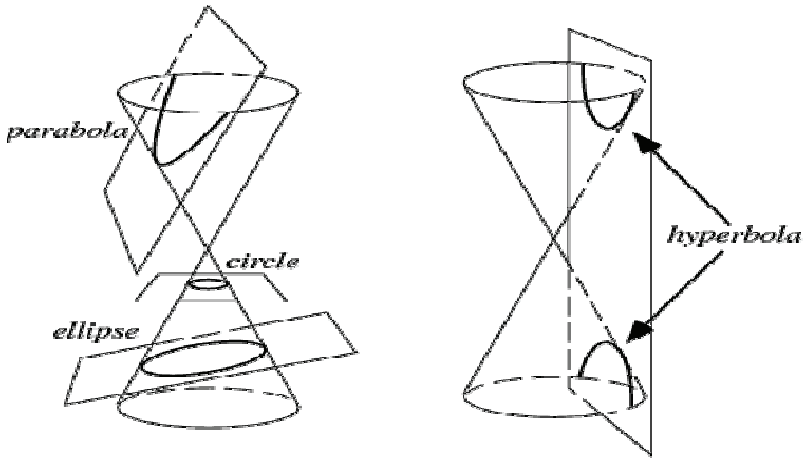


Şekil 11 Arşimet Spriali,Yavuz Aksoy, **Matematik [ve] Tarihi: Cilt I,** İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, 1999, s.154.

Diyebiliriz ki o dönemde Archimedes tüketme metodunu kullanma biçimiyle, bugünkü calculusun (kalkülüsün) konusu olan sonsuz küçükler hesabı fikrinin temellerini atmış, çeşitli eğrileri kendi eksenleri etrafında döndürmesiyle koordinat düşüncesinin alt yapısına katkıda bulunmuştur.

Helenistik dönemde analitik geometriye katkısı olduğu düşünülen en büyük isim ise Perge'li **Apollonius**'tur. Apollonius, altı kitaptan oluşan *Konikler Hakkında* adlı eserinde dairesel tabanlı dik ya da eğri bir koniden bir düzlemle çeşitli pozisyonlarla kesit alınması sonucu hiperbol, parabol ve elips eğrilerini elde etmiştir.

[62]**Arşimet Spriali,** Kutupsal denklemi r=kQ olan eğri, k≠0 ϵ R. *0* başlangıcı çevresinde sabit açısal hızla dönen bir yarı doğru üzerinde düzgün doğrusal devinim yapan bir noktanın çizdiği eğri. **Bkz.**Talat Tuncer, **A. g. e.**, s. 9.
[63]**Bkz.**. Yavuz Aksoy, **Matematik [ve] Tarihi: Cilt I,** İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, 1999, s.153-154.



Şekil 12 (Çevrimiçi) http://mathworld.wolfram.com/ConicSection.html (18.10.2014 tarihinde alınmıştır.)

Buna göre birinci kitapta, şekil 12'de gösterildiği gibi üç koniğin[64] elde edilişini, ikinci kitapta asimptotlar, eksenler ve çapları, üçüncü kitapta üçgenlerin, dikdörtgenlerin, karelerin eşitliği veya orantılı oluşları ile elips ve hiperbolün odaklarını incelemiştir. Dördüncü kitapta çizgilerin harmonik bölümünden bahsetmiş, koniklerin birbirleriyle dörtten daha fazla noktada kesişemeyeceklerini göstermiştir. Beşinci kitapta bir noktadan bir koniğe çizilebilecek en uzun ve en kısa çizgileri araştırmış, altıncı kitapta ise koniklerin benzerliğinden söz etmiştir.[65]Apollonius elde etmiş olduğu bu arakesit eğrileri, topluca konikler dediği bir sınıfa dâhil etmiştir.[66] Apollonius'u, koordinat sistemine yaklaştıran şey ise bu eğrilerle çalışma biçimidir. Buna göre, elde etmiş olduğu koni kesitlerini eğrinin çapına ve çap uçlarından birinden geçen teğete bağladığı denklemlerle tanımlayıp,

[64]**Konik,** Sabit bir noktadan(odak) ve sabit bir doğrudan(doğrultman) uzaklıkları oranı verilen bir değere(dışmerkezlik) eşit olan noktaların geometrik yeri: Oranın 1'e eşit, 1'den büyük ya da 1'den küçük olmasına göre geometrik yer, bir parabol, bir elips ya da bir hiperboldür. **Bkz.** Talat Tuncer, **A. g. e.**, s. 159.

[65] **Bkz.** S. Tekeli, E. Kahya, M. Dosay vd., **Bilim Tarihine Giriş,** Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, 2001, s.92.

[66] **Bkz.** Yavuz Aksoy, **Bilim Tarihi ve Felsefesi**, İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, 1994,s.139.

üzerlerinde sistemli bir biçimde çalışmıştır.[67] Apollonius'un bu çalışmaları neredeyse dik koordinat sistemine bir geçiş olarak düşünülmektedir.[68]

Carl B. Boyer, Apollonius'un çalışmalarının analitik geometriye çok yakın olduğunu söylemekte, bu iddiasını aşağıdaki ifadelerle desteklemektedir:

> "Koordinat sisteminde, koniklerin çapı apsise, koniye teğet çizilen doğrunun konik ve apsisle kesiştiği yerde çizilen teğet ise ordinata karşılık gelmektedir. ……. Analitik geometrinin iki temel prensibi vardır. Bunlardan biri eğrinin olduğu düzlemle bağlantılı bir koordinat sisteminin varlığı ikincisi ise iki bilinmeyenli bir eşitlik. Bu gerçekler ışığında Apollonius, en azından konikler konusunda buna çok yaklaşmış görünmektedir."[69]

Apollonius'u analitik geometriye yaklaştıran diğer çalışmaları, düzlemde bir noktanın yerini aradığı *Plane loci* adlı eseri ve "Apollonius Çemberi" olarak bilinen buluşudur. Pappus ve Eutocius yorumlarından bildiğimiz *Plane loci* maalesef bugün kayıptır. Apollonius çemberi ise sabit iki noktaya olan uzaklıkları oranı sabit olan noktaların geometrik yeri, bu sabit noktaları birleştiren doğru parçasını, verilen orana göre içten ve dıştan bölen noktalar arasındaki uzaklığı çap kabul eden bir çemberdir.[70]

Görülmektedir ki, Helenistik dönemde, Euklides, geometri ve cebir arasında sonraki devirlerde de çalışılmasına neden olacak bir ilişkinin varlığına bir adım atmış, Archimedes ve Apollonius ise eserlerinde, apsis ve ordinat sözcüklerini kullanmadan, neredeyse bu kavramları çalışmaları kullanmışlardır.[71]

---

[67] **Bkz.** Yavuz Aksoy, **Matematik [ve] Tarihi: Cilt I,** İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, 1999, s.158.
[68] **Bkz.** Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: Matematik Sözlüğü,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2002, s.286.
[69] Carl B. Boyer, **A. g. e.**, s.26,30.
[70] **Bkz. A. e.**, s.31.
[71] **Bkz**. Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: Matematik Sözlüğü,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2002, s.286.

Helenistik dönemde, bu üç büyük filozoftan sonra, analitik geometriye katkıları olan diğer filozoflar ise Hipparchus (M.Ö.160-125), Ptolemeus (Batlamyus) (M.S.85-165), Pappus (M.S.250-290), Diophantus (M.S.200 ile 214-284 ile 298) ve Hypatia (M.S.370-415)'dır.

Hipparchus ve Ptolemeus'un, astronomide kullanılmak üzere, bir noktanın koordinatlarını bulmaya yönelik yaptıkları çalışmalar, geleceğin analitik geometrisi adına, büyük bir gelişme olarak kaydedilmiştir.[72] Antik çağın belki de en büyük gök bilimcisi olarak kabul edilen **Hipparchus'**un günümüze hiçbir çalışması ulaşmamıştır. Ancak, ünlü matematik yorumcusu İskenderiyeli Theon (M.S. 335-405) tarafından aktarılanlar sayesinde onun çalışmalarından haberdar olabilmekteyiz. Bu aktarılanlara göre Hipparchus, astronomi için matematikle uğraşmış bu sayede trigonometrinin temellerini atmış ve on iki ciltlik "kirişler hesabı" tablosu hazırlamıştır. Ayrıca bir düzlemin içindeki bir kürenin üzerindeki geometrik problemleri çözebilmek için, Apollonius'un koordinat benzeri gösterimlerinden yararlanarak aritmetiksel ve grafiksel düzenekler kurmuştur.[73] Ayrıca enlem ve boylama göre yeryüzündeki ve gökyüzündeki noktaları yerleştirmiş, yıldızları koordinatlarıyla gökyüzüne işaretlemiştir.[74]

Ptolemeus ise astronomi bilgisi içeren büyük eseri *Syntaxis Mathematica (Almagest)* dışında, çalışmamızla bağlantılı olarak coğrafyayla ilgili *Geographike Syntaxis* adlı bir eser yazmıştır. Eserin büyük bir kısmı, enlem ve boylamları verilen yerlerin listesinden oluşmuştur. Bilinen dünyayı haritalama girişimi olarak görülen bu eserde o zamana kadarki, en geniş çapta koordinat sistemi kullanımı görülmüştür.[75] Ptolemeus, büyük çoğunlukla Hipparchus'un araştırmalarına dayalı *Almagest* adlı eserinde ise gök biliminde kullanılmak üzere bir trigonometri sistemi oluşturmuştur.[76] Yer merkezli evren modelinin açıklamasını veren kitap matematik

[72] **Bkz.** Carl B. Boyer, **A. g. e.** , s.35.
[73] **Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.**, s. 55.
[74] **Bkz.** Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: Matematik Sözlüğü,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2002, s.286.
[75] **Bkz.** Colin A. Ronan, **A. g. e.**, s.134.
[76] **Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.**, s. 61.

açısından olmasa da, sunduğu evren tasavvuru ile yüzyıllar boyunca etkisini sürdürmüştür.

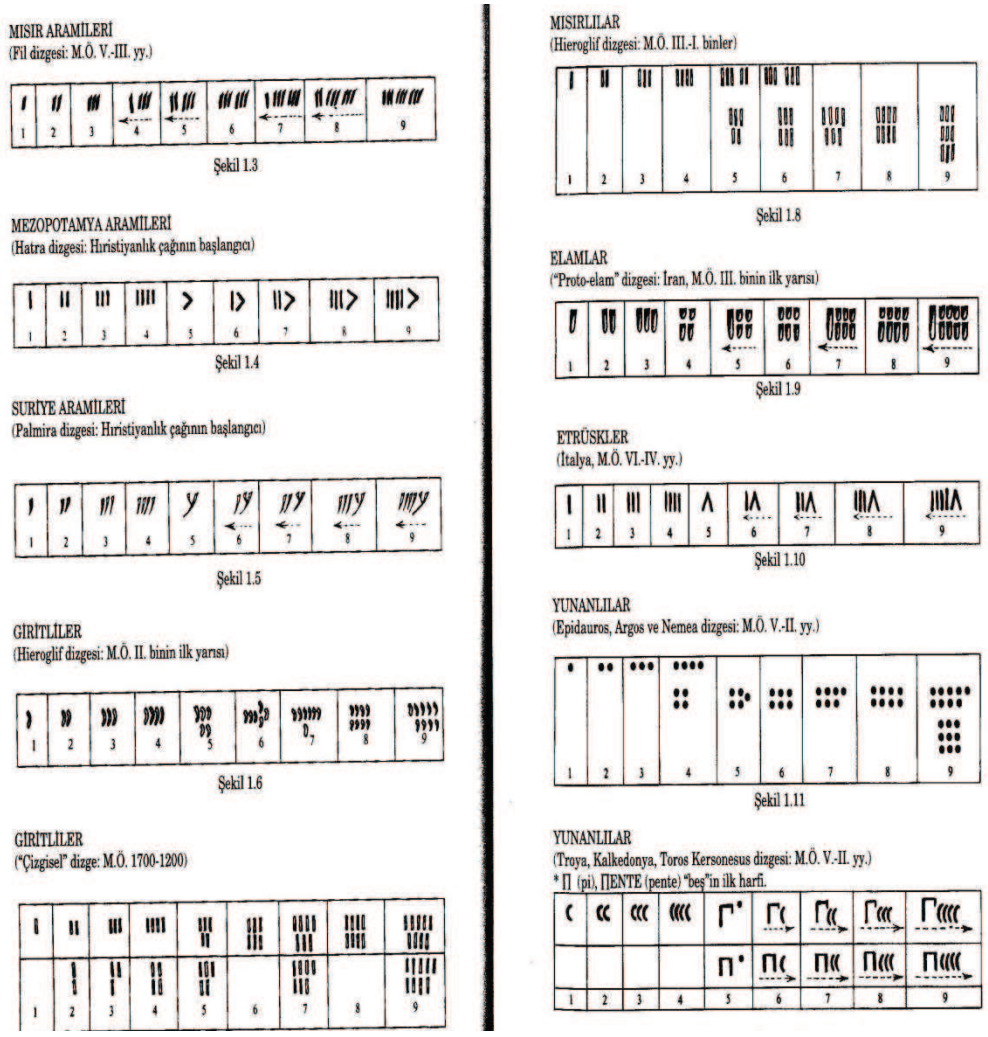
Helenistik dönemin son periyodundaki kayda değer diğer çalışmalar ise Pappus (M.S. 290-350) ve Diophantus'tan (M.S. 201/215-285/299) tarafından yapılmıştır.

Papus, kendi zamanına kadar olan bütün matematik çalışmalarını derleyip, yorumlamış ve belki de bu zamana ulaşmalarındaki en büyük rolü oynamıştır.[77] Pappus birçok eser yazmış olsa da, günümüze bu derleme ve yorumlarından oluşan, koleksiyon olarak nitelendirilen sekiz ciltlik çalışması ulaşmıştır. İlk cildinin ve ikinci cildinin bir kısmı kayıp olan bu eserde Papus, anlaşılması güç olan eserleri az ve öz bir biçimde analiz etmiş, bir takım teoremlerden ve problemlerden bahsetmiştir. Pappus'un analitik geometriye en büyük katkısı, ortaya koymuş olduğu "Pappus Problemi"ne getirilen çözümlerle analitik geometrinin şekillenmesidir. Bir düzlemde verilen bir kaç doğrunun dışında bulunan bir noktadan doğruların bir kısmına çizilen dikeylerin uzunluklarının çarpımı ile kalan diğer doğrulara çizilen dikeylerin uzunluklarının çarpımının eşit olacağı noktanın yerini sorgulayan bu problemi, Réne Descartes *La Géométrie* adlı eserinde ele almış ve sonucunda da analitik geometri doğmuştur.[78] Pappus eserinde ayrıca verilen bir çemberin içine sığacak şekilde doğrusal üç noktadan geçen üç doğru ile oluşturulan üçgen çizme problemini çözmüş, bir düzlemin bir doğru etrafında döndürülmesiyle oluşan dönel cismin hacmini bulmaya yaracak teoremler ispatlamıştır.[79]

Diophantus'un matematiğe katkısı ise cebir yönünde olmuştur. Diophantus *Arithmetika* ve *Peri Polygonon* adlı iki eserinde, daha sonraları, Pierre de Fermat'ya, ilham kaynağı olacak şekilde Yunan cebirinin ulaştığı en yüksek noktaya taşımıştır. Diophantus, ikinci ve üçüncü dereceden denklemler ile cebir problemlerine

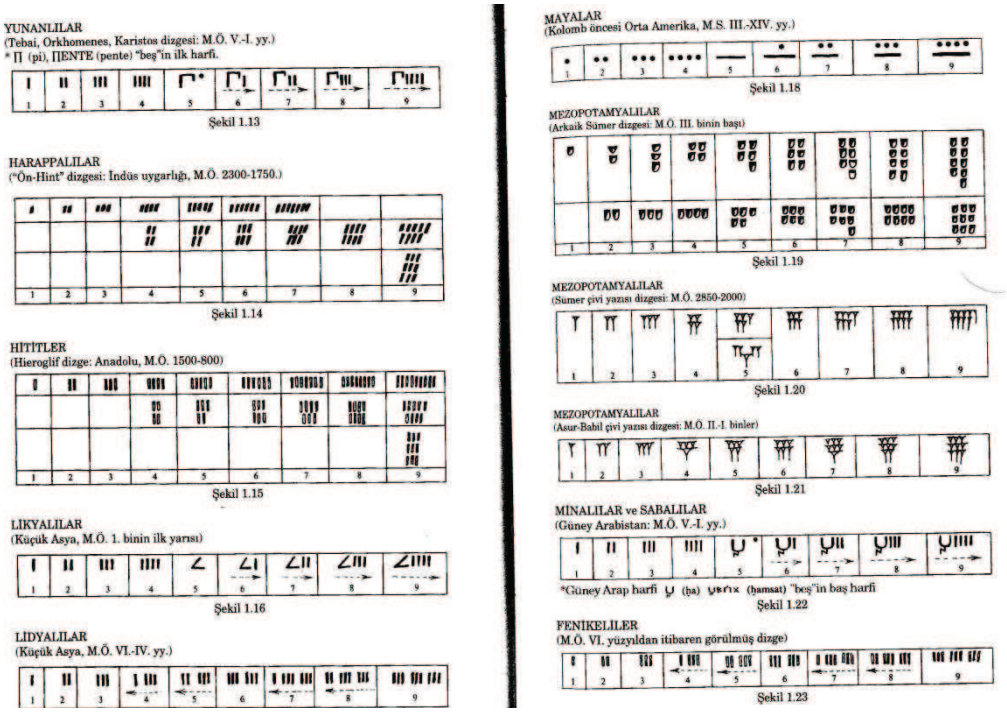
[77]**Bkz.** Yavuz Aksoy, **Matematik [ve] Tarihi: Cilt I,** İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, 1999, s.176-178.
[78]Pappus Probleminin analitik geometrinin doğuşuna katkısı bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak ele alınacaktır.
[79] **Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.** , s. 62-63.

geometrik yorumlar katmıştır. Ancak, Diophantus'un, matematiğe en büyük katkısı matematiksel notasyona getirmiş olduğu yenilikler olmuştur.[80]Diophantus'un zamanına kadar kullanılan sayısal ifadelerin kullanım şekillerini göstermek, çalışmamızı daha anlaşılır kılacaktır. Tezimizin, daha sonraki bölümlerinde ayrıntılı olarak gösterilecek matematiksel notasyon biçimlerinin tarihsel gelişiminin bir kısmı aşağıdaki gibidir:

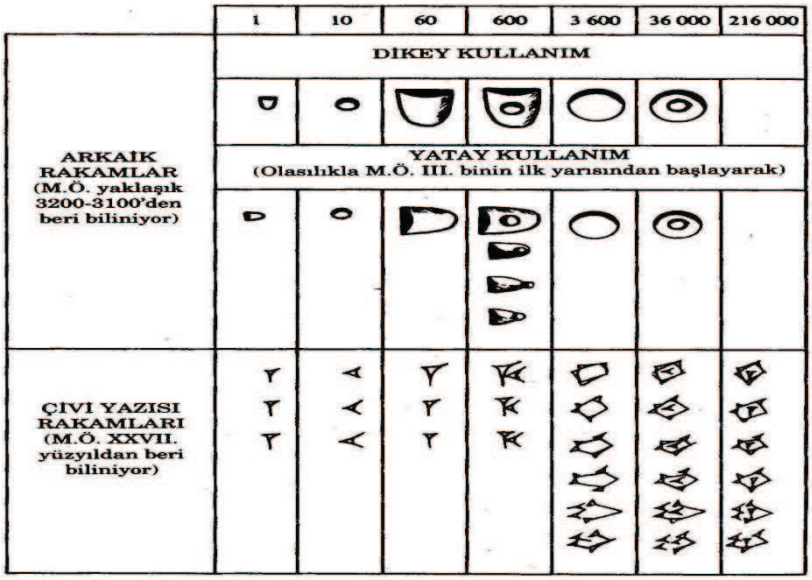


Tablo 1: Eskiden Kullanılan Rakam İşaretlerine Örnekler Georges Ifrah, **Rakamların Evrensel Tarihi I: Bir Gölgenin Peşinde,** TÜBİTAK, 1995, s. 42-43.

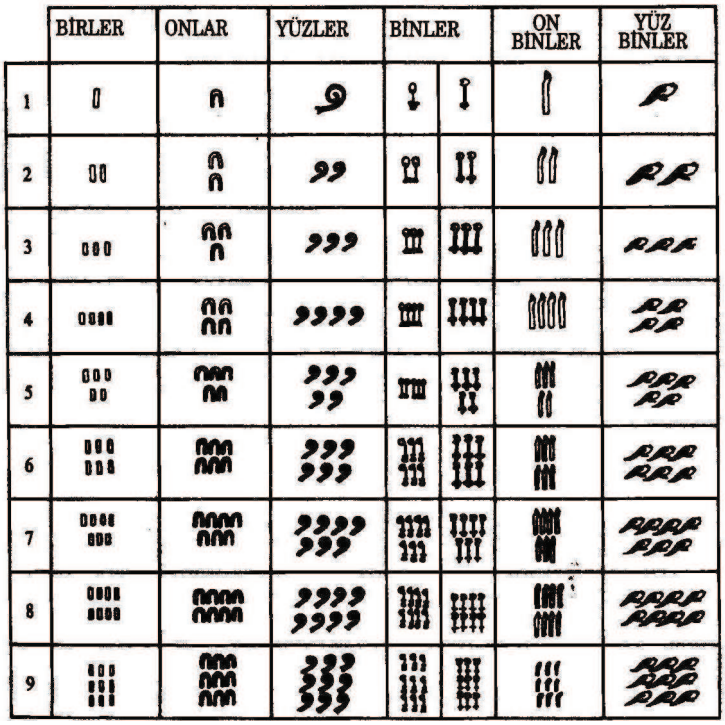
[80]**Bkz.** Yavuz Aksoy, **Matematik [ve] Tarihi: Cilt I,** İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, 1999, s.166-167.



Tablo 2: Eskiden Kullanılan Rakam İşaretlerine Örnekler Georges Ifrah, **Rakamların Evrensel Tarihi I: Bir Gölgenin Peşinde,** TÜBİTAK, 1995, s. 44-45.



Tablo 3: Eskiden Kullanılan Rakam İşaretlerine Örnekler Georges Ifrah, **Rakamların Evrensel Tarihi II: Çakıl Taşlarından Babil Kulesine**, TÜBİTAK, 1995, s. 56.



Tablo 4: Eskiden Kullanılan Rakam İşaretlerine Örnekler Georges Ifrah, **Rakamların Evrensel Tarihi III: Akdeniz Kıyılarında Hesap**, TÜBİTAK, 1995, s. 16.

Özetle diyebiliriz ki, Helenistik Dönem, bu dönemde yetişmiş matematikçiler ve bu matematikçilerin yapmış olduğu çalışmalar açısından belki de matematik tarihinin en önemli dönemidir. Çünkü bundan sonra yapılan matematik çalışmaları hep bu dönemdeki çalışmalardan esinlenerek yapılmıştır.

1.2.3.Ortaçağda Geometri ve Cebir Alanlarına Yapılan Katkılar

Bu dönemde, matematik alanında kaydedilen gelişmelerde yer yer Yunanlıların katkıları olsa da, asıl gelişmeler İslam Medeniyetinde olmuştur. Bunun yanında yine aynı dönemde Hint ve Çin medeniyetlerinin katkılarını da görmekteyiz. Bu döneme damgasını vuran İslam Medeniyetinde matematik alanındaki çalışmalara

geçmeden önce yine aynı dönemde az da olsa gelişme gösteren Çin ve Hint matematiğinden de bahsetmek yararlı olacaktır.

1.2.3.1. Çin'de Matematik

Çin matematiğine dair bugüne ulaşan en eski eser, ne zaman yazıldığı tam olarak bilinmeyen ama Çin'de M.Ö. 1100 yıllarında matematik ve astronomideki bilgileri aktaran *Chou-pei* adlı çalışmadır. Eserden anlaşıldığı kadarı ile Çin'de de Pythagoras üçgeni bilinmekteydi ama yine Yunanlılarda olduğu gibi tümdengelimsel bir yolla formülleştirilmemişti. Çin aritmetiğini anlatan ve aynı dönemde yazıldığı düşünülen *Dokuz Bölümde Aritmetik (Chiu-chang Suan-shu*) adlı çalışma ise Ch Hanedanı'nın imparatoru tarafından tüm kitaplar yakılınca zarar görmüş ama M.S. 263 ve M.S. 7. yüzyılda tekrar düzeltilerek ve üstüne yorumlar eklenerek yazılmıştır. Kitapta üçgenin, dairenin, ikizkenar yamuğun ve dilim dairenin alanına dair hesaplama çalışmaları, yüzde ve oran hesapları, kare ve küp kökleri, silindir, prizma, piramit, kesik piramit, koni, dörtyüzlü ve üçgen prizmanın hacimlerini bulma yollarına yer verilmiş ayrıca pozitif ve negatif sayılar da kullanılmıştır. M.Ö. 1. yüzyılda Sun Tsu'nun *Aritmetik Kıtabı'*nda ise Çinlilerin kullandığı abaküs hesabından bahsedilmektedir. M.S. 3. yüzyılda ise Liu Hui'nin yazmış olduğu *Hai-tao Suan-ching* (Deniz-ada Aritmetik Kitabı) adlı eserde cebir yeteneği gerektiren problemlere yer verilmiştir. M.S. 6. yüzyılda yazılmış olan Chang Ch'iu-chien'nin *Aritmetik Kitabı'*nda ise orantı, aritmetik dizi ve ölçme işlemleri ile ilgili cebir problemleri mevcuttur.[81]

Çinlilerin ayrıca, ikinci yüzyılda haritacılık ve tarih cetvelleri hazırlarken temel koordinat sistemine benzer bir yapıyı ve negatif sayıları kullanmış oldukları bilinmektedir.[82]

Yazılan eserlerden anlaşılacağı gibi Çinliler geometri alanından çok cebir alanında uzmanlık sahibi olsalar da, dairenin alanını doğru hesaplamayı ve pi

[81] **Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.** , s. 89-90.
[82] **Bkz.** Colin A. Ronan, **A. g. e.** , s.166-169.

sayısının hemen hemen gerçek değerini Batı dünyasından tam bin iki yüz yıl önce M.S. 5. yüzyılda bulmayı başarmışlardır. Çinliler cebiri çok erken dönemde kullanmaya başlamalarına rağmen, herhangi bir cebir teorisi geliştirememişlerdir. Cebirsel problemleri ise simgesel olarak değil, kelimelerle yazarak ifade etmişlerdir. Buna rağmen hesap tahtası kullanarak yüksek dereceli denklemleri çözmeye çalışmışlardır.

1.2.3.2. Hintlilerde Matematik

Yunanlılardan sonra matematiğin gelişimine en büyük katkı Hintlilerden gelmiş olsa da, Hintlilerde kast sisteminin mevcut olması ve matematikle Mısır'da olduğu gibi sadece rahiplerin ilgilenmesi ve çalışmalarını şiir gibi yazmaları ve sözlü olarak aktarmaları sonucu elimize matematik bilgilerinin gelişimiyle ilgili pek bir şey ulaşmamıştır. Ama matematikteki becerilerine bakılacak olursa, Yunanlılardan farklı olarak, geometriden çok cebirle ilgilenmişlerdir. Bugün az da olsa elimize ulaşan el yazmalarına göre Hint matematiği iki döneme ayrılmaktadır. M.S. 200'lerde sona eren "S'ulvasûtra Dönemi" ve M.S. 400'lerden M.S. 1200'lere kadar devam eden astronomi ve matematik devri. "S'ulvasûtra Dönemi" kalpasûtra denilen sunakların yapımı için yapılan geeometriyi içeren dönemdir. Bu döneme ait günümüze ulaşan üç elyazmasının ışığında, cebir dışında geometriyle de ilgilendikleri, kare ile dikdörtgene ait çizimlerde bulunduklarını bilmekteyiz. İkinci dönemde ise, yazarı belli olmayan *Sûrya Siddhânta* (Güneşten Gelen Bilgi) adlı kitap ile Varâha Mihira'nın yazmış olduğu *Pâncha Siddhântikâ* adlı eser sonucu astronomi için matematik yaptıklarını öğrenmekteyiz.[83] Genel olarak diyebiliriz ki, Hint matematiğinde, katı cisimlerin hacimleri hesaplanabilmiş olsa da, geometriden çok aritmetik ve cebire eğilim hakim olmuştur. İrrasyonel sayıları ve sıfır sayısını kullanmışlardır. Altıncı yüzyılla birlikte on tabanlı sayma sistemini benimsemişler ve bugün kullandığımız pozisyonel sayı sistemini bulmuşlardır. Hindu rakamları ve pozisyonel sayı sistemi el-Harezmî'nin vasıtasıyla dokuzuncu yüzyılda İslam matematiğinde kullanılmaya başlanmış, bundan üç yüz yıl sonra da, Arapça eserlerin

[83] **Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.**, s. 103-105.

Latinceye çevrilmesiyle Batı'ya taşınmıştır.[84] Yunan, Hint gibi birçok medeniyetle etkileşim halinde olan İslam Medeniyeti, böylece büyük bir ivme kazanarak yükselişe geçmiştir.

1.2.3.3. İslam Medeniyetinde Matematik

İslam Medeniyetine, diğer medeniyetlere ait eserlerin kazandırılması için başlatılan yoğun tercüme hareketleri sonucunda, İslam medeniyetinde birçok âlim yetişmiştir. Batı medeniyetinden tercüme ettikleri birçok geometri ve cebir kitabı ile Hint kökenli pozisyonel sayı sistemi ve sıfır sayısının hayatlarına girmesiyle matematik alanında birçok ilerleme kaydetmişlerdir.[85] Bu âlimlerden konumuzla ilgili olanlar, El-Harezmi (780-850), İbn-ül-Heysem (965-1040) ve Ömer Hayyam'dır (1048-1131).

El-Harezmi'nin, astronomi konusunda birçok çalışması olsa da konumuzla ilgili olarak matematikle ilgili olan çalışmalarına değinilecektir. Matematik tarihinde, başlığında cebir kelimesinin geçtiği ilk kitap, Harezmî'nin *Kitab el-Muhtasar fi Hisab el-Cebr ve el-Mukabele*(Cebir ve Denklem Hesabı Hakkında Özetlenmiş Bilgi) adlı eseridir. Cebr kelimesi eksik olan her şeyi yeniden düzenleyip büyütmek, mukabele ise bir eşitliğin iki yanını dengeleme anlamında kullanılmıştır.[86] Bu eserle birlikte ilk defa cebir ve aritmetik birbirinden ayrılarak cebir ayrı bir disiplin haline gelmiştir. Harezmi, eserde öncelikle, aritmetiksel sayı tanımını ve bu sayının, Hint menşeili pozisyonel olan onluk sayı sisteminde nasıl ifade edildiğini göstermiştir. Sonra cebirsel sayı tanımına geçer ve kendi sistemleştirdiği cebirsel denklemleri anlatmıştır. Daha sonra bu denklemlerin analitik çözümleriyle, geometrik ispatlarını veya daha doğru bir ifadeyle analitik olarak tespit edilen çözümün geometrik çizimini ve sağlamasını yapmıştır. Harezmî'nin sergilediği bu tavır matematik tarihinde cebirin geometri problemlerine uygulanmasını açık seçik gösteren ilk

[84] **Bkz.** Colin A. Ronan, **A. g. e.**, s.212-213.
[85] **Bkz.** Cemal **Yıldırım**, **Bilim Tarihi,** İstanbul, Remzi Kitabevi, 2006, s.65.
[86] **Bkz.** Seyyid Hüseyin Nasır**, İslam ve İlim**, İstanbul, İnsan Yayınları, 1989, s.85.

örnektir. Bu aynı zamanda cebir geometri ilişkisine (analitik geometri) giden yolda atılan ilk ciddi adım olarak nitelendirilmektedir.[87]

Analitik geometriye katkısı olduğu düşünülen bir diğer âlim ise **el-Heysem**'dir. el-Heysem, Archimedes'in parabolü kendi ekseni etrafında döndürmesiyle oluşturduğu cisimleri, genelleştirerek hacimlerini bulmuştur. Bu işlem analitik geometriden çok kalkülüsün konusu gibi görünse de, eksenleri kullanma açısından bir katkı olarak düşünülebilir. Ayrıca, el-Heysem, Ömer Hayyam'la birlikte, cebirin batı medeniyetlerine girmesi yönünde de katkı sağlamıştır.[88]

Ömer Hayyam'ın analitik geometrinin gelişmesine olan katkısı ise cebir ve uygulanış biçimi yönünde olmuştur. Batılılar şimdiye kadar, ayrı bir disiplin olmasa da cebirle uğraşmışlar, ama Ömer Hayyam'ın getirdiği seviyeye asla getirememişlerdir. Hayyam, ikinci dereceden ve üçüncü dereceden denklemlerin çözümünü vermiş, dördüncü dereceden denklemlerin çözümleriyle uğraşmıştır. Ömer Hayyam'ın bu çalışmalarıyla daha sonraları, yakın doğu matematikçileri, iki koniğin kesiştirilmesi yolu ile en azından dördüncü dereceden cebir denklemlerinin çözümünü başarmışlardır.[89]

İslam Medeniyetinde yetişen bu üç büyük ismin yanı sıra **Hocendi** (10. yy.), Fermat'nın (1601-1665) daha sonraları ortaya koyacağı teoreminin özel bir hali olan $x^3+y^3=z^3$ denkleminin çözümünün imkânsız olduğunu bir risaleyle bildirmiştir. Yine aynı dönemde yetişen **Ebu'l Cud** (10.yy) geometrik çözüm yoluyla üçüncü dereceden denklemleri çözmüş, **Kereci** (10.yy.) ise daha sonraları Fibonacci'yi (1170-1250) etkilemiş olduğu düşünülen *Kitab el-fahri* (Fahreddin'e İthafen Yazılmış Kitap) adlı İslam tarihinin en önemli cebir kitaplarından birini yazmıştır. Bunların dışında **Ebu'l Hasan el-Basti** (14-15. yy.), *Keşfel-esrar an ilm el-gubar* ("Toz-Tahta" İlmiyle ilgili Sırların Keşfi) adlı eserinde, bilinmeyen nicelikler için,

[87] **Bkz.** İhsan Fazlıoğlu, "Harezmî"**, T.C. Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi**, c. XVI, 1997, s. 224-227.
[88] **Bkz.** Carl B. Boyer, **A. g. e.**, s.22-24.
[89] **Bkz.** Celal Saraç, **Bilim Tarihi,** Ankara, Milli Eğitim Bakanlığı Yayını,1983,s.59.

şey kelimesinin ilk harfi olan *x* harfini kullanarak, ilk defa batılıların, İslam Medeniyetinde bu tip cebirsel işaretlerin kullanıldığını öğrenmelerine neden olmuştur.[90]

Yapılan tercüme hareketleri sonucu, İslam Medeniyetinde birçok disiplinde olduğu gibi matematikte de büyük bir sıçrama yaşanmış, birçok matematikçi yetişmiş ve matematik adına çok değerli çalışmalar gerçekleşmiştir. Matematik alanında özellikle cebir alanında yapılan çalışmalar matematiği bir üst seviyeye taşımış, konumuz açısından da analitik geometrinin gelişimi için cebirin gereken olgunluğa ulaşmasını sağlamıştır.

1.2.3.4. Batı Medeniyetlerinde Matematik

İslam Medeniyetinde bu gelişmeler devam ederken, Ortaçağ'da batı medeniyetinde de bazı önemli isimler ortaya çıkmış ve doğacak olan analitik geometrinin gelişmesine katkıda bulunmuşlardır. Bunlar Fibonacci (1170-1250), Johannes Campanus (1220-1296), Thomas Bradwardine (1290-1349), Nicole Oresme (1323-1382) ve Richard Suiseth'tir (14.yy).[91]

Leonardo Fibonacci'nin arap-hint sayı sistemini *Liber abaci* (1202) adlı eseriyle tanıtmasından sonra, bugüne kadar büyük bir problem ve engel olan Romen rakamlarıyla işlem yapma zorluğu ortadan kalkmıştır.[92] Fibonacci'nin katkısı doğrudan analitik geometriyle ilgili olmasa da batıda matematikteki gelişmelerin ivme kazanmasına neden olmuştur.

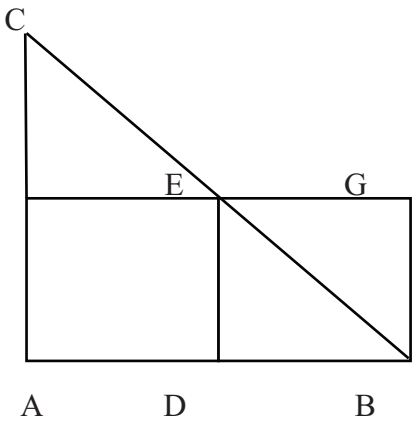
Johannes Campanus, altıncı yüzyılın başlarında, Euklides'ten tercümeler yapan Boethius'tan (480-524) sonra ilk defa Euklides'in *Elementler* adlı eserini Latince olarak 15 kitap halinde derleyerek, kendisinden sonra gelecek birçok matematikçinin çalışmasına temel olmasını sağlamıştır. Ayrıca astronomi alanında

[90] **Bkz.** Seyyid Hüseyin Nasır**, A. g. e.**, s.85-86.
[91] **Bkz.** Carl B. Boyer, **A. g. e. ,** s.40-53.
[92]**Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.**, s. 146.

yazmış olduğu *Theorica Planetarum*adlı eserinde gezegenlerin hareketini kendi boylamlarında geometriksel olarak açıklamaya çalışmıştır.[93]

Thomas Bradwardine'in ve **Richard Suiseth**'in katkıları matematikten çok fizik alanında olsa da, getirdikleri matematiksel çözümler koordinat sisteminin kullanılmasına yol açmıştır. Bu katkılar, kinematik ve dinamiği birbirinden ayırarak, devinim alanında, sabit ivmeli devinim, ortalama hız problemi, hız, ansal hız, ivme gibi çok önemli yeni kavramların ortaya çıkmasını sağlamak yönünde olmuştur.[94]

Batı medeniyetinde Réne Descartes'tan önce, analitik geometrinin gelişmesine katkıda bulunan en önemli isim ise **Nicole Oresme**'dir. Astronom, fizikçi ve aynı zamanda bir matematikçi olan Oresme, matematiği gezegenlerin ve diğer cisimlerin hareketine uygulamıştır. Fırlatılan cisimleri incelerken ise değişken miktarların kuvvetleri için sadece rasyonel sayılardan değil, irrasyonel sayılardan da yararlanmıştır.[95]



Şekil 13 Carl B. Boyer, **History of Analytic Geometry,** New York, Dover Publication, 2004, p.47.

[93] **Bkz.** Carl B. Boyer, **A. g. e.**, s.52.
[94]**Bkz.** Eyüp Erdoğan,**Thomas Kuhn'un Bilim Anlayışının Devinim Kuramlarının Gelişimine Uyarlanması,** (Çevrimiçi) http://acikarsiv.ankara.edu.tr/browse/3170/4023.pdf?show(01.04.2012 tarihinde alındı).
[95] **Bkz.** Colin A. Ronan, **A. g. e.**, s.299-300.

Ayrıca konumuzla ilintili olarak cisimlerin yere düşme hızının kat ettikleri yola değil, düşme zamanına bağlı olduğunu söylemiş ve bu oranı şekil 13'teki gibi dikdörtgen bir şekilde koordinat sistemini andırır biçimde göstermiştir. Bu nedenle Oresme, birçok matematik tarihçisine göre analitik geometrinin kurucusu değil ama koordinat sisteminin babası olarak anılmıştır.[96]

1.2.4. Rönesans Döneminde Geometri ve Cebir Alanlarına Yapılan Katkılar

Ortaçağ ve Modern dönemi ayıran bu dönemde, en büyük gelişme matematikle ilgisi yokmuş gibi görünse de sanat ve edebiyat alanında olmuştur. Bu dönemde konumuzla ilgili olarak, sanatta matematiği kullanan isimler, sırası ile Leone Battista Alberti (1404-1472), Leonardo da Vinci (1452-1519) ve Albrecht Dürer (1471-1528) olmuşlardır.

Alberti, ilk defa üç boyutlu bir görüntünün, iki boyutlu bir levhaya veya duvar yüzeyine nasıl resmedilmesi gerektiğine dair kuralları *Tratato della Pittura* (*Resim Üzerine)*adlı kitabında ortaya koyarak, izdüşümsel perspektifin kurucusu olmuştur.[97] Analitik geometrinin bulunmasına katkıda bulunan matematikçiler kadar çok büyük bir katkısı olmasa da, bugün kayıp olan bir çalışmasında, Alberti eşmerkezli çemberler, deformasyona uğramış şekillerde odak noktaları ve bu noktalardan yayılan doğrular gibi analitik geometriyi ilgilendiren konularla ilgilenmiştir. Bu bağlamda Alberti analitik geometri ve Descartes'ın habercisi olarak anılmıştır.[98]

O dönemin en büyük dehalarından **Leonardo da Vinci**, o zamanlar sanat, mimari ve mühendislik ayrı disiplinler olarak görülmediğinden bu üç alanda çalışmalar ortaya koymuştur. Henüz dinamik yasalarının oluşturulmamış olmasından dolayı, hemen hemen her türlü amaç için çizmiş olduğu makineler kâğıt üstünde

[96] **Bkz.** Carl B. Boyer, **A. g. e. ,** s.35.
[97] **Bkz.** J.D. Bernal, **Tarihte Bilim,** İstanbul, Evrensel BasımYayın, 2008, s.340.
[98] **Bkz.** Carl B. Boyer, **A. g. e.**, s.52.

kalmış olsa da, bilim dünyasına, doğanın işleyişinin makinelerle ve dolayısı ile matematikle açıklanabileceği düşüncesini kazandırmıştır.[99]

Albrecht Dürer ise sanatın bilime dayalı olması gerektiğine inanmış, matematikteki mantık ve kesinlik ile orantı ve grafik çizimine önem vermiştir. Bu bağlamda, *Orantı Risalesi* (*Proportionslehre*, 1528) ile *Doğruları, Alanları ve Cisimleri Pergel ve Cetvel ile Ölçme Risalesi (Underweysung der Messung Mit Zirckel und Richtscheyt in Linien, Ebnen und gantzen Corporen,* 1525) adlı eserleri yazmış ve perspektifi incelemede kendisine yardımcı olacak bir makine icat etmiştir.[100]

Ortaçağı takiben modernleşmenin erken dönemindeki matematiksel gelişmeler ilk olarak cebir alanında gerçekleşmiştir. Bu yönde eser veren matematikçiler Nicolas Chuquet (1455-1488), Luca Pacioli (1445-1517), Scipione del Ferro (1465-1526), Estienne de la Roche (1470-1530), Michael Stiefel (1487-1567), Nicola Tartaglia Fontana (1500-1577), Gerenimo Cardano (1501-1576), Luigi Ferrari (1522-1565), Raffaelle Bombelli (1526-1572), Simon Stevin (1548-1620) ve Francois Viéte'dir (1540-1603).

Chuquet 1484 yılında yazmış olduğu *Sayı Bilimi Üzerine Üç Bölümlük Kitap* (*Triparty en la science des nombers*) adlı kitabında, o zamana kadar yer yer kullanılan ve matematiğin gelişimine engel olan, cebirsel denklemlerin sözlü ifadeleri yerine simgesel ifadeler kullanarak, kendisinden sonra cebirin ve dolayısı ile matematiğin gelişiminin ivme kazanmasına neden olmuştur. Simgesel ifadeler içerisinde ilk kez üstel gösterim kullanımı yine Chuquet tarafından yapılmıştır.[101] Chuquet, eserinde, sadece Euklides'in *Elementler* adlı eserini çevirip ve yorumlamış olan Boethius ve Campanus'tan bahsetmiş olmasına rağmen, Fibonacci'den ve o

[99] **Bkz.** J.D. Bernal, **A. g. e.**, s.344-344.
[100] **Bkz.** Colin A. Ronan, **A. g. e.**, s.312.
[101] **Bkz.** Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: Matematik Sözlüğü,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2002, s.197,200.

zamana kadarki Hint ve İslam medeniyetinin matematiksel çalışmalarından habersiz olmasının imkânsız olduğu düşünülmektedir.[102]

Luca Pacioli'nin, Euklides'ten Fibonacci'ye kadar birçok matematikçinin eserinden yararlanarak yazmış olduğu *Aritmetik, Geometri, Orantılar ve Orantılı Olma Durumu Hakkında* (*Summa de arithmetica, geometria, proportioni et proportianolita,*1494) adlı geniş kapsamlı eseri, çağdaşları için önemli bir kaynak olması bakımından önemlidir.[103] Pacioli, eserinde kendi görüşü olarak ise cebirsel yöntemlerle üçüncü dereceden denklemlerin çözülemeyeceğini ve dairenin kareleştirilmesinin mümkün olmadığını ifade etmiştir.[104]

Bazı özel durumlu üçüncü dereceden denklemleri cebirsel yöntemlerle çözmeyi başaran ilk kişi ise **Scipione del Ferro** olmuştur.[105] Del Ferro içerisinde ikinci dereceden terim bulunmayan üçüncü dereceden denklemler için çözüm üretebilmiş, fakat bu çözümünü yayınlamamış, öğrencisi Antonio Fiore miras olarak bırakmıştır.[106]

Estienne de la Roche'nin matematiğe özgün bir katkısı bulunmasa da, Chuquet'in eserinin yüzyıllar sonra yayınlanmasından önce, *Aritmetik* (*Arithmestique,*1520) adlı eserinde yayınlamış olması bakımından, matematik tarihi açısından büyük önem taşımaktadır.[107]

Michael Stiefel matematik tarihinde, bilinmeyen nicelikler için harf kullanan ilk kişi olmuştur. Üslü ifadeleri ise harfleri yan yana yazarak ifade

[102] **Bkz.** Carl B. Boyer, **A. g. e.**, s.55.
[103] **Bkz.** Colin A. Ronan, **A. g. e.** , s.358.
[104] **Bkz.** S. Tekeli, E. Kahya, M. Dosay, v.d. **A. g. e.**, s.260.
[105] **Bkz**. Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: Matematik Sözlüğü,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2002, s.198.
[106] **Bkz.** Colin A. Ronan, **A. g. e.** , s.358-359.
[107] **Bkz.** Carl B. Boyer, **A. g. e.**, s.55.

etmiştir.[108] Ayrıca, artı nicelikler için + ve eksi nicelikler için – simgelerini kullanan ilk kişi yine Michael Stiefel olmuştur.[109]

Scipione del Ferro'dan sonra üçüncü dereceden denklemlere çözüm getiren bir başka kişi ise **Niccolo Tartaglia** olmuştur. Tartaglia, Del Ferro'nun öğrencisi, Antonio Fioren'nin meydan okuması karşısında, içinde ikinci dereceden terim içeren üçüncü dereceden denklem çözmeyi başarmış fakat yine çözümlerini yayınlamak istememiştir.[110] Tartaglia, cebir çalışmalarının dışında, yerçekiminin etkisinde kalan cisimlerin hareketi, top ve mermi menzilini hesaplamaya çalıştığı, *Yeni Bilim* (*Nova Scientia*, 1537) adlı bir eser ile çok terimlilerin katsayılarına ait sayısal düzenekler, üçgen piramitler ve düzgün dörtyüzlülerin hacimleri ile ilgili çalışmalarıyla birlikte, Euklides'in çalışmalarını Latinceye çevirdiği ansiklopedik eser niteliğindeki *Sayılar ve Ölçmeler El Kitabı* (*Trattato di Numeri et Misure,*1556) adlı kitabı kaleme almıştır.[111]

Tartaglia üçüncü dereceden denklem çözümlerini sadece Geronimo **Cardano**'ya açıklamıştır. Cardano, Tartaglia'ya çözümünü ifşa etmeme sözü verse de *Büyük Sanat*(*Ars Magna,* 1545) adını verdiği eserde yayınlamıştır. Aynı eserde Cardano, Luigi Ferrari'nin, dördüncü dereceden denklemler için üretmiş olduğu, üçüncü dereceye indirgeyerek çözüm yöntemine, Ferrari'nin adıyla yer vermiştir. Bütün bu çözümler bugün "Cardan Formülleri" olarak anılmaktadır. [112]

Cebire katkıda bulunan bir diğer matematikçi ise **Raffaelle Bombelli**'dir. Bombelli *Cebir* (*Algebra,*1572) adlı kitabında, üçüncü dereceden denklemlerin çözümünde negatif sayıların karekökü biçiminde ortaya çıkan sayılara "sanal

---

[108]**Bkz.** Colin A. Ronan, **A. g. e.** , s.320-321.
[109] **Bkz**. Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: Matematik Sözlüğü,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2002, s.197.
[110] **Bkz.** Colin A. Ronan, **A. g. e.** , s.359.
[111]**Bkz.** . Yavuz Aksoy, **Matematik [ve] Tarihi: Cilt II,** İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, 1999, s.202.
[112] **Bkz.** Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: Matematik Sözlüğü,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2002, s.198.

sayılar"[113] ismini vererek karmaşık sayıların gelişimine katkıda bulunmuştur. Yine kendine özgü notasyon biçimi geliştirmiştir.[114] Bombelli'nin kitabında yayınlamamış olduğu, el yazmalarında yer alan çalışmalarında, belirli problemlere, Descartes'in *Géométrie* adlı eserindeki çalışmalarına az çok benzer şekilde grafiksel çözümler getirmeye çalışmıştır.[115]

Cebirsel ifadeler için değişik bir notasyon kullanmış matematikçilerden biri de **Simon Stevin** olmuştur. Stevin ayrıca, *Aritmetik* (*Arithmetic,*1594)adlı eserinde geometride yapılan işlemlerin aritmetiksel olarak nasıl yapılabileceğini ifade etmeye çalışmıştır.[116]

16. yüzyılda gerçekleşen bu cebirsel gelişim silsilesinin doruk noktasını **Francois Viéte**'nin çalışmaları oluşturmuştur. Viéte ilk defa cebirsel denklemlerde sayılar yerine parametre, bilinmeyenler için sesli harf, bilinenler için sessiz harf kullanarak denklemler kuramını geliştirmiş, böylece denklemleri analitik geometride kullanılacak yapıya kavuşturmuştur. Ayrıca üçüncü ve dördüncü denklemlerin çözümünde grafiksel çözümlerden yararlanmıştır.[117] Viéte'nin analitik geometriye bir diğer katkısı, ilk defa "analysis (analiz)" kelimesini, geniş anlamda, matematikte keşfetme öğretisi olarak kullanması olmuştur. Viéte, "Analiz" ifadesini, *Analiz Sanatına Giriş* (*In Artem Analyticien Isagoge,*1591) adlı çalışmasında üç adım üzerine inşa ederek ifade etmiştir: *Zetetic,* bir bilinmeyeni doğrudan araştırarak bulma, *poristic*, soruşturma ve sağlama, *exegetic,* yorumlama. Bu bağlamda, "Sentetik" ifade etmenin yolu, "Analiz" ise keşfetmenin yolu olarak matematik tarihinde yerini almıştır.[118]

---

[113] **Sanal Sayı,** a, b gerçel sayılar ve $i^2=-1$ olmak üzere z=a+ib biçiminde olan sayıya karmaşık sayı denir.**Bkz.** Talat Tuncer,**A. g. e.**, s. 230.
[114]**Bkz.** Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: Matematik Sözlüğü,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2002, s.198.
[115] **Bkz.** Carl B. Boyer, **A. g. e.** , s.58.
[116]**Bkz. A. e.** , s.57.
[117] **Bkz.** Colin A. Ronan, **A. g. e.** , s.361.
[118] **Bkz.** Carl B. Boyer, **A. g. e.** , s.65.

Moderneleşmenin erken döneminde cebirsel ifadeler ile kullanılan notasyon biçimlerinin tarihsel gelişimlerini göstermek, çalışmamızın bu bölümünü anlamamız açısından yararlı olacaktır.

1464 Regiomontanus	3 census et 6 demptis 5 rebus aequantur zero
1494 Pacioli	3 census p 6 de 5 rebus ae 0
1591 Viéte	3 A quand in – 5 in A plano+acquator 0
1585 Stevinus	$3^{②}-5^{①}+6^{⓪}$
1637 Descartes	$3x^2-5x+6$

Tablo 5: Üs Kullanımının Tarihsel Gelişimi Yavuz Aksoy**, Matematik [ve] Tarihi: Cilt II,** İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, 1999, s.190

MODERN SEMBOLLER	$7x$	$7x^2$	$7x^3$	$7x^4$
1484 Chuquet	7^1	7^2	7^3	
1545 Cardano	7.pos	7.quad	7.cub	7quadr.quad.
1559 Bueto	7p	◇ 7	◈ 7	
1572 Bombelli	$\overset{1}{\smile}$ 7	$\overset{2}{\smile}$ 7	$\overset{3}{\smile}$ 7	
1585 Stevin	① 7	② 7	③ 7	
1590 Viéte	7N	7Q	7C	
1610 Cataldi	7x /	72 /	73 /	
1619 Bürgi	İ 7	İi 7	İii 7	İv 7
1631 Harriot	7a	7aa	7aaa	
1634 Herigone	7a	7a2	7a3	
1637 Descartes	7x	7xx	$7x^3$	$7x^4$
1656 Wallis	7a	7aa	$7a^3$	$7a^4$

Tablo 6: Cebirsel İfadeler ile Kullanılan Notasyon Biçimlerine Örnekler Yavuz Aksoy**, Matematik [ve] Tarihi: Cilt I,** İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, 1999, s.167.

Viéte'nin cebiri ve matematiği taşıdığı noktadan itibaren, 16. yüzyılın sonlarına doğru, pratik ve teorik geometri arasındaki boşluk kapanmaya, hatta fizik ve astronomi problemlerinde de cebirsel geometriden yararlanılmaya başlanmıştır. Bundan sonra, cebirsel geometriye bir çok matematikçi tarafından katkı yapılmış olsa da, en önemli katkı Descartes (1596-1650) tarafından gerçekleştirilmiştir.

2. DESCARTES'IN ANALİTİK GEOMETRİSİNİN MATEMATİK VE DÜŞÜNCE TARİHİNE ETKİSİ

Çalışmamızınbu bölümünde ilk olarak, Descartes'ın matematiği kullanış biçimini daha iyi anlayabilmek için, dönemindeki matematik çalışmalarına yer verilecektir. Daha sonra Descartes'ın analitik geometriyi oluşturmasında etkili olan faktörler ele alınacak, bu bağlamda; hayatı ve felsefesine değinilecektir. Son olarak, Descartes'ın *La Géométrie* adlı eserinde analitik geometrinin doğuşuna neden olarak gösterilen hususlar ve bu eserin matematik ile felsefeye etkileri ortaya konmaya çalışılacaktır.

2.1. DESCARTES DÖNEMİNDE MATEMATİK

Viéte'nin matematiği getirdiği noktadan itibaren, matematik alanında bir çok gelişme yaşanmıştır. Diyebiliriz ki Descartes, matematiğin eriştiği bu olgunluk sonucunda kendi matematik çalışmalarını ortaya koyabilmiştir. Descartes'ın analitik geometrisinin doğmasına neden olan bu gelişmeleri yine cebir ve geometri alanında incelemek çalışmamız açısından yararlı olacaktır.

2.1.1. Descartes Döneminde Cebir

Descartes döneminde cebir alanında gerçekleşen gelişmeler, logaritmanın bulunması, cebirsel denklemlerin yapısının anlaşılmaya başlanması ve cebirde sembol kullanımının artması şeklinde sıralanabilir.

Logaritmanın bulunuşu, 17. yüzyılın ilk çeyreğinde, İskoç Merchiston Baronu **Jhon Napier** (1550-1617) tarafından gerçekleşmiştir. Napier, 1614 yılında yayınlanan *Logaritma Kurallarının Tanımı* (*Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio*)adlı eserinde logaritmanın yapısını anlatmış, ölümünden sonra

1619'dabasılan *Logaritma Kurallarının Yapısı* (*Mirifici Logarithmorum Canonis Constructio*) adlı çalışmasında ise logaritmanın nasıl hesaplandığı açıklanmıştır.[119]

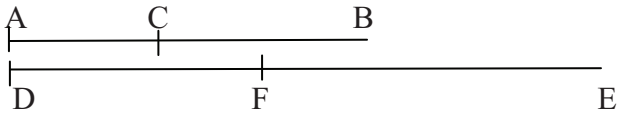
Bilindiği gibi, logaritma, $y=a^x$ şeklinde üstel bir ifadeyi $\log_a y$ şeklinde ifade edip daha basit işlemler yardımı ile yani,

$$\log_a y=\log_a a^x$$

$$x.\log_a a=x$$

biçiminde çözüme kavuşturan bir yöntemdir.[120] Logaritmanın ilk çıkış noktası mantık olarak üsler olmasına rağmen o zamanlar daha üs kullanımının yaygın olmaması Napier'in logaritmayı şu şekilde tanımlamasına neden olmuştur:

Şekil 14'teki gibi, AB bir doğru parçası DE'de D'den başlayan bir ışın olmak üzere, aynı anda biri A'dan B'ye, diğeri de D'den E'ye hareket eden iki nokta söz konusu olsun. İlk saniyede her ikisinin de hızı eşit iken DE üzerinde hareket eden noktanın hızı sabit, AB üzerinde hareket eden noktanın hızı ise C noktasında CB uzunluğuyla orantılı olacak şekilde azalsın. Bu durumda ilk nokta C'ye geldiğinde ikinci nokta F'ye gelmektedir. Napier DF'ye, BC'nin logaritması demiştir.[121]



Şekil 14 Florian Cajori, **Matematik Tarihi,** Ankara,Odtü Yayıncılık, 2014, s. 179.

Aritmetikteki yani hesaplamadaki gelişim sırasını, sayıların on tabanına göre yazılması, logaritmanın kullanılması ve bilgisayarda hesaplama yapılması şeklinde sıralarsak, Napier'den sonra Henry Briggs (1556-1631) ve Joost Bürgi

[119]**Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.** , s. 179-180.
[120]**Bkz.** Yavuz Aksoy, **Dünya Matematikçileri,** İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi Vakfı Yayınları, 2000, s.111.
[121]**Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.**, s. 179.

(1552-1632) 'nin logaritmanın gelişimine olan katkılarını da düşündüğümüzde 16. yüzyıl itibarı ile ikinci aşama gerçekleşmiştir diyebiliriz.[122]

Onaltıncı yüzyılda cebir alanına yapılan diğer katkılar ise Albert Girard (1590?-1633?), Thomas Harriot (1560-1621) ve William Oughtred (1574-1660) tarafından gerçekleşmiştir.

Viéte'nin denklem çözümünde kullanmış olduğu tekniği, 16. yüzyılda biraz daha ileri götüren kişi **Albert Girard** olmuştur. Girard da, Viéte gibi geometride cebiri kullanarak, denklem çözümünde sonuca ulaşmaya çalışmış ve daha sonraları "Cebirin Temel Teoremi" olarak anılan, bir denklemin derecesinin katsayıları kadar kökününolduğunu söyleyen teoremi ilk ortaya atan kişi olmuştur.[123]

Bir denklemi çarpanlarına ayırmak için, bugün kolaylıkla uyguladığımız tekniği geliştiren ilk kişi ise **Thomas Harriot**'tur. Harriot, ayrıca notasyon kullanımınada katkılar yapmıştır. Cebirsel bir denklemi ifade ederken, Viéte'nin kullanmış olduğu büyük harfler yerine küçük harfleri tercih etmiş, eşitsizlikler için kullanılan ">" ve "<" şeklinde gösterilen simgeleri ise ilk defa o kullanmıştır.[124]

Cebirin o tarihlerde gelişmesine katkıda bulunan diğer bir isim olan **William Oughtred**'in çalışmalarında göze çarpan en önemli şey yine notasyonda getirmiş olduğu yenilikler olmuştur. Oughtred matematiksel işaretlerin önemini özellikle vurgulamış ve yüz elliden fazla sembol kullanmıştır. Bu sembollerden, sadece çarpma işlemi için "x", orantı işareti için "::" ve fark işlemi için "~", kullanmış olduğu işaretler günümüze ulaşabilmiştir. Ayrıca Oughtred, bir dairenin çapına oranını gösteren, günümüzde kullanılan şekliyle π sayısı için " $\frac{\pi}{\delta}$ "gösterimini kullanmıştır.[125]

---

[122]**Bkz.** Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: Matematik Sözlüğü,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2002, s.365.
[123]**Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.** , s. 187.
[124]**Bkz. A. e.** , s. 187.
[125]**Bkz. A. e.** , s. 188-189.

Diyebiliriz ki Descartes'ın çağdaşı olan bu matematikçilerin cebiri getirmiş olduğu seviye, Descartes'ın, geometrik yapılarda cebiri kolaylıkla kullanmasına olanak sağlamıştır.

2.1.2. Descartes Döneminde Geometri

Bu dönemde, Nicolaus Copernicus'un (1473-1543)[126] 1543'te yayınlanan *Gök Cisimlerinin Dolanımları üzerine* (*De Revelutionibus Orbium Coelestium*) adlı eserinde yıllar boyunca benimsenmiş olan, Batlamyus'un yer merkezli evren modeli yerine güneş merkezli evren modelini tanıtmasıyla "Bilim Devrimi"[127] diye adlandırılan süreç başlamıştır. Bu sürece Galileo Galilei (1564-1642)[128]'nin öne sürdüğü, evrenin matematik diliyle yazıldığı ve ancak matematikle evrenin anlaşılabileceği, fikri hâkim olmuş ve böylece, geometrik şekillerin yapısını anlamak, geometri çalışmalarının amacı haline gelmiştir.

Geometrik şekillerin yapısını, cebirin o döneme kadar geldiği seviye ile de, matematiksel olarak anlamlandırmaya çalışan matematikçiler, Paul Guldin (1577-1643), Johannes Kepler(1571-1631), Francesco Bonaventura Cavalieri (1598-1647), Evangelista Torricelli(1608-1647), Claude Mydorge(1585-1647), Girard Desargues

[126]**Nicolaus Copernicus,**1473-1543 yılları arasında yaşamış olan, Polonyalı gökbilimci. Copernicus, 1543 yılında yayınlanan *Gezegenlerin Dolanımları Hakkında* (*On the Revoluiton of the Celestial Spheres*) adlı eseriyle, kâinatın merkezinin Yerküre değil Güneş olduğunu; Dünya'nın diğer gezegenler gibi bir gezegen olduğunu ve Güneş etrafında dairesel yörünge çizerek hareket ettiğini ve ayrıca Güneş etrafındaki senelik hareketine ek olarak, Yer'in kendi ekseni etrafında günlük hareketinin bulunduğunu savunmuş ve böylelikle Batlamyus'un çağlar boyunca hâkimiyetini sürdüren yer merkezli evren modelini sarsmıştır. **Bkz.** P.M. Harman, **Bilim Devrimi,** çev. Feza Günergun,İstanbul, Der Yayınları, 1991, s.30,32.

[127]**Bilim Devrimi,** on altıncı ve on yedinci asırlarda Avrupa'da astronomide ve fiziki bilimlerde görülen entellektüel başarıları ifade etmek için kullanılan terimdir. Merkezinde güneşin olduğu, dünyanın gezegenler gibi güneşin etrafında döndüğü ve matematik yasalara göre saat gibi işleyen mekanik bir evren modelinin savunulmasıyla meydana gelen entellektüel değişimdir. **Bkz.**P.M. Harman, **A. g. e.**, s.15-17.

[128]**Galileo Galilei,** 1564-1642 yılları arasında yaşamış olan, İtalyan gökbilimci, fizikçi. 1610 yılında *Yıldızların Habercisi* (*Sidereus Nuncius*) adlı kitabında, sanıldığı üzere ve kilisenin de doğru olarak kabul ettiği, Aristoteles temelli dünya üstü evrende herşeyin kusursuz olduğunu savunan fikre karşı çıkmış, kendi yaptığı teleskopla gerçekleştirdiği gözlemler sonucunda ayın üzerinde gördüğü lekelere bağlı olarak, ayın yüzeyinin engebeli olduğunu savunmuştur. Bu düşüncesinden dolayı kilise tarafından yargılanmış ve ömür boyu gözetim altında tutulmuştur. Ayrıca, fizik problemlerinin matematiğe dayalı olarak açıklanabileceği bir tabiat teorisi kurmayı amaçlamış ve kendinden sonra gelecek olan bir çok düşünürü etkilemiştir. **Bkz.** P.M. Harman, **A. g. e.** , s.37-39.

(1593-1662), Pierre de Fermat (1601-1665) ve Blaise Pascal (1623-1662) olmuşlardır.

Paul Guldin, geometride eğrisel şekillerin alan hesaplamarıyla uğraşmış, kendi adıyla anılan, dönel katı bir cismin[129] hacminin, cismi oluşturan şeklin alanı ile ağırlık merkeziyle tanımlanmış çevresinin çarpına eşit olduğunu ifade eden teoremi yayınlamış ve ispat etmeye çalışmıştır.[130]

O dönemde, geometrik problemlerde cebiri kullanabilen en büyük matematikçi astronomlardan biri de **Johannes Kepler**'dir. Kepler yaptığı çalışmalar sonucunda, ilk ikisinden *Yeni Astronomi* (*Astronomia Nova*,1609) adlı kitabında, üçüncüsünden ise *Dünyanın Uyumu* (*Harmonices Mundi,* 1619) adlı eserinde bahsettiği, *Kepler Yasaları* olarak da bilinen savlara ulaşmıştır.[131] Bu yasalar aşağıdaki gibidir:

a. Bir gezegenin yörüngesi, odaklarından birinde Güneş bulunan bir elipstir.

b. Bir gezegeni Güneş'e birleştiren doğru parçası eşit sürelerde eşit alanlar tarar.

c. Bir gezegenin yörüngesini tamamlamak için geçirdiği sürenin karesi, onun Güneş'e olan ortalama uzaklığının küpü ile orantılıdır.[132]

Kepler, Apollonius'un konik kesitlerini ve cebirin son tekniklerini kullanarak yapmış olduğu matematiksel hesaplamalarla, Copernicus'un ortaya attığı güneş merkezli evren modelini sağlamlaştırmayı başarmış ve döneminde etkin olmaya başlamış olan evrenin matematikle açıklanabileceği fikrine hizmet etmiştir.

Francesco Bonaventura Cavalieri, günümüzde integral kullanılarak hesaplanabilen, eğri uzunlukları, alan, yüz ölçümü ve hacim hesapları gibi problemleri çözmek için "Bölünemezler" diye tanımladığı bir yöntem geliştirmiştir.

---

[129]**Dönel Cisim,** Biçimi değişmeyen bir yüzey parçasının bir doğru (dönme ekseni) çevresinde dönmesiyle elde edilen cisim: Dönel Silindir bir dikdörtgenin kenarlarından biri çevresinde dönmesinden elde edilen dönel cisimdir. **Bkz.** Talat Tuncer, **A. g. e.** , s. 68.

[130]**Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.** , s. 190.

[131]**Bkz.** Yavuz Aksoy, **Dünya Matematikçileri,** Yıldız Teknik Üniversitesi Vakfı Yayınları, İstanbul 2000, s.111.

[132]**Bkz.** Cemal Yıldırım, **Bilim Tarihi,** İstanbul, Remzi Kitabevi, 2006, s.87-88.

Bu yönteme göre, eğriler ve doğrular boyutsuz noktaların hareketiyle, düzlem ve yüzeyler genişliği olmayan doğrular ve eğrilerin hareketleriyle, hacimler ise kalınlığı olmayan yüzeylerin hareketi ile oluşmaktaydı. Hareketi oluşturan bu sonsuz küçükler toplanabildiği zaman uzunlukları, alanları ve hacimleri elde edilebilmekteydi.[133] Cavalieri'nin bu düşüncesi, daha sonraları geliştirilecek olan Sonsuz Küçükler Hesabının[134]mimarı olan Gottfried Wilhelm Leibniz'a (1646-1717) esin kaynağı olmuştur.

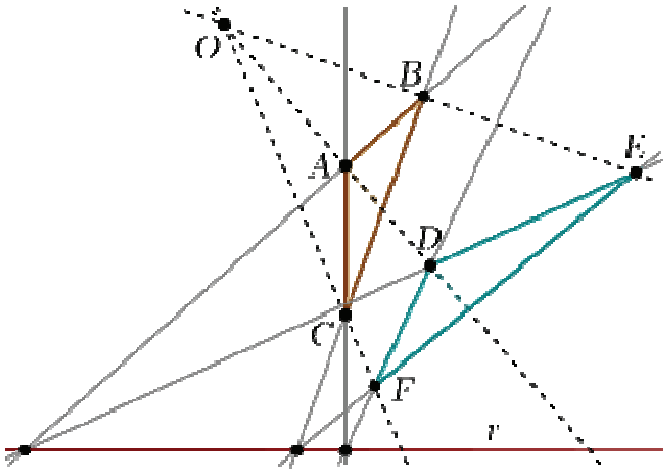
Isac Newton (1642-1727)'nın çalışmalarından etkilendiği matematikçi ise **Evangelista Torricelli'**dir. Torricelli**,** kareleme yöntemini kullanarak, koniklerin alanlarını hesaplamış, bir eğri tarafından sınırlanan alanın bulunması ve bu alanın bir eksen etrafında döndürülmesiyle oluşan katı cismin hacminin bulunmasını sağlayan hesaplamalar yapmıştır. Ayrıca ilk defa y=logx fonksiyonunun eğrisini çizmiş ve logaritmik yayın uzunluğunun hesaplanmasını sağlayan çalışmalar yapmıştır.[135]

Descartes'ın arkadaşı olan **Claude Mydorge,** Apollonius'un koniklerle ilgili çalışmalarını daha anlaşılır hale getiren çalışmalar yapmıştır. Böylece, Descartes'ın geometri çalışmalarına yön verecek olan konikler, daha açık hale gelmiştir.[136]

Bu dönemde geometrinin gelişmesine katkıda bulunan diğer bir isim yine Descartes'ın arkadaşı **Girard Desargues**'tir. Desargues da koni kesitleri üzerine çalışmalar yapmış, perpektif kesit üzerine de kendi ismiyle anılan bir teorem ortaya koymuştur. Bu teoreme göre, üç boyutlu uzayda, şekil 15'teki gibi, ABC ve DEF üçgenleri, birbirine bir noktadan bakıldığında perspektif olarak görülebilecek biçimde konumlandırılırsa, yani AD, BE, CF doğruları bir noktada kesişirlerse,

[133]**Bkz.** Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: İtalyan Matematikçiler,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2005, s254-255.
[134]**Sonsuz Küçükler Hesabı,** Diferinsiyal hesap ile entegral hesabın ikisine birlikte verilen ad. **Bkz**.Talat Tuncer, **A. g. e.** , s. 248.
[135]**Bkz.** Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: İtalyan Matematikçiler,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2005, s.263.
[136]**Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.** , s. 198.

paralel olmama koşuluyla, birbirine karşılık gelen kenarların tüm kesişim noktaları bir doğru üzerinde bulunur.[137]



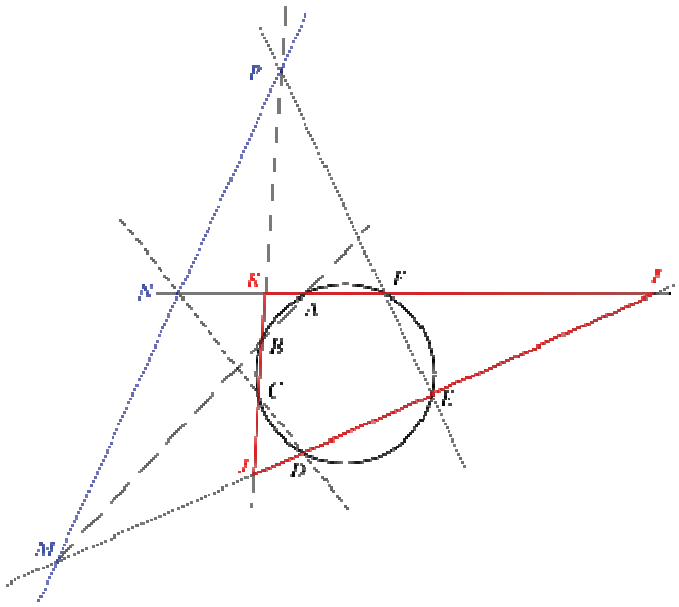
Şekil 15 (Çevrimiçi) http: // en. wikipedia. org/ wiki/ File: Teorema_ de_ desargues. svg (28. 11. 2014 tarihinde alınmıştır)

Descartes'le birlikte dönemin en iyi matematikçisi olarak kabul edilen kişi ise **Pierre de Fermat**'dır. Hukuk eğitimi gören ve parlamentoda müşavir olarak görev yapan Fermat, boş vakitlerinin tümünü matematiğe adamıştır. Fermat, eğriler ve denklemler üzerine çalışmış, $ay=x^2$ biçimindeki parabolu ve $xy=a^2$ şeklindeki hiperbolu, $a^{n-1}=x^n$ olarak genelleştirmeyi başarmıştır. Ayrıca "Archimedes Spriali'nin "$r=a\theta$şeklinde ifade edilmesini sağlamıştır. Eğrilerle çalışması sonucunda da büyük buluşu olan türev almaya eşdeğer matematik kuralını ortaya koymuştur. Bu kurala göre eğrilerin teğetlerinin denklemlerini bulmuş, maksimum, minimum ve bükülme noktaları saptayabilmiştir. Bu çalışmalar, yani eğriye ilişkin özelliklerin cebirsel olarak ifade edilebilmesi, analitik geometrinin temelini oluşturduğu için, Fermat, Descartes'la birlikte, analitik geometrinin kurucusu sayılmıştır. Fakat Fermat Viéte'nin matematiksel gösterimlerini kullanıp, Descartes gibi daha anlaşılır bir

[137]**Bkz.** Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: Fransız Matematikçiler,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2005, s.134-135.

notasyon biçimiyle yazmadığı ve çalışmalarını pek de yayınlatmak istemediği için analitik geometri Fermat'dan çok Descartes'la anılmıştır.[138]

1623 yılında doğan **Blaise Pascal** ise 1640 yılında daha on yedi yaşında iken yayınladığı bir makalesi ile Descartes'ı oldukça şaşırtmıştır. Öyle ki, Descrates bu çalışmaları bu kadar genç birinin yapamayacağını iddia etmiştir. Pascal'ın makalesi, bir çember üzerinde çizilen altıgen ile ilgilidir. Bu teoreme göre; Şekil 16'da görüldüğü gibi, köşeleri A, B, C, D, E, F olan altıgenin, DC ve AF kenarlı uzatıldığında N noktasında kesişsin. Aynı şekilde altıgenin karşılıklı diğer kenarları uzatıldığına M ve P noktasında kesişsinler. Pascal M, N ve P noktalarının aynı doğru üzerinde olduğunu göstermiştir. Bu teoremi daha sonraları konikler içinde uygulayan Pascal, Descrates'ın oldukça dikkatini çekmiştir.[139]



Şekil 16 Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: İtalyan Matematikçiler,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2005, s.296.

[138]**Bkz.** Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: Fransız Matematikçiler,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2005, s.161,165-166.
[139]**Bkz.** Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: İtalyan Matematikçiler,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2005, s.278,296-297.

Genel olarak diyebiliriz ki; Descartes'ın yaşadığı döneme kadar matematikte büyük gelişmeler sağlanmış, Descrates'ın analitik geometriyi doğuracak çalışmalarına gerekli tüm alt yapı hazırlanmıştır. Matematiğin geldiği bu seviyeden, Descartes, aldığı eğitim, hayatı boyunca tanışmış olduğu matematikçi dostlarından öğrendikleri ve sahip olduğu felsefi bakış açısı ile matematiği düşünmenin yöntemi noktasına getirmiştir. Bu yöntemi kendi çalışmalarına da uygulamış, böylelikle yepyeni bir matematik dalı olarak analitik geometrinin temellerini atmıştır.

2.2. DESCARTES'IN HAYATI ESERLERİ VE FELSEFESİ

Réne Descrates'ın yaşamına bakacak olursak, görebiliriz ki onun hayatında, bilim ve felsefe hep bir arada olmuştur. Öğrendiklerinden ve yaşadıklarından hep felsefi bir çıkarım yapmış, elde ettiği sonuçları tüm bilimsel çalışmalarında kullanmıştır. Bütün bu çalışmaların merkezinde de hep matematik yer almıştır. Bu bölümde Descartes'ın hayatı, eserleri ve felsefesi bir arada incelenerek, onun hayatında matematiğin yerinin ne olduğu ve matematikten ne anladığı ortaya konmaya çalışılacaktır.

Yaşam öyküsünü ortaya koyacak olan birçok belge yitip gitmiş olsada, bugün Réne Descartes'ın hayatının bir çok ayrıntısını, Fransız bilim adamı ve eleştirmen Adrien Baillet'ın (1649-1706) kaleme almış olduğu biyografiden öğrenmekteyiz. Baillet, bu biyografiyi oluştururken, Descartes'ın bir çok eserini özellikle de mektuplarını çeviren Fransız editör Claude Clerselier (1614-1684)'nin anılarından, Descartes'ın ekolünden gelen Fransız filozof Antoine Le Grand (1629-1699)'ın el yazmaları ile mektuplarından, Alman hukukçu ve gökbilimci Daniel Lipstorp(1631-1684)'un 1653 yılında yayımlanmış olan *Specimina Philosophiae Cartesianae* adlı yapıtından, Fransız hakim, kimyager, fizikçi ve botanikçi olan Pierre Borel (1620-1671)'in yine 1653 yılında yayımlanmış olan *Vitae Renati Cartesii, Summi Philosophi Compendium* adlı eserinden ve Johann Tepel (1649-

1677)'in 1674 yılında basımı yapılan *Historia Philosophiae Cartesianae* adlı çalışmasından yararlanmıştır.[140]

2.2.1. Doğumu, İlk Eğitimi ve Matematikle Tanışması

Réne Descartes, 31 Mart 1596 tarihinde, Fransa'da, bugün kendi adıyla anılan ve Indre-et-Loire'e bağlı olan La Haye'de, varlıklı bir ailede dünyaya gelmiştir. Doğumundan bir yıl sonra annesinin tüberküloz nedeniyle vefat etmesinin ardından, Brittany Yüksek Mahkemesi'nde yargıç olan babası Joachim başka bir bayanla evlenmiş ve Descartes üvey annesi tarafından yetiştirilmiştir. On yaşına geldiğinde, Anjou kentine bağlı La Fleche'de bulunan ve ileride Avrupa'nın en iyi okullarından biri olduğunu belirteceği, Henry-Le-Grand adlı bir Cizvit kolejine gönderilmiştir.[141]

Descartes, burada, eğitim yöntemi ve okulun yönetimine ilişkin pratik bilgiler içeren bir el kitabı olan *Ratio Studiorum'*un ilkelerine uygun bir eğitim almıştır. Bu kitaptaki, "Matematik Profesörlerine Kurallar" başlıklı bölümden anlaşıldığı kadarıyla, matematik eğitimi adı altında, öğrencilere; Euklides'in *Elementler*'in de yer alan problemler ile matematiğin, felsefe ve teoloji ile olan ilişkisi hakkında bilgiler verilmeye çalışılmıştır. Kitapta, ayrıca matematiğin temel problemlerini öğrenmeye yönelik yöntemlerinde anlatılmaya çalışıldığı görülmektedir.[142] Cizvit kolejlerinde, profosörler kendi çalışmalarının yanında, yeni düşünceleri öğrencilerine vermeye çalıştıkları gibi felsefe eğitimini de geleneksel ama eleştirel bir biçimde sunmaya çalışmışlardır. Dolayısıyla, Descartes, bu okulda bütünüyle dogmatik olmayan, belli bir ölçüde yeni fikirlere açık olduğunu

[140] **Bkz.** Genevieve Rodis Lewis, "Descartes'ın Yaşamı ve Felsefesi**", Cogito**, Yapı Kredi Yayınları, Sayı:10, Yıl:1997, s.17-18.
[141]**Bkz.** Alfred Fouille, **Descartes**, Ankara, Eflatun Yayınevi, 2009, s.2.
[142]**Bkz.** Chıkara Sasakı, **Descartes's Mathematical Thought**, Japan, Kluwer Academic Publishers,2003, s.24.

söyleyebileceğimiz bir eğitim görmüştür. Descartes'in kendisi de, daha sonraları Avrupa'da döneminin en iyi eğitimini aldığını ifade etmiştir.[143]

Henry-Le-Grand'te Euklides dışında matematik çalışmalarına yer verilen diğer bir matematikçi, 16. ve 17. yüzyılların en önemli matematikçisi olarak düşünülen ve 16. yüzyılın Euklides'i olarak da anılan Christopher Clavius[144] olmuştur. Clavius matematiğe büyük önem veren ve matematiği doğru bir bilim olarak görmeyen her türden dogmatik epistemolojiyi eleştiren skolastik bir düşünür olmuştur.[145] Ona göre, matematik, doğruluğa olan aşkla ve ona erişme çabasıyla o denli ilişkilidir ki, matematiğin tüm bilimler arasında ilk sırayı alması şüphe götürmez bir zorunluluktur.[146] Matematik ayrıca, metafizik ve doğa bilimleri arasında bir konuma sahiptir, ancak ispatlarının kesinliği bağlamında bu iki alandan da daha üstündür.[147]

Clavius matematik üzerine Rönesans hümanistlerini etkileyen pek çok metin yazmıştır. Descartes da bu metinlerin en az ikisinden haberdar olmuştur. Bunlar, Ratio Studiorum'da da yer verilen, Clavius tarafından derlenen ve yorumlanan Euklides'in *Elementler*'i ve Clavius'un 1608'de yayınlanan *Algebra* adlı eserleridir. Clavius 1582 yılında kaleme aldığı ve Ratio'da kendisine yer bulan bir denemede matematik eğitiminde önemli iki unsurdan bahsetmiştir. Birincisi öğretmenlerin yetkinliği ile ilgili, ikincisi ise matematik ile doğa felsefesi arasındaki yakın ilişkinin ortaya koyulması gerektiği ile ilgili olmuştur. [148]

---

[143] **Bkz. A. e.** , s.21.

[144] **Christopher Clavius** (25 Mart 1538 – 12 Şubat 1612), Alman matematikçi ve gök bilimcidir. Gregoryen takvimin ana mimarıdır. 1555 yılında cizvit olmuştur. Portekiz Coimbra Üniversitesi'ne devam etmiştir. Buradan Roma'da bulunan Cizvit okulu Collegio Romano'da din eğitimi almıştır. 1579 yılında takvim reformu ile ilgili görevlendirilmiştir. Önerdiği takvim, 1582 yılında, Papa XIII. Gregory emri ile Katolik ülkelerde kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde bu takvim Gregoryen takvim ismi ile tüm dünyada kullanılmaktadır. (Çevrimiçi) http://www.newadvent.org/cathen/04009a.htm (02.01.2014 tarihinde alınmıştır).

[145] **Bkz.** Chıkara Sasakı, **A. g. e.**, s.28.

[146] **Bkz. A. e.,** s.58.

[147] **Bkz. A. e.,** s.56.

[148] **Bkz. A. e.,** s.3.

Descartes'ın sağlığının zayıf olması nedeniyle, öğretmenleri tarafından olkulda yatılı okuması uygun görülmüş, her sabah kendisini iyi hissedene kadar da yatakta kalmasına izin verilmiştir. Böylelikle hayatı boyunca sürdüreceği bir alışkanlık olarak yatağına uzanarak ders çalışma ve bol bol düşünme alışkanlığını edinmiştir. Okulda verilen eğitim Latince ve Yunanca üzerinde yoğunlaştığı için, bu dilleri iyi derecede öğrenme fırsatı bulmuş, dolayısıyla ilerleyen zamanlarda, eski bilimsel ve düşünsel çalışmaları incelemesinde bu eğitimin büyük faydasını görmüştür. Ayrıca genel eğitimin yanı sıra köklü bir din eğitimide almıştır. Descartes son sınıfa gelince bilim ve felsefe alanındaki temposunu arttırmış; öyle ki, "artık derslerde bize öğretilenlerle yetinmeksizin elime geçen her kitabı büyük bir iştahla okuyordum" demiştir. Ama onun asıl tutkusu her zaman matematik olmuştur.[149] Bu tutkusunu körükleyen ve ilgisinin artmasında etkili olan kişi, okul yıllarında tanıştığı ve hayat boyu dostluklarının süreceği, yine önemli bir matematikçi olan Marin Mersenne (1588-1648)[150] olmuştur.[151]

Anlaşıldığı kadarıyla, Descartes'ın Cizvit kolejinde en fazla etkilendiği ve daha sonra da yeniden düzenlemeye çalıştığı alan matematik olmuştur. Descartes'ın aldığı bu eğitim ve sahip olduğu arka plan onun hem entelektüel ve teknik temelini oluşturmuş hem de ileride geleneksel matematiksel düşüncede yapmak isteyeceği değişikliklere alt yapı hazırlamıştır.

Gezmeye, yeni yerler görmeye ve yeni şeyler öğrenmeye oldukça merak duyan Descartes, 1612 yılında, liseden mezun olduktan sonra birkaç arkadaşıyla birlikte Paris'e gitmiş, görkemli şehrin büyüsüne kapılarak, bir süre pervasızca yaşamıştır. Bu yaşamdan sıyrılan Descartes Hukuk okumak için Poitiers'e gitmiş,

---

[149]**Bkz.** Alfred Fouille, **A. g. e.**, s.2-3.

[150]**Marin Mersenne**, 1588-1648 yılları arasında yaşamış olan önemli bir matemetikçi olan cizvit papazıdır. Yaşadığı dönemde, çağın önemli matematikçileri Descartes, Girard Desargues, Pier de Fermat, Blaise Pascal ve Galile ile düzenli bir şekilde görüşüp mektuplaşmış, yaptıkları matematik ve diğer bilimsel konular hakkında yaptıkları çalışmaları birbirlerine bildirmiştir.Kurduğu iletişim ağının merkezini teşkil eden Mersenne sayesinde o dönemde matematik büyük ilerlemeler kaydetmiştir. **Bkz**. Bkz. Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: Fransız Matematikçiler,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2005, s.132.

[151]**Bkz**. Yavuz Aksoy, **Matematik [ve] Tarihi: Cilt II,** İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, 1999, s.233.

üniversite eğitimi boyunca da, cizvitler aracılığıyla tanışmış olduğu Claude Mydorge ve okul arkadaşı Mersenne ile kendini matematik çalışmalarına adamıştır.[152]

O dönemlerde yüksek konumlu bir erkeğin ya orduya ya da kiliseye girmesi öngörüldüğü için, kendisi birçok ülkeyi dolaşma fırsatı bulacağı askerlik mesleğini seçmiş ve Breda'da olan Orange Prensi Maurice'in ordusuna katılmıştır. Askerlik yıllarında Breda sokaklarında yürürken Hollandaca yazılı bir duvar bildirisi merakını uyandırmış ve yoldan geçen birini, Dort'taki Hollanda Koleji'nin müdürü Isaac Beeckman[153] olduğunu bilmeden durdurarak ondan yazıyı ya Fransızca ya da Latince olarak kendisine çevirmesini istemiştir. Beeckman geometrik bir problemle ilgili bu duvar yazısını çözmesi koşuluyla tercüme edeceğini söylemiştir. Descartes, çözümü ertesi gün kendisine götürmüş, böylece bundan sonraki çalışmalarında etkili rol oynayacak olan Beckman'la dostlukları başlamıştır.[154] Isaac Beeckman, önemli bir matematikçi, doktor ve bilim adamı kimliğiyle Descartes'ı çok etkilemiş, felsefe ile matematiğin bir araya getirebileceği, cebirin geometriye uygulanabileceği gibi fikirleri, ilk olarak kendisiyle yaptığı sohbetler ve yazışmalar sonucunda edinmiştir.[155] Öyleki, *Kısa Müzik* (*Compendium Musicae*, 1618)adlı ilk eserini Beeckman'a ithaf etmiştir. Descartes, askerlik yılları içinde de bir subay gibi değil, daha çok bir filozof olarak çalışmış, o zamanki ordular için tam bir durgunluk devresi olan kış günlerini, düşünmek ve sorunlarını geliştirmek için kullanmıştır. Bu arada, Beeckman'dan da esinlenerek, özellikle matematik üzerinde düşünmüş, kendine "matematiğin nasıl düşüncenin bütün isteklerini yerine getiren bir yöntem olgunluğuna erişebileceği, nasıl bütün bilimsel düşünmenin metodu yapılabileceği" sorusunu sormuştur.[156]

---

[152]**Bkz.** Réne Descartes, **Söylem, Kurallar, Meditasyonlar**, Çev. Aziz Yardımlı, İstanbul, İdea Yayınları, 1996, s. 217.

[153]**Isaac Beeckman,** 1588-1637 yılları arasında yaşamış, yaşadığı sürece boyunca hiç bir çalışmasını yayımlamamış olsa da fikirleriyle birçok filozof bilim adamını etkilemiş olan alman filozof ve bilim adamıdır. **Bkz.** Harold J. Cook, **The Scientific Revolution in National Context**, Cambridge University Press, 1992, s. 127-129.

[154]**Bkz.** Alfred Fouille, **A. g. e.** , s.4.

[155]**Bkz.** Yavuz Aksoy, **Matematik [ve] Tarihi: Cilt II,** İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, 1999, s.235.

[156]**Bkz.** Macit Gökberk, **Felsefe Tarihi**, İstanbul, Remzi Kitabevi, 2008, s.228.

2.2.2. Descartes'ın Üç Rüyası

Descartes kendi ifadesine göre, Beeckman'la tanıştıktan tam bir yıl sonra 10 Kasım 1619 tarihinde gördüğü rüyalara kadar, her şeyden çok matematikten hoşlanmasına karşın henüz gerçek yararını anlamamıştır. Matematiğin yalnızca düzeneksel sanatlarda işe yaradığına ilişkin yaygın görüşe karşılık, Descartes, böylesine güvenilir ve sağlam temeller üzerine daha yüksek hiç bir yapının kurulmamış olmasından hayrete düşmüştür. Gördüğü rüyalar sonucunda, matematik ile felsefeyi birleştiren ve her disipline uygulanabilecek yöntemi bulduğunu ifade etmiştir.[157]

Yaşamının en önemli zamanı olarak addedilen bu günde Descartes arka arkaya üç düş görmüştür. İlk olarak, kendisinin sol tarafının felce uğradığını ve kolayca hareket edemediğini, daha sonra fantomlarla dolu bir rüzgâr estiğini ve onu havalandırarak bir koleje sürüklediğini, kolejde bulunan kilisenin avlusuna bıraktığını, fakat kilisenin kapısından giremediğini görmüştür. Avluda aslında tanıdığı ama bir türlü çıkaramadığı adam ona bir kavun hediye etmiştir. Descartes rüyasında korku duymuş ve korkuyla uyanmıştır. İkinci rüyasında uyurken korkunç bir gök gürültüsü ile rüyasından uyandığını ve odasında kötü cinlerin kıvılcımlarının olduğunu görmüş ve Tanrı'ya dua ederek uyandığını düşlemiştir. Descartes son rüyasında ilk olarak, masasında beliren ve aniden yok olan bir sözlük, daha sonra sözlüğün yerini alan Latin ozanların şiirlerinden oluşan bir antoloji görmüştür. Antolojinin içinde "Yaşamımda hangi yolu izlemeliyim?" dizesiyle başlayan bir şiir açılmıştır. Rüyanın sonunda ise tekrar bilimlerin birbirine bağlı olduğu sözlük belirmiş ve Descartes rüyanın içinde gördüğü bu üç rüyayı yine rüyasında yorumlamaya başlamıştır.[158]

---

[157] **Bkz.** Réne Descartes, **Söylem, Kurallar, Meditasyonlar**, Çev. Aziz Yardımlı, İstanbul, İdea Yayınları, 1996, s. 15.
[158] **Bkz.** Genevieve Rodis Lewis, **A. g. m.** , s.25-26.

Bu rüyalar daha sonra birçok psikolog tarafında çeşitli şekilde yorumlanmıştır.[159] Bu yorumlar genelde şu şekildedir: İlk rüyasında Descartes'ın, sol tarafının felce uğraması; eski günahlarının cezasını ödemesi, arınmış bir şekilde geldiği kolejde rüzgârlara rağmen kilisenin kapısından girememesi; bilim çalışmalarında o dönemde hâlâ etkisini sürdüren skolastiğin[160] bir parçası olamayacağı, aldığı kavun ise; düşünmek için yalnızlığa çekilmesi gerektiği şeklinde yorumlanmıştır. İkinci rüyasında, odasında kötü cinlerden Tanrı'ya dua ederek kurtulması; Descartes'ın skolastiği yok sayarak bulmak istediği sağlam bilgi için kendisine dayanak olarak yalnızca Tanrı'yı alacağı şeklinde betimlenmiştir. Son düşünde, sözlüğün önce belirip sonra kaybolması, Descrates'ın Tanrı esiniyle kuracağı düşünce sisteminin asla Rönesans düşüncesinde olduğu gibi eskilerin bir yinelemesi, tüm bilimlerin bir araya getirildiği basit bir sözlük olamayacağı şeklinde yorumlanmıştır. "Yaşamda hangi yolu izlemeliyim?" dizesi ise, oluşturacağı yeni felsefi yöntemin, tümüyle özgün, gerçek, apaçık ve seçik olması gerektiği, sözlüğün yeniden belirmesi, kuracağı yeni yöntemin tüm bilimlere uygulanacak bir evrenselliğe sahip olacağı şeklinde yorumlanmıştır.[161]

Dekartçı felsefe sisteminin oluşmasında etkin rol oynamış olan bu yorumların izleri, pratik anlamda *Geometri (La Géométrie,1637)* adlı çalışmasında görülmeden önce teorik anlamda sırası ile *Aklın Yönetimi İçin Kurallar (Regulae ad directionem ingenii,*1626-1628) ve *Metot Üzerine Konuşma (Discours de la methode,* 1637*)* adlı eserlerinde izlenmiştir.

---

[159]**Bkz.** Yavuz Aksoy, **Matematik [ve] Tarihi: Cilt II,** İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, 1999, s.235.

[160]**Skolastik,** Latince kökenli *schola* (okul) sözünden gelmektedir. Skolastik felsefe de "okul felsefesi" demektir. Çünkü bu felsefe ortaçağda din adamlarını yetiştiren manastır ve katedral okullarında işlenip gelişmiştir. Skolastik felsefe bir okul öğretisidir; öğretmek öğrenmek için işlenmiş ve sistemleştirilmiş olan bir teolojidir. Skolastiğin yöntem bakımından yapmak istediği, aklı (felsefeyi) vahyin doğrularına uygulayarak inanç konularını –olabildiği kadar- kavranılır yapmaktır; bununla da vahye karşı akıl yönünden ileri sürülmüş olan itirazları karşılayabilmektir. Buna göre, skolastik felsefenin istediği temellendirmek ve çürütmektir; yeni bir şey bulmak değildir. Skolastik felsefenin, Euklides tümdengelimsel geometrisine önem vermeside bundan kaynaklanmaktadır. Temellendirilip sistematik olarak derlenecek doğrular da kesin olarak formüllenmiş olan belli önermelerde –otoriteye dayanan, dogmatik önermelerde- böylelikle daha baştan saptanmış bulunuyordu. Bu düşünceyi desteklayen "*Credo ut intelligam",* anlamak için inanıyorum görüşü de, skolastik felsefenin çıkış noktası ve ereği olmuştur. **Bkz**. Macit Gökberk, Çev. **A. g. e.** , s.139-141.

[161] **Bkz.** Ahmet Ulvi Türkbağ,"Descartes'ın Üç Rüyası",**İstanbul Üniversitesi Hukuk Fakültesi Mecmuası**, Cilt:4, Sayı:4, 1997, s.25-26.

2.2.3. Yeniçağ Biliminin Karakterine Katkı: *Regulae ad Directionem Ingenii (Aklın Yönetimi İçin Kurallar)*

Descartes, hayatının yönünü değiştiren, kendisine, insanlığın gelişimine mükemmel katkı sağlayacak bilimlerin temellerini keşfetmeye yönelik yeni bir bakış açısı kazandıran rüyalarının etkisiyle çalışmalarına devam etmiştir. Orange Prensi'nin hizmetinden ayrıldıktan sonra bir süre Danimarka, Polonya ve Almanya gibi bazı Avrupa ülkelerini dolaşmış, Otuz Yıl Savaşları'nın başladığı dönemde yeniden askeriyeye dönmüş, bu defa Bavyera ordusunun Katolik Düküne hizmet etmeye başlamıştır.1623-1625 tarihleri arasında İtalya'ya yaptığı geziler dışında, 1622-1628 yılları arasında Fransa'da yaşamış ve kendisini sürekli düşünüp, çalışmaya adamıştır.[162]

Descartes'ın, Fransa'da geçirmiş olduğu bu dönemde, çalışmamız açısından da önem arz eden, biraz önce bahsetmiş olduğumuz, ilk felsefi eseri olan *Aklın Yönetimi İçin Kurallar (Regulae ad directionem ingenii,1626-1628)*[163] adlı yapıtını kaleme almış olduğu düşünülmektedir.[164]

Bu eserin çalışmamız ve düşünce tarihi açısından önemi, Descartes'ın eserde, daha sonra kendisinin de bilimsel çalışmalarında takip ettiği, hakikatin araştırılmasında insan zihninin izlemesi gereken yolları matematiksel düşünme

---

[162]**Bkz.** Afşar Timuçin,**Descartes Felsefesine Giriş,** İstanbul, Bulut Yayınları, 1999, s.49-50.

[163]Descartes bu çalışmayı 1629-1630 yıllarında Amsterdam'daki ilk kışı sırasında kağıda geçirmiştir. Ama bu eserle ilgili notlarına 1619'da yirmi üç yaşındayken başladığı ve on yıl boyunca konularını işlediği düşünülür. Çalışma Descartes'ın özgün tasarısına göre 36 kuraldan oluşacak ve bunlar onikişerlik üç kesim halinde düzenlenecekti. Ama 21'inci kurallada sonlanır ve son üçü açıklamadan bırakılır. *Regulae ad directionem ingenii*'nin el yazmaları yitiktir. Elimizdeki parça Descartes'ın ölümünden sonra 1701'de Amsterdam'da *R. Des-Cartes Opuscula Posthuma,physica et mathematica* başlığı altında basılan ilk Latince yayım üzerine dayanır. Kitap yayıncı ve dizgicinin sayısız yanlışları ile doludur. A. Garnier (Paris ,1835) ve A. Buchenau (Leipzig, 1907) metni yalnızca kendi tahminleri ile iyileştirmiş ve düzeltmişlerdir. Daha sonra Regulae'nin Leibniz tarafından 1859'da "oeuvres inédites de Descartes" t
a sözü edilen bir elyazması eşlemi Hannover'de Leibniz'in kitapları arasında bulunmuştur. Sonraki incelemelere temel alınan bu eşlemde de sorunlar vardır ve elyazısı Descartes'ın değildir. J. H. Glazemaker tarafından erken bir Hollandaca çeviride çevirmenin ölümünden sonra basılmıştır. Charles Adam bu çevirinin de ilk Latince baskı ile "hiç kuşkusuz" aynı eşlemi kullanmış olduğunu söyler.**Bkz.** Réne Descartes,**Söylem, Kurallar, Meditasyonlar**, Çev. Aziz Yardımlı, İstanbul, İdea Yayınları, 1996, s.7.

[164] **Bkz.** Afşar Timuçin,**A. g. e.** , s.50.

yöntemini kullanarak ortaya koymaya çalışmış olmasından kaynaklanmaktadır. Decartes böylece, farkında olmadan yeniçağ biliminin karakterini belirleyecek kuralları[165]koymuştur. Descartes, bu kuralları belirlerken, öncelikle tüm bilimlere uygulanacak tek bir çalışma ve ilerleme metodu belirlememiz gerektiğini söylemiştir.[166]Belirlediğimiz bu metot ise şu özellikleri sağlamalıdır: Metot doğrultusunda bir problem çözümünde ilerlerken, sezgilerimizden matematiksel kanıtlamalarda kullanılan kesinlik derecesinde emin olduğumuz müddetçe yararlanmamız gerekmektedir. Sezgilerimizi kullanırken, karmaşık ve karanlık önermeleri adım adım daha basit önermelere indirip, en basit sezgilerden başlayarak yine adım adım bütün öbür bilgileri, her defasında sağlamasını yaparak edinmeliyiz. Descartes, bu şekilde tümdengelimsel bir yolla problemi çözersek, elde edeceğimiz sonuçları sarsılmaz bir gerçeklikle elde edeceğimizi ifade etmiştir.[167]

Descartes, o zamana kadar okuduğu kitaplardan, birçok yeri görüp değişik düşüncelerle karşılaşmış olmasından, okulda almış olduğu eğitimden ve o dönemde tanışmış olduğu birçok filozof bilim adamının düşüncelerinden etkilenerek skolastik felsefeye ve geleneğine bir çok eleştiri getirmiştir. Descartes, getirdiği eleştirilerle ve yeniçağ biliminin öncüsü olmasıyla bilinse de, hem Yunan hem de Latin skolastiğinin temel taşlarından sayılan Euclides ve Platon'nun öğretilerinden çok etkilenmiş olduğunu ve bu etkinin *Kurallar* adlı kitabının dinamiğini oluşturduğunu görmek mümkündür. Nitekim çalışmamızda daha önce de bahsettiğimiz, Euklides'in *Elementler* adlı eserinde tanımlayıp kullanmış olduğu ve apriori olarak kesinliğinden şüphe edemeyeceğimiz aksiyom ile postulatlardan yola çıkılarak, evrensel bir biçimde formüle etmiş olduğu geometrik yasalardaki sarsılmazlıktan etkilenmiş ve

[165]Bu kurallar yirmibir tanedir ve bu şekildedir:Kural I: Bilimin Bütünlüğü , Kural II: Bilimde Pekinlik, Kural III: Bilimsel Bilgi: Ansal Sezgi ve Tümdengelim, Kural IV: Yöntem Zorunluğu, Kural V: Yöntemin Düzeni, Kural VI: Yöntemli Çıkarsamanın Doğası, Kural VII: Sıralama ya da Tümevarım, Kural VIII: İnsan Bilgisinin Sınırları, Kural IX: Görüş Keskinliğinin Gelişimi, Kural X: Kavrayış Keskinliğinin Gelişimi, Kural XI: Anlama Yetisini Gelişimi, Kural XII: Bilmede Öznel Ve Nesnel Koşullar, Kural XIII: Problemin Nesnesinden Soyutlanması, Kural XIV: Problemin İmgesel Betimlemesi, Kural XV: Problemin Duyusal Betimlemesi, Kural XVI: Orantının Cebirsel Betimlemesi, Kural XVII: Dolaylı Problemlerin Çözümsel Evrilmesi, Kural XVIII: Geometrik Cebir, Kurallar XIX, XX, XXI: Eşitliklerin Saptanması ve Yalınlaştırılması. **Bkz.**Réne Descartes,**Söylem, Kurallar, Meditasyonlar**, Çev. Aziz Yardımlı,İstanbul, İdea Yayınları, 1996, s.9.

[166]**Bkz.** Réne Descartes, **Aklın Yönetimi İçin Kurallar, Ç**ev. Müntekim Ökmen,İstanbul, Sosyal Yayınları, 1999,s.7.

[167]**Bkz. A. e.** , s.13,17,25.

Euclides'in geometri problemlerine uyguladığı yöntemin, tüm problemlerin çözümünde ve tüm bilimlerde uygulanabilecek bir metot olarak benimsenebileceğini düşünmüştür.

Aklın Yönetimi İçin Kurallar'ın, çalışmamız ve düşünce tarihi açısından bir diğer önemi de, Descartes'tan sonra on dokuzuncu yüzyıla kadar etkisini sürdürmüş olan mekanik felsefenin(mekanizm-mekanikçi maddecilik-mekanik gerekircilik)[168] temel düşüncesi olan mathesis universalis[169] anlayışının, bu kitapta zikredilmiş olmasıdır.

Bu anlayışa göre, bütün bilimler arasında sadece ve yalnızca matematikte kesin bir sağlamlık vardır. Matematik bilimine kesinlik ve sağlamlığını kazandıran şeyin ne olduğu bilindiği takdirde yani bütün bilimlerin üzerine temellendirilebilecek, genel-geçer bir ilke tespit edilebildiği takdirde, sağlam bir

---

[168]**Mekanizm,** Bütün fenomenlerin tamamen mekanik prensiplerle açıklanabileceğine ilişkin teoridir. Bütün fenomenlerin hareket halindeki maddenin sonucu olduğu görüşüdür ve bu hareket mekanik kurallarıyla açıklanabilir. Nihai nedene zıt olarak, etkili neden sayesinde külli açıklamanın teorisidir. Doğanın, bir makine gibi, her bir işlevinin otomatik olarak parçaları tarafından yerine getirilen bir bütün olduğu doktirinidir. Genel olarak, doğanın sadece hareket halindeki maddeden oluştuğu ve otomatik işlediği görüşüdür.**Bkz.** Dagobert D. Runes, **The Dictionary of Philosophy**, Philosophical Library, NY, 1983, s.194.

Mekanikçi Maddecilik, Doğal ve toplumsal olguların mekaniğin yasalarıyla açıklanabileceğini sanan özdekçilik anlayışı. Özellikle 17. ve 18. yüzyıl özdekçiliği bu yapıdadır ve bu adla anılır. Bu yüzyıllarda yer ve gök mekaniği pek gelişmiş ve bütün bilimleri olduğu gibi özdekçiliği de önemli ölçüde etkilemişti. Mekanik yasalara göre kurduğumuz ve işlettiğimiz bir makinenin artık nasıl işleyeceğini ve neler üreteceğini önceden bilebilirsek, öylece, evrensel belirlenişin tek kaynağı olan özdeksel nedenleri de bilmekle geleceği önceden bilebilir ve ona-tıpkı bir makinede olduğu gibi- önceden dilediğimiz yönü verebilirdik. İşte bu anlayış katıksız bir 'mekanikçi özdekçilik' anlayışıydı. **Bkz.**Orhan Hançerlioğlu, **Felsefe Sözlüğü,** İstanbul, Remzi Kitabevi, 1982, s.254-255.

Mekanikçi Gerekircilik, Her türlü nedeni mekanik nedene indirgeyen ve rastlantıyı nedensizlik sayarak yadsıyan gerekircilik anlayışı. Gerekirciliğe göre her olgunun bir nedeni vardır, mekanikçi gerekirciliğe göreyse bu neden mekaniktir ve birbirinden bağımsız bir neden-sonuç zinciri halinde sürekli olarak tekrarlanır. Aynı nedenler aynı sonuçları doğururlar, kendi nedeniyle belirlenen sonuç da kendi nedeniyle aynılaşır ve kendisiyle aynı olan yeni bir sonuç meydana getirir. Bu demektir ki gelişme (evrim) ve sıçrama (devrim) olanaksızdır.Diyalektik özden yoksun bulunan bu metafizik gerekircilik anlayışı rastlantıyı da yadsımakla, örneğin mikrofizikte gerçekleşen, birçok olayları açıklayamaz bir duruma düşmüştür. Oysa mekanik nedenden başka birçok nedenler vardır, nedenin sonucu etkilediği gibi sonuç da nedeni etkiler. Rastlantı nedensizlik değildir ve bilimseldir, değişmeler ise sıçramalarla gerçekleşir ve gelişimseldir. (Orhan Hançerlioğlu, **A. g. e.** , s.254-252)

[169]**Mathesis Universalis,** (Lat. universalis = evrensel)(Yun. mathesis - bilme, bilim, kesin bilim olarak matematik) Bütün bilimlerin kendisine dayandığı, bilgimizin bütün konularını kesin matematiksel biçimde kavrayabilen evrensel bilim. Bu ülküyü ortaya atanlar, biçimsel mantığı ve bilim öğretisini bütün bilimlerin dayandığı temel sayarlar, bütün bilgilerimizin matematiksel bir kesinliğe, seçikliğe ulaşabilmesini erek olarak görürler. **Bkz.** Bedia Akarsu, **Felsefe Terimleri Sözlüğü,** İstanbul, İnkilap Kitabevi,1998, s.128.

bilimler sistemi kurmak mümkün olabilecektir. Böylece, insan açısından bilinebilir tüm şeylerin bilgisini verecek olan bir temel bilim, matematiksel kesinlikli ve evrensel olan bir bilim kurulabilecektir. İşte, Descartes'ın "Evrensel Bilim (Mathesis Universalis)" olarak andığı bilim, ya da bilimlerin bilimi, kısaca budur.[170]

Descartes kural II'de matematiğin diğer bilimlere neden bir model olması gerektiğini şu şekilde ifade etmiştir:

> "İmdi, bütün bu konular üzerinde eksiksiz bilime değil, olası görüşlere varabiliriz, çünkü pek fazla kendimizi beğenmiş değil isek başkalarının yaptığından daha çoğunu düşünemeyiz. Böylece eğer hesabımız doğru ise, kuralımızı bugüne kadar bilinen bilimlerden yalnız aritmetik ve geometriye uygulayabileceğiz.....Biraz önce yukarıda başkaları tarafından bilinen bilim dalları arasında yalnızca aritmetik ve geometrinin yanlışlık ve belirsizlik kusurlarından bağışık olduklarını söylemiştik, şimdi de bunun niye böyle olduğunu daha bir titizlikle irdeleyeceğiz ve burada şeyleri bilmeye bizi iki yolun götürdüğünü ve bunlarında deney ve tümden gelim olduğunu belirteceğiz.....Bilim dalları arasında içinde yalnız aritmetik ve geometrinin çok daha kesin olmalarının nedeni, bu düşüncelerden açıkça çıkarılır; çünkü bir tek onlar deneyin şüpheli gösterebileceği hiçbir varsayım ile ilgisi olmayan arı ve yalın konuları ele alırlar ve bütünüyle akla uygun bir çıkarsama ile varılan sonuçlardan oluşurlar."[171]

Kural IV'te ise bu modelin uygulandığı "mathesis universalis" anlayışını bu kelimelerle anlatmıştır:

> "..... bence şu açık görülür ki yalnız sıra ve ölçü kullanılarak incelenen herşey matematiğe aittir, bu ölçünün, sayılarda, şekillerde, yıldızlarda, seslerde ya da herhangi bir konuda olmasının önemi yoktur. Bundan şu çıkıyor: Araştırması özel bir konuya bağlamadan, düzen ve ölçüyle yapılan herşeyi açıklayan genel bir bilim dalının bulunması gerekir: bu bilim iğreti

[170]**Bkz.** Durmuş Hocaoğlu, "Descartes'da Matematizm ve Mathesis Universalis",**Descartes'ın doğumunun 400. yılı nedeniyle Y.T.Ü. Matematik Bölümü tarafından düzenlenen ulusal sempozyum da Sunulan Bildiriler**, İstanbul,1996, s.29.

[171]Réne Descartes, **Aklın Yönetimi İçin Kurallar, Ç**ev. Müntekim Ökmen, İstanbul, Sosyal Yayınları, s.11-13.

bir ad ile değil, zaten tümel (mathesis universalis) matematiğin kullanımı ile kabul edilmiş olan eski adıyla belirlenir, çünkü o matematiğin bölümleri olarak adlandırılan öbür bilimleri de kapsar."[172]

Descartes bu eserde ayrıca, aritmetiğin objeleri olan sayıların son öğeleri olan birimlere bölünmesini, sonra bu birimlerin, belli hesap kurallarına göre(toplama, çıkarma vb.) yeniden birleştirilmesini önermiştir. Burada yapılan şey, son (kurucu) öğeleri bulup, bunlarla aritmetik objeleri yeniden kurmak olmuştur. Descartes' ın deyişiyle bu da bizim açık ve seçik olan bilgiye ulaşmamızı sağlamış olacaktır. İncelenen objenin son ve yalın unsurları ile bunlar arasındaki ilgiler kavranmışsa, bilginin açık ve seçik olacağını ifade etmiş olan Descartes, objelerin son ve yalın unsurlarını bize gerçekten de kavratan tek bilimin aritmetik olduğunu ve bu üstünlüğe sadece aritmetiğin sahip olduğunu belirtmiştir. Bundan dolayı, Descartes göz önünde bulundurduğu bilgi idealini en iyi gerçekleştiren aritmetiğin yöntemini geometriye aktararak, bu bilimi de aritmetik gibi açık ve seçik, yani sağlam ve doğru yapmak istemiştir.[173]

Descartes bu metodun pratik anlamda gösterimini, geometrik şekillerin birim hallerinin ifade edilmesini Kural XV'te, bu ifadelerle yapılabilecek dört işlemin açıklamasını ise Kural XVIII'de açıklamıştır.

Descartes, yine aynı çalışmada, kural XVI'da, matematik tarihi açısından büyük önem arz eden, günümüzde kullanılan şekliyle, bir eşitlikte bilinen büyüklükler için a, b, c, vb.; harfleri bilinmeyen büyüklükler için de A, B, C, vb. harfleri kullanmayı önermiştir.

Felsefe tarihinin belki de en önemli yapıtlarından biri olan bu eserini yazdıktan sonra, Descartes, 1628'de Hollanda'ya geri dönerek 1649 yılına kadar burada ikamet etmiş, düşünsel, bilimsel ve yazınsal dehasının en değerli ürünlerini

[172]Réne Descartes, **Aklın Yöntemi İçin Kurallar,** Çev. Müntekim Ökmen,İstanbul, Sosyal Yayınları, s.23.
[173]**Bkz.** Macit Gökberk, **A. g. e.** , s.231-232.

burada vermiş, özellikle matematik, geometri ve felsefe üzerine çığır açacak çalışmalar ortaya koymuştur. 1629 yılında, malesef günümüze ulaşamamış eseri *Metafizik Düşünceler*'i (*Traite de Metaphysique*), 1633 yılında da tamamlamış olmasına rağmen yayınlatmadığı[174], dört yıllık bilimsel bir çalışmanın ürünü olan *Dünya'*yı(*Le Monde, 1677*) yazmıştır.

2.2.4. Bilimsel Yönteme Katkı: *Discours de la Methode (Metot Üzerine Konuşma)*

Descartes, 1637 yılında, geniş kitleler tarafından tanınmasını sağlayan, çalışmamız açısından da belki de en önemli eseri olan *Metot Üzerine Konuşma* (*Discours de la Methode, plus la dioptrique, les mete'ores et la ge'ometrie qui sont des assais de cete methode*)[175] adlı hem bilimsel hem felsefi kitabını Fransızca olarak kaleme almıştır.[176] Eser, *Aklın Yönetimi İçin Kurallar* adlı eserinin, bir özetini içeren bir giriş ile optikle ilgili çalışmalarının olduğu*La Dioptrique*, analitik geometrinin ortaya çıkış noktası olarak görülen *La Géométrie* ve göktaşları ile ilgili *Les Meteores* adlı üç bölümle, aslında üç kitaptan oluşmaktadır.[177]

Eserin girişinde, Descrates bilginin kesinliği problemine değinmiş ve hakikatı bulmak için geliştirdiği argümanları sıralamıştır. Bu kuralları şöyle ifade etmiştir:

> "Böylece mantığı meydana getiren o bir sürü kural yerine aşağıdaki dört kuralın bana yeteceği, ancak, onlara uymaktan bir defa geri kalmamak

---

[174]1633 yılında, ünlü fizikçi Galileo'nun, Roma Katolik Kilisesi tarafından, dünyanın kendi etrafında döndüğünü iddia etmesi ve bilimsel kanıları yıkmaya çalıştığı ön iddiasıyla mahkum edilmiş olmasındandolayı, Descartes, *Dünya* (*Le Monde*)adlı eserini yayımlamaktan vazgeçmiş ve dostu Mersenne'ye yazdığı mektupta şöyle demiştir: "Öyle şaşırdım ki, neredeyse bütün yazdıklarımı yakmaya neredeyse kimseye göstermemeye karar verdim. Açıkça söyleyeyim, dünyanın döndüğü doğru değilse benim tüm felsefemin kaynaklarıda yanlıştır".**Bkz.**Afşar Timuçin,**A. g. e.** , s.52. Kitap ölümünden yıllar sonra, 1664'te basılmıştır.

[175]*Kurallar* Descartes'ın daha erken bir çalışması olmasına rağmen *Metot Üzerine Konuşma* yayımlanan ilk çalışmasıdır.

[176]**Bkz.** Afşar Timuçin,**A. g. e.** , s.52.

[177]**Bkz.** Réne Descartes, **Söylem, Kurallar, Meditasyonlar**, Çev. Aziz Yardımlı, İstanbul, İdea Yayınları, 1996, s.218.

için sağlam ve değişmez bir karar almam gerektiği inancına vardım. Birincisi, doğruluğu apaçık meydanda olmayan hiç bir fikri gerçek diye kabul etmemek: yani aceleyle vargıya varmaktan ve önyargılara saplanmaktan dikkatle kaçınmak ve vardığım yargılarda, ancak kendilerinden şüphe edilmeyecek derecede açık ve seçik olarak kavradığım şeylere yer vermekti. İkincisi, güçlüklerin her birini daha iyi ve daha kolay çözülebilmeleri için daha küçük parçalarına ayırarak incelemekti. Üçüncüsü, en basit ve anlaşılması en kolay şeylerden başlayarak, tıpkı bir merdivenden basamak basamak çıkar gibi, en bileşik şeylerin bilgisine yavaş yavaş yükselmek için –hatta doğal olarak, birbirleri ardınca sıralanmayan şeyler arasında bile bir sıra bulunduğunu varsayarak –düşüncelerimi bir sıraya göre yürütmekti. Sonuncusu ise, hiç bir şeyi atlamadığıma emin olmak için, her yanda eksiksiz sayımlar ve genel kontroller yapmaktı."[178]

Descartes bu kuralları oluştururken, aslında şimdiye kadar geometricilerin, kesin ve apaçık doğrular üzerinden, muhakeme silsileleri yoluyla varmış oldukları yeni doğruları ve problem çözümlerini elde etmekte kullandıkları yoldan faydalandığını belirtmiştir. Faydalandığı bu yolu artık bir metot olarak başka her şeyde kullanabileceği gibi, kendisinin de geometrik analizi ve cebiri bir arada çözümlerken bu yolu izlediğini söylemiştir.[179] Descartes'ın bu ifadesi yine aynı eserin ikinci kitabı olan *La Géométrie'*nin habercisi niteliğinde olmuştur.

Günümüzde apaçıklık kuralı, analiz kuralı, sentez kuralı, kontrol kuralı terimleriyle ifade edilen bu dört prensip, 17. yüzyıldan itibaren yaklaşık 200 yıl boyunca bilime hükmeden "metodoloji" nin basamaklarını oluşturmuşlardır.[180] Öyle ki; bilim devrimi ile birlikte, gözlem ve deney kullanımının önem kazanmasıyla, elde edilen veriler ışığında ortaya konan problemlerin çözümünde, yöntem olarak kullanılmışlardır. Hatta diyebiliriz ki; diğer bilim dallarının özellikle mekanik fiziğin

[178]Réne Descartes, **Metot Üzerine Konuşma,** Çev. Müntekim Ökmen,İstanbul, Sosyal Yayınları, 1994, s. 21-22.
[179]**Bkz. A. e.**, s. 22-23.
[180]**Bkz.** Yavuz Aksoy, **Matematik [ve] Tarihi: Cilt II,** İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, 1999, s.261.

Descartes'la birlikte yükselişe geçmesinin nedenlerinden biri merkezinde kuşkucu, analitik ve akılcı bir metodu barındırmış olmasından kaynaklanmaktadır.

Prof. Dr. Erdal İnönü'nün, Descartesçı metodun, karmaşık bir problemin çözümüne ulaşmaktaki önemini göstermek için paylaşmış olduğu anekdot aşağıdaki gibidir:

> "Prof. Ratip Berker'in akışkanlar mekaniğindeki bir problemi nasıl çözdüğünü anlattığı bir konuşmasında, esas denklemi yazdıktan sonra, 'problemi bu şekilde çözemiyoruz. Descartes'ın öğüdünü uygulayalım. Probleminizi daha küçük daha basit parçalara ayırın, öce onları çözün! demişti. Biz de öyle yapalım' diyerek çözümü bulduğunu hatırlıyorum. Kuşkusuz burada denklemi çözen, Descartes'ın öğüdünden çok Berker'in becerisidir. Ama sözle de olsa, Descartes'ın etkisinin ne kadar geniş bir alanda görüldüğüne bir örnek olarak burada hatırlattım."[181]

Descartes, hemen hemen bütün disiplinler için ortaya koymuş olduğu düşünme yöntemini, felsefi düşün yöntemi olarak da kullanmıştır. Öyle ki; Descartes, belirlediği bu dört kural doğrultusunda her şeyden şüphe etmekle işe başlamış, bütün her şeyden şüphe duyan, her şey yanlış olsa bile, bu yanlışlığı düşünen bir *ego'*nun varlığına işaret ederek, "Düşünüyorum öyleyse varım (cogito, ergo sum)" şeklinde ifade ettiği ünlü önermesini sunmuştur. Descartes, "cogito"üzerine inşa etmiş olduğu felsefesinde sezgisel[182] olarak bilebildiği sonsuz bir güç olan Tanrı'nın, mükemmel olduğu için yarattıklarını aldatamayacağını ileri sürmüş ve dış dünya diye tabir ettiğimiz maddi dünyanın kavradığımız gibi var olduğunu ileri sürmüştür. Matematiğin apaçıklığı ve kesinliği gibi bilebildiği şeylerin varlığından kesinlikle şüphe duyulmaması gerektiğini söyleyen Descartes, yine apaçık olarak idrak ettiği

[181]Erdal İnönü, "Descartes'ın Cumhuriyet Kuşaklarına Etkisi ve Bazı Düşünceler**",Descartes'ın Doğumunun 400. Yılı Nedeniyle Y.T.Ü. Matematik Bölümü Tarafından Düzenlenen Ulusal Sempozyumda Sunulan Bildiriler**, İstanbul, 1996,s.14.

[182]Descartes'ın sezgisel olarak ifade ettiği şey, Euclides'in ortaya koymuş olduğu aksiyomlar ya da postulatlarda, 2+2'nin 3+1'e eşit olacağını, iki doğru arasındaki en kısa mesafenin de söz konusu olan bu iki doğru arasındaki dik çizgiolacağını bilmemiz gibi apaçık olarak düşünen *ego*'da beliren, kanıt gerektirmeyen, doğuştan bizimle var olan doğrulardır. Yani Descartes'ın sezgi dediği şey duyusal değil tamamamen akılsaldır.

düşünen beni, Tanrı'nın varlığını ve dış dünyanın varlığını garanti altına almıştır. Böylelikle, şüphe yerini, kesinliğe, akla ve sarsılmaz bir güvene bırakmıştır.[183]Descartes'a göre varlık artık; her şeyin kendisine tâbi olduğu ama kendisi hiçbir şeye tâbi olamayan sonsuz cevher(töz)[184]olan Tanrı'dan, düşünen cevher yani ruhtan ve uzamda yer kaplayan cevher yani cisimden oluşmaktadır.[185]

Bu çıkarsamaların ışığında Descartes, matematikte ulaşacağımız sonuçları, sezgisel olarak bildiğimiz apaçık ve kesin bilgiler üzerine, tümdengelimsel yolla genişleterek bulabileceğimizi ifade etmiştir. Tanrı'nın da, sonsuz bir güç olduğunu ve dilerse matematiksel doğruları tersine çevirebilme yetisine sahip olduğunu, fakat mükemmel olduğu için ve yarattıklarını aldatmayacağından dolayı bu doğruların gerçek olduğunu söylemiştir. Ayrıca, ancak Tanrı'ya inanan insanların matematiksel hakikatleri tatminkâr bir dayanakla kabul edebileceğini; Tanrı'ya inanmayan birinin, "üçgenin iç açıları toplamı iki dik açının toplamına eşittir" önermesi gibi bir önermenin doğruluğu konusunda aldanıp aldanmayacağını bilemeyeceğini vurgulamıştır.[186]

Çalışmamızla ilgili olarak, *Metot Üzerine Konuşma'*nın içinde yer alan *La Géométrie*, ayrı bir başlık altında incelenecektir.

2.2.5. Hayatının Son Yılları ve Son Eserleri

1640 yılında, ünlü düşünür Descartes'ın Francine adlı kızı henüz beş yaşındayken hayatını kaybetmiştir. Bu ölüm, ünlü düşünürü derinden sarsmış olsa da

---

[183]Descartes, matematikte Euclides'ten etkilenerek, doğruluğunu apaçık olarak bildiğimiz aksiyomlardan hareket ederek felsefesini sistemleştirmiş olsada, 19.yy'da ortaya çıkan Euclides dışı geometriler o zamana kadar kesinliğinden şüphe edilmeyen aksiyomların geçerliliğini tehdit etmiştir.

[184]**Töz**, [Alm. Substanz] [Fr., İng. Substance] [Lat. Substantia] [Yun. Hypostasis, hypokeimenon=altta bulunan] [es. t. Cevher]: (Yunanca'da ousia= öz de aynı anlamda kullanılır.) Değişen durumlara ve niteliklere karşı kalıcı olan; bir başka şeyle ya da bir başka şeyde değil, kendi kendisiyle, kendi kendsinde var olan. Bağımsızca kendi içinde var olan. Spinoza'nın tanımı ile " Varoluşu için başka bir şeye gereksinme duymayan şey." Bağlılaşık kavramı – ilinek. Modern doğa bilimleri için töz, görüngülerin taşıyıcısı anlamında biçimsel bir kavramdan başka bir şey değildir. **Bkz.** Bedia Akarsu, **A. g. e.** , s. 179.

[185]**Bkz.** Alfred Weber, **Felsefe Tarihi,** İstanbul, Sosyal Yayınları, 1998, s. 217-218.

[186]**Bkz.** Bekir S. Gür, "Descartes'ın Matematik Felsefesi**", Matematik Dünyası**, 2005 Bahar, s. 103.

çalışmalarını ara vermeden sürdürmüş ve 1640 yılında *Düşünceler (Meditations*)adlı eserleri kaleme almıştır. Utrecht Üniversitesi tarafından sakıncalı bulunan *Düşünceler* yerel otoritelerce, ateizm öğeleri içerdiği gerekçesiyle düşünürün mahkum edilmesine neden olmuş, iki yıl sonra aynı üniversite, eser hakkında yapılacak tüm yanlı-yansız yorumları yasaklayarak, "nötr sansür" uygulaması getirmiştir.[187]

Aynı dönemde, Bohemya Prensesi Elizabeth'le, başta matematik, geometri, tıp, felsefe, metafizik olmak üzere çeşitli bilim dallarından siyasete kadar pek çok konu hakkında, yazışmalara başlayan Descartes, prensese ithaf ettiği *Felsefenin İlkeleri (Principia philosophiae, 1644)* adlı kitabını 1644'de Amsterdam'da yayımlamıştır.[188]

1649 yılında ise ölümünden kısa bir süre önce, *Ruhun Tutkuları* (*Les passions de l'âme*) başlığını taşıyan incelemesini tamamlamış ve yayımlamıştır.[189] Aynı yılın Kasım ayında ise, eserlerinden çok etkilenen ve onun dehasından yararlanmak isteyen İsveç Kraliçesi Christina'nın ricasını kırmayarak, ona ders vermek üzere Stockholm'e yerleşmiştir. Ancak kraliçenin talebi doğrultusunda derslerin, sabahın oldukça erken saatlerinde yapılması nedeniyle, hayatı boyunca geç kalkmaya alışkın olan Descartes'ın fizyolojik dengesi bozulmuş, aşırı soğuk iklime uyum sağlayamayan vücudu ise bitkin düşmüş ve zatürreeye yakalanarak, 11 Şubat 1650 tarihinde, 54 yaşında hayatını kaybetmiştir.[190]

Özetle diyebiliriz ki; Descartes, hakikat arayışında, kendine matematiksel modelli bir sistem kurmaya çalışmıştır. Bu model doğrultusunda, sadece matematikte kullanılan ilk bilgi olan, sezgiyle bilebildiğimiz, kimse öğretmese de doğruluğunun aklımızda apaçık olarak belirdiği, doğuştan bizimle gelen aksiyom ve postulatlardaki gibi bilgileri doğru olarak kabul etmemiz gerektiğini belirtmiştir. Bu doğrular

[187] **Bkz.** Geneviéve Rodis-Lewis,**A. g. m.** , s. 33-35.
[188]**Bkz.** Yavuz Aksoy, **Matematik [ve] Tarihi: Cilt II,** İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, 1999, s.241.
[189] **Bkz.** Frederik Copleston, **Felsefe Tarihi 4/a Descartes,** İstanbul, İdea Yayınevi, 2010, s.75.
[190]**Bkz.** Yavuz Aksoy, **Matematik [ve] Tarihi: Cilt II,** İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, 1999, s.242.

ışığında da, tümdengelimsel yolla, adım adım titizlikle ispatlayacağımız teoremlerdeki gibi sarsılmaz kesin bilgiye ulaşabileceğimize işaret etmiştir. İşte bu kesinlik, Descartes'ın matematiğe olan hayranlığının nedenidir. Büyük şaşkınlığı ise, felsefenin var olmasından beri hakikati bulmak isteyen insanoğlunun kesinlik arayışında matematikte kesin bilgilere ulaşmadaki metodu şimdiye kadar uygulamayışı olmuştur.

2.3. DESCARTES VE ANALİTİK GEOMETRİ

Descartes, çalışmamızda daha öncede bahsetmiş olduğumuz gibi, tüm bilimler için bir problem karşısında uygulayacağımız bir metot ortaya koymuş bu metodu kendi bilimsel çalışmalarında da uygulamıştır. Bu uygulamanın matematik ayağını *Metot Üzerine Konuşma'*nın içinde yer alan *Geometri (La Géométrie)* adlı çalışmasında görmekteyiz. Descartes bu çalışmasında ortaya koymuş olduğu yöntem doğrultusunda ilerlerken, bugün analitik geometri olarak adlandırılan geometri dalının temellerini atmıştır. Bu başlık altında öncelikle, analitik geometrinin oluşmasına neden olarak gösterilen *La Géométrie* vekatkısı, daha sonra ise *La Géométrie*'den analitik geometrinin ayrı bir geometri dalı olarak görülmesine kadar geçen süreç incelenmeye çalışılacaktır.

2.3.2. *LaGéométrie* ve Katkısı

Réne Descartes'ın analitik geometrisinin kaynak eseri, olan *La Géométrie* adlı çalışmasıdır. Bu çalışma, Descartes'ın daha öncede değinilen ve üç kitaptan oluşan *Metot Üzerine Konuşma (Discours de la Methode,1637)* adlı eserinin içinde ikinci kitap olarak yer almıştır. Bu bölümde *La Géométrie*'nin incelemesi yapılacak ve analitik geometrinin adım adım doğuşu ortaya konmaya çalışılacaktır.

*La Géométrie'*nin incelemesine geçilmeden denilebilir ki, eser, notasyon anlamında günümüz insanının, zorluk çekmeden anlayabileceği ilk eser olma özelliğine sahiptir.[191] Kitapta günümüzden farklı olarak,sadece eşitlik notasyonu olan '=' işareti yerine '□'simgesi ve 'b^2' üslü gösterimi yerine 'bb' çarpımı kullanılmıştır. Ama 'b^3', 'b^4', gibi pozitif tam sayıların üslü gösterimi aynen bu şekilde ifade edilmiştir. Descartes'ın kullanmış olduğu notasyon biçimive günümüzdeki çok yakın karşılıkları aşağıdaki gibi örneklendirilebilir.

Descartes'ın kullanmış olduğu notasyon:

"□ □ b. Ou
□^{2} □--a □+bb. ou
□^{3} □+a □^{2}+bb□--c^3. Ou
□^{4} □ a □^{3}--c^3 □+d^4. &c." [192]

Günümüzde ki karşılıkları:

$z=b$
$z^2=-az+b^2$
$z^3=az^2+b^2z-c^3$
$z^4=az^3-c^3z+d^4$

şeklindedir.

Matematikte kullanılan bu notasyon biçimi, günümüzdeki biri için çok doğal gelse de, Descartes'ın yaşadığı dönemdeki biri için, matematik çalışmalarını geliştirebilmesi ve daha kolay anlaşılabilmesi için dönüm noktası niteliğinde bir gelişme olmuştur. Descartes'ın bu konudaki katkısının önemini vurgulamak üzere

[191]**Bkz.** Carl B. Boyer, **A. g. e.** , p.84.
[192]Réne Descartes, **La Géométrie,** Translated from the French and Latin by David Eugene Smith and Maria L. Latham, NewYork**,** Dover Publication**,** 1954,s. 9.

şöyle bir örnek verebiliriz. Descartes'tan önce yaşamış olan, İtalyan matematikçi Bombelli, *L'Algebra* (1572)adlı kitabında günümüz notasyon biçimiyle

$4+\sqrt{24-20x}=2x$

şeklinde ki cebirsel eşitliği;

Eguale'a: Eşittir
.p. : Toplama(+)
.m. : Çıkarma(-)
R.q. : Karekök
└ ┘ : Parantez

olmak üzere;

4.p.R..q.L, 24.m.20, □ Egualea'2

gibi gösterimlerle ifade etmiştir.[193]

Sembol kullanımındaki farkların, matematikteki gelişmelere katkısını gösteren en iyi örneklerden biri de Newton ve Leibniz arasında yaşanmıştır. Leibniz ve Newton'un aynı zamanlarda ama birbirlerinden bağımsız olarak buldukları sonsuz küçükler hesabında, Newton, x gibi bir değişkenin değişme oranını ifade etmek için$\dot{x}$ notasyon biçimini, Leibniz ise, x'in sonsuz küçük artışlarının, zamanın yani *t*'nin sonsuz küçük artışlarına bağlı olduğunu gösteren, *dx/dt* notasyon biçimini kullanmıştır. Leibniz ile Newton aynı şeyi ifade etmek isteseler de, Leibniz'in gösterim şekli daha açıklayıcı olmuştur. Bu yüzden Leibniz'in notasyon biçimini benimseyen ülkelerde bu konu üzerinde büyük gelişmeler yaşanırken, Newton'a duydukları saygıdan dolayı Newton'un gösterim şeklini kullanan İngiltere'de

[193]Erol Balkanay, "Descartes ve Matematik Sembollerin Gelişimine Etkisi",**Descartes'ın doğumunun 400. yılı nedeniyle Y.T.Ü. Matematik Bölümü tarafından düzenlenen ulusal sempozyumda Sunulan Bildiriler,** İstanbul,1996, s.55-56.

neredeyse hiç bir gelişme olmamıştır. Hatta on dokuzuncu yüzyılın ikinci on yılında John Herschel (ünlü astronom William Herschel'in oğlu) Leibniz'in teklif ettiği gösterim şeklinin İngiltere'de benimsenmesi için Cambridge Üniversitesi'nde bir cemiyet kurmak zorunda kalmıştır.[194]

Bütün bu örnekler sonucunda diyebiliriz ki, Descartes'ın sembolleri bu şekilde kullanması, cebirin sembolik yapısının ilerleyip gelişmesi ve matematikteki bir problemin kolaylıkla ifade edilip çözülebilmesi yönünde büyük katkı sağlamıştır.

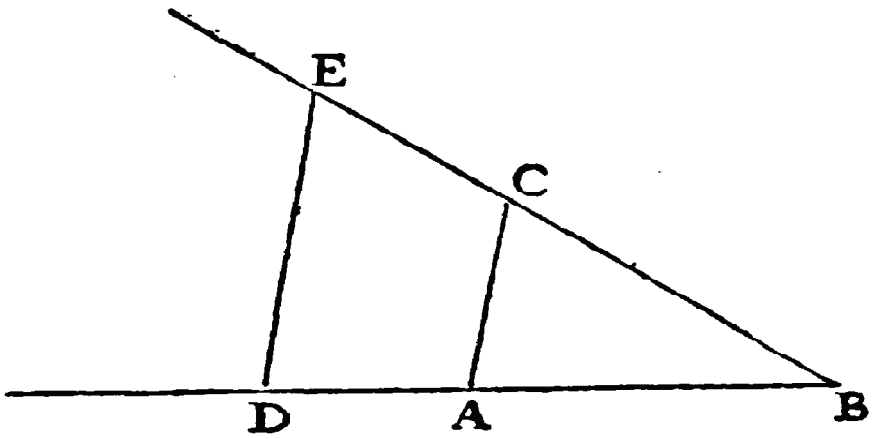
Hemen hemen günümüz matematiksel notasyon biçimiyle yazılmış olan, *La Géométrie* kendi içinde üç bölüme (kitaba) ayrılmıştır. Bu bölümlerden ilki, "Sadece Doğru ve Çember Gerektiren Problemlerin Yapısı", ikincisi "Eğrilerin Doğası Üzerine", üçüncüsü ise "Katı ve Çok Boyutlu Cisim Problemlerinin Yapısı Üzerine" adını taşımaktadır.

*La Géométrie'*nin ilk bölümünde, aritmetiksel analizin geometrik yorumu ile, analitik geometrinin çıkış noktası olarak görülen Pappus probleminin çözümüne yer verilmiştir. Bu çözümle, diğer problemlerin nasıl çözüleceğine dair yöntemde ortaya konmuştur. İkinci bölümde, eğrilerin sınıflandırılması ve tanjant (ya da normal) metodu anlatılmıştır. Eğrilerin sınıflandırılması ile *La Géométrie'*nin ontolojik alanı belirlenmiştir. Üçüncü bölümde ise eşitliklerin kökleri üzerine cebirsel analiz uygulamaları ve sadece katı cisimlerin değil diğer problemlerin çözümlerinin nasıl genelleştirilebileceği ele alınmıştır. Descartes problemleri, çözümlerinde kullanılan en basit eğriye göre sınıflandırarak, problem çözümlerini genelleştirmiştir.[195]

Descartes, Yunan matematikçilerin aynı düzgün doğru üzerinde, doğru parçalarını uç uca dizmek suretiyle toplama ve geometrik işlemler arasında uygunluk kurabilmiş olmalarına rağmen, çarpımın sonucunun çarpılanlarla aynı türden farklı

[194] **Bkz.** Colin A. Ronan, **A. g. e.** , s.413.
[195] **Bkz.** Paolo Mancuso, **Philosophy of Mathematics and Mathematical Practise in Sevententh Century,** New York, Oxford University Press, 1996, s. 81.

olan, çarpılan ve çarpandan oluşturulan dikdörtgen (alan hesabı) dışında çarpmayı kavrayamadıklarını görmüş ve bu duruma bir açıklık getirmek istemiştir.[196] Bunun için, "Sadece Doğru ve Çember Gerektiren Problemlerin Yapısı" başlıklı ilk bölümde, *Aklın Yönetimi İçin Kurallar* adlı eserindeki Kural XV ve Kural XVIII'de değinmiş olduğu gibi, öncelikle geometrik şekillerin birim hallerinin(eğer problemde herhangi bir veri verilmemişse, birim uzunluk keyfi olarak seçilebilir) ifade edilmesi gerektiğini ve bundan sonra dört işlemin rahatlıkla tanımlanabileceğini belirtmiştir. Descartes, bu işlemlerin geometride aritmetik yapmak değil daha çok geometrik doğru parçalarının cebirini mümkün kılmak olduğunu vurgulamıştır. Bunu da aşağıdaki gibi örneklendirmiştir.



Şekil 17 Réne Descartes, **La Géométrie,**Translated from the French and Latin by David Eugene Smith and Maria L. Latham,NewYork**,** Dover Publication**,** 1954,s,4.

"AB birim uzunluk olsun ve BD ile BC çarpımı sağlansın. Birbirine bağlantılı A ve C noktalarının oluşturduğu doğru parçasına paralel DE doğru parçasını çizelim; bu durumda BE,BD ile BC'nin çarpımı olur.

|AB|=1 birim,

[196] **Bkz.** Charles Coulston Gillispie, **"René Descartes",** Dictionary of Scientific Biography, New York, Princeton Universty, Volume 3, 1981, s.57.

benzerlik özelliğinden;

|AB|/|BD|=|BC|/|BE| olur,

1 /|BD|=|BC|/|BE| olur,

Bu durumda,içler dışlar çarpımı yaparsak;

|BE|=|BC|.|BD|

olur."[197]

Descartes, *La Geometri'*nin ilk bölümünde daha sonra, ünlü Pappusproblemini (dört doğru denklemi) tanımlayıp çözmeye başlamış, "Eğrilerin Doğası Üzerine" başlıklı ikinci bölümünde ise çözüm sonucunda çıkan eğrileri sınıflandırarak çözümü bitirmiştir. İşte, Descartes'ın benzersiz matematiksel başarı iddiasının kökeninde, Pappus tarafından ortaya konan, hem antik çağda hem de modern dönemde çözümsüz kalan bir probleme getirdiği bu çözüm yer alır. Bu probleme sunulan çözüm, diğer bütün geometri problemlerinin nasıl çözüleceğine ilişkin bir paradigma olma özelliği taşımaktadır.[198] Çalışmamız açısından kitabın can alıcı bölümü de tam olarak bu çözümdür. Zira kartezyen koordinat sistemi diye tabir ettiğimiz sistemin ve bu sistem üzerinde aranılan bir noktanın neyi ifade ettiğini belirlemek gibi analitik geometrinin temelini oluşturan olguların izlerini, Descartes burada ortaya koymuştur.

Descartes'ın çözümüne geçmeden önce, ilk olarak Pappus'un "Üç ve Dört Doğru Problemi" olarak da bilinen probleminin, neyi sorduğunu bilmek, Descartes'ın çalışmasını anlamak açısından yararlı olacaktır.

Pappus problemi aşağıdaki gibidir:

---

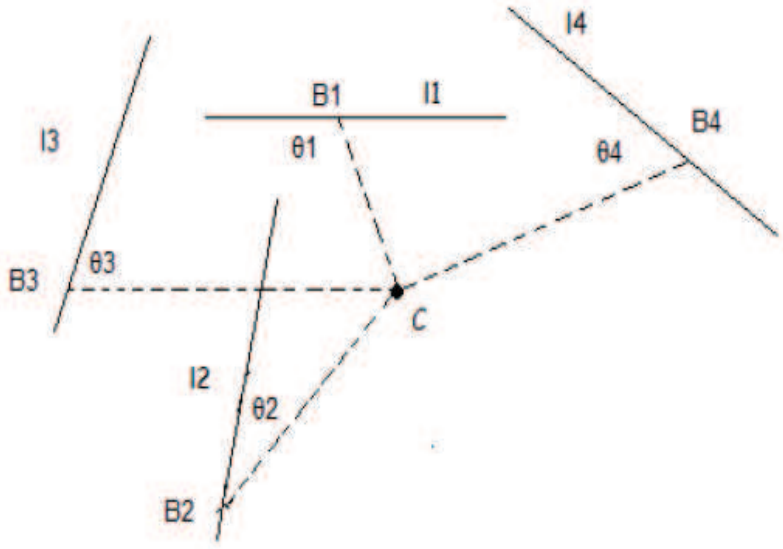
[197]**Bkz.** Réne Descartes, **La Géométrie,** Translated from the French and Latin by David Eugene Smith and Maria L. Latham,NewYork**,** Dover Publication**,** 1954,s.5.

[198] **Bkz.** Paolo Mancuso, **Philosophy of Mathematics and Mathematical Practise in Sevententh Century,** New York, Oxford University Press, 1996, s. 68.

Şekil 18'deki gibi l_1, l_2, l_3, $l_4$doğrusuyla dört θ_1, θ_2,θ_3, θ_4 açısı verilmiş olsun. *C*,herhangi bir nokta olsun. Verilmiş bu her dört doğru için, *C*'den geçen ve l*i* doğrusuyla θ*i* açısında kesişen bir doğru çizelim. Dört yeni doğru daha elde etmiş olduk. Bunlara, şekilde de görüldüğü gibi, CB_1, CB_2,CB_3 ve CB_4 diyelim. Verilmiş bir α sayısı olsun. Verilmiş doğrulardan ikişer ikişer seçerek ikigrup belirleyelim. Pappus probleminde bütün bu verilenlerle

$$CB_1 \cdot CB_2 = \alpha \cdot CB_3 \cdot CB_4 \qquad (1)$$

denklemiyle ifade edilen koşulu sağlayan C noktalarının oluşturduğu geometrik yerin ne olduğunu sormuştur.[199]



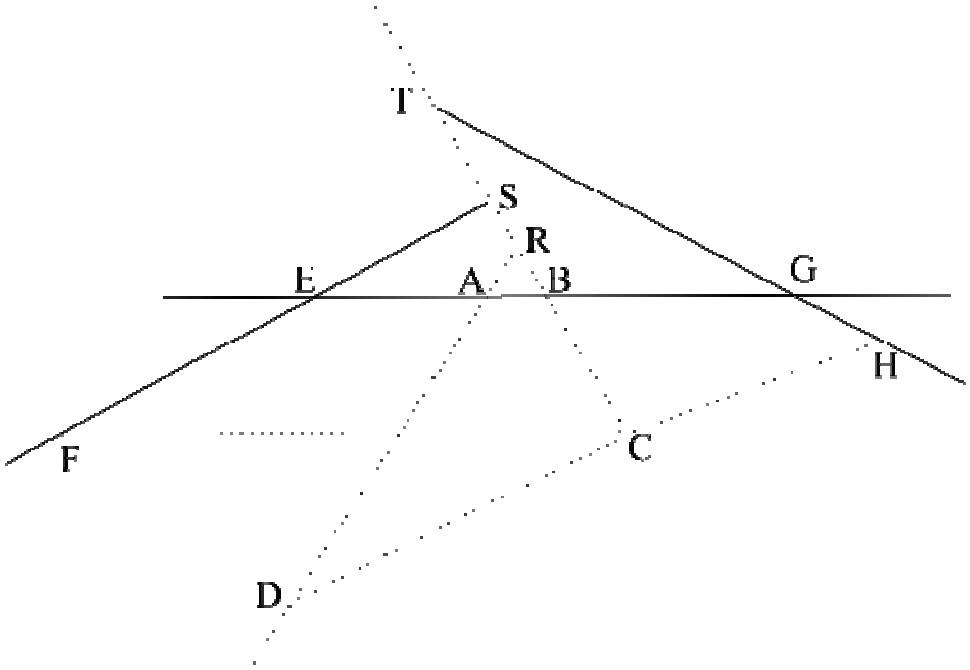
Şekil 18 Robert Lenglands, "Descartes ve Fermat"**, Matematik Dünyası**, 2005 Yaz, s.55.

Üç veya Dört doğru problemi olarak anılan bu probleme, Descartes'ıngetirmiş olduğu çözüm, matematikte yepyeni bir çığır açmıştır.[200]

Descartes'ın çözümü ise aşağıdaki gibidir:

[199]**Bkz.** Robert Lenglands, **Descartes ve Fermat,** İstanbul, Matematik Dünyası, 2005 Yaz, s.55.
[200]**Bkz. ,A. e. ,** s.55.

Descartes Problemi üç doğru için değil dört doğru için çözmüştür. Yine öncelikle Descartes'ın problemin çizimini nasıl yapmış olduğunu inceleyerek işe başlayalım.



Şekil 19 Réne Descartes, **La Géométrie,**Translated from the French and Latin by David Eugene Smith and Maria L. Latham,NewYork**,**Dover Publication**,** 1954,s. 27.

CBA açısı $_1$, CDA açısı$_2$, CFS açısı $_3$ ve CHT açısı $_4$ olsun. GE doğrusu l_1, DR doğrusu l_2, FS doğrusu l_3 ve TH doğrusu da l_4 olsun. Keyfi bir C noktası için

$$CB.CD=\alpha.CF.CH \qquad (1)$$

denklemi sağlansın.

Bu belirlemelerin ışığında Descartes problemi çözmeye koyulmuştur. İlk olarak, ana uzunluklar olarak AB ile CB uzunluklarını seçmiştir. AB uzunluğunu x olarak ve BC uzunluğunu da y olarak göstermiştir.

Daha çok uzunluk olarak değil de eşitliklerde referans pozisyon olarak kullanılan ‘x’ ve ‘y’ , kitap boyunca, Oresme’nin betimlediği anlamda herhangi bir koordinat çizimine rastlanmamış olsa da (bkz. Şekil 13), daha sonra koordinat sisteminin Descartes’ın adıyla, kartezyen koordinat sistemi olarak anılmasını sağlayacak, çağdaş anlamda kullandığımız ordinatlar olacaktır.[201]

Descartes, (1) formülünde beliren CB, CD, CF ve CH uzunluklarını x, y ve bilinen uzunluklar cinsinden teker teker yazarak çözüme devam etmiştir.

CB zaten y olarak verilmiştir. CD, CFve CH uzunluklarının ise tek tek bulunmuştur.

Şöyleki; l_2, l_3, l_4 doğruları $l_1$doğrusunu A, E ve G noktalarında keserler. Bu doğrular, şekilde gösterildiği gibi CB doğrusunu da sırasıyla R, S ve T noktalarında kesmiş olsunlar.

RAB ile RBA açıları veriler tarafından belirlenmiş (yani değişmez) olduklarından, hem ARB üçgeninin açıları hem de AB ile BR arasındaki oran belirlenmiştir. Bu oran z:b olsun. Ne z ne de b niceliği belirlenmiş değildir, yalnız AB ile BR arasındaki oran olan z/b sayısı belirlenmiştir.

Descartes böylece;

$$RB= bx/z$$

denklemini ve buradan da

$$CR = y + bx/z$$

denklemini elde etmiştir.

[201] **Bkz.** Carl B. Boyer, **A. g. e.** , s.86.

Descartes pozitif sayıları tercih ettiğinden, B'nin C ile R arasında bulunduğu durumda son denklemi kullanmıştır.Bu durumda Descartes için fazladan iki incelenecek durum daha ortaya çıkmıştır.

R noktası C ile B noktasının arasındaysa

$$CR = y - bx/z$$

denklemini elde etmiştir.

Öte yandan C noktası Bile R noktasının arasındaysa,

$$CR = -y + bx/z$$

denklemini kullanılacağını belirtmiştir.

Anlatılan yöntemi uygulamaya devam edecek olursak; RDC açısı verilmiş olduğundan ve CRD açısı bilinen BRA açısına eşit olduğundan, DRC üçgeninin açıları ve dolayısıyla CR ile CD kenarları arasındaki oran bilinmektedir. Bu oran z:c olsun.

Şu halde CR kenarı y + bx/z sayısına eşit olduğundan,

$$CD = CR \cdot CD/CR = cy/z + bcx/z^2$$

olur. z'nin sadece her uzunluğu bir sayıya dönüştüren birim olduğunu vurgulamakta fayda vardır.

Ayrıca, AB, AD ve EF doğruları verilmiş olduğundan, AE aralığının uzunluğu da verilmiştir. Descartes bu uzunluğu k harfiyle göstermiştir. O zaman

$$EB = k + x$$

olur. Ama Descartes'ın pozitif sayıları tercih etmiş olmasından dolayı, yalnızca şekildeki gibi A noktasının EB aralığında olduğu durumun değil, her durumun üstünde ayrı ayrı durmuştur. Örneğin B noktası EA arasında bulunursa, EB uzunluğu $k - x$ sayısına eşit olur veya E noktası BA arasında bulunursa uzunluk $-k + x$ olur.

Descartes, daha sonra, ESB üçgeninin açılarının verilmiş olduğunu dikkate almış, EB ile BS arasındaki oranın belirlenmiş olduğunu kaydetmiştir. Bu oran z:d olsun. Şu halde;

$$BS = EB \cdot BS/EB = (dk + dx)/z$$

ve durum şekildeki gibiyse

$$CS = CB + BS = (zy + dk + dx)/z$$

olur.

Durum şekildeki gibi değilse, formül benzerdir fakat bazı artı işaretlerinin yerine eksi işaretler konması gerekir.

Descartes FSC üçgeninin her açısının bilindiğini dikkate almıştır. Dolayısıyla CF ile CS uzunluğu arasındaki oran belirlenmiş olur. Bu oran e:z olsun.

Demek ki,

$$CF = CS \cdot CF/CS = (ezy + edk + edx)/zz$$

eşitliği söz konusudur.

Descartes AG uzunluğunu l harfiyle göstermiştir. Ondan sonra, BGT üçgeninin her açısı bilindiğinden, BT ile BG uzunluklarının oranı olarak not edilen f:z de belirlenmiş olur.

Dolayısıyla,

$$BT = BG \cdot BT/BG = (fl - fx)/z,$$

$$CT = BC + BT = (zy + fl - fx)/z$$

eşitliklerini elde etmiştir.

Nihayet Descartes TCH üçgenini kullanarak CH ile CT uzunluğu arasındaki oranın belirlenmiş olduğunu görüp bu oranı g:z olarak kaydetmiş veson olarak

$$CH = CT \cdot CH/CT = (gzy + gfl - gfx)/zz$$

denklemini elde etmiştir.

Böylece, CB, CD, CF ile CH uzunluklarını elde etmiştir. Bu uzunluklar:

$$CB=y,$$

$$CD=czy+bcx\backslash z^2$$

$$CF=ezy+dek+dex\backslash z^2$$

$$CH=gzy+fgl-fgz\backslash z^2 \qquad (4)$$

şeklinde bulunmuştur.

Descartes (1) denklemini değil,

CB × CF = CD × CH (6)

(6) denklemini incelemiştir. Yani Descartes α sabitini 1 almış ve ayrıca CD ile CF doğrularını değiş tokuş etmiştir.

Descartes,(4) ve (6)'yı kullanarak ve biraz hesap yaparak,

$y^2 = [(-dekz^2+cfblz)y+(-dez^2x-cfgzx+bcgzx)y+bcfglx-bcfgx^2] \setminus ez^3-cgz^2$

eşitliğine varmıştır.

Her sayının pozitif olmasında ısrar ettiğinden, Descartes dört farklı durumu incelemek zorunda kalmıştır.

Ayrıca, denklemi basitleştirmek amacıyla,

$cfglz-dekz^2\setminus ez^3-cgz^2=2m,$

$dez^2+cfgz-bcgz\setminus ez^3-cgz^2=2n\setminus z$

tanımlarını yapmış sonra yukarıdaki denklemi

$y=2my-(2n\setminus z)xy+bcfgx^2\setminus ez^3-cgz^2$

olarak yazmıştır.

Derecesi 2 olan bu denklemin çözümünü ise

$y=m-nx\setminus z+\sqrt{m^2-2mn\setminus z+nnx^2\setminus z^2+bcflgx-bcfgx^2\setminus ez^3-cgz^2}$

şeklinde vermiştir.

Formülü daha da kısaltmak için, Descartes o ve ptanımlamaları yapmıştır.

o= -2mn\z+bcfgl\ez^3-cgz^2 ,

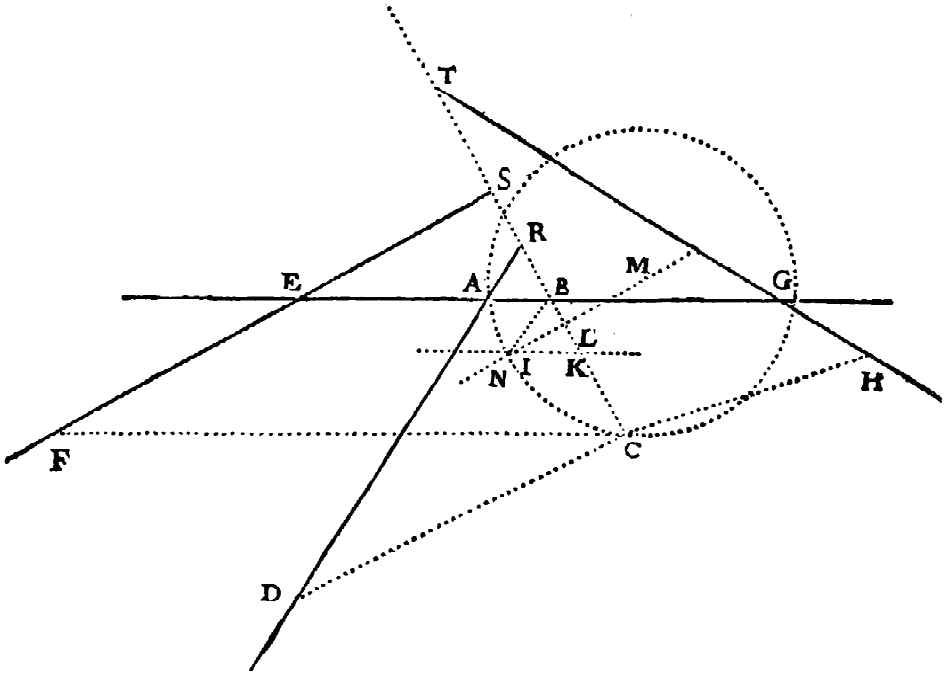
-p\m=nn\z^2-bcfg\ez^3-cgz^2 .

Tabii Descartes burada hiç farketmeden, m'nin sıfır olmadığını sanmış ve böylece,

y=m-nx\z+$\sqrt{m^2 + ox - (p\m)}x^2$(7)

basit çözümüne ulaşmıştır.

Descartes'ın çizdiği şekle bakacak olursak;



Şekil 20 Réne Descartes, **La Géométrie,** Translated from the French and Latin by David Eugene Smith and Maria L. Latham,NewYork, Dover Publication, 1954s.78.

Şekilde ILM ile CLB doğruları önemlidir.(7)'de y sayısına eşit olan BC aralığı verilmiştir. BC doğrusunda bulunan L noktasını Descartes

$$CL = \sqrt{m^2 + ox - p\backslash mx \quad ^2} \qquad (8)$$

yani

$$BL = m - nx/z$$

olacak şekilde seçmiştir. Descartes bu sayının negatif olabileceğini farketmemiş; en azından bu olanağa dikkatimizi çekmemiştir. Ancak ILK açısı dik değilse bile, (8)'in bir konik tanımladığını, Appolonius'un konilerle ilgili teoremine dayanarak yorumlamış ve değişik koşullara göre sınıflandırmıştır.[202]

Descartes' ın Pappus probleminin değişik koşullarını sınıflandırması, artan dereceli belirli eşitliklerin çözümünün zorlukları devam etmiş olsa da bu problemin çözümüyle o, f(x,y) = 0 gibi denklemlerin,(x,y) diye tabir ettiğimiz bir düzlem üzerinde konikler dışında diğer eğrileri de ifade edebileceğini görmesine ve diğer matematikçilerin de fark etmesine yol açmış, fonksiyon kavramının da ortaya çıkmasına neden olmuştur. Böylelikle; diyebiliriz ki, artık eski çağlardan beri süregelen denklemlerdeki bilinmeyenlere karşılık birbirinden ayrı olarak bulunmaya çalışılan tam sayılı çözümler yerine, çözümün, bu noktaları birleştiren bir eğri olduğu ya da diğer bir deyişle bir eğrinin bütünün bir denklemle ifade edilebileceği gün yüzüne çıkmış olmaktadır.[203]

Descartes bu çözümünde ayrıca, bir eğriyi denklemle ifade edebileceğimizi gösterdiği gibi, verilen bir denklemin de, kendisinin tanımlamış olduğu eğri sınıflarından hangisine ait olduğunu bilebileceğimizi ifade etmiştir. Descartes, *La Géométrie'*nin ikinci bölümünde, eğrileri çözülebilirliklerine göre sınıflandırmaya

[202]Robert Lenglands, **A. g. e. ,**, s.55-59.
Descartes'ın problem çözümü, *La Géométrie* adlı eserinde biraz muğlak bir matematik dil kullanıldığı ve günümüzde anlaşılması zor olduğu için, Descartes 'ın çözümünün daha kolay bir dille anlatıldığı Robert Lenglands'ın makalesinden alınmıştır.
[203]**Bkz.** Erdal İnönü, **A. g. m.** ,s.15.

çalışmıştır.[204] Descartes, pergel ve cetvel kullanarak çizilebilen çember ve doğru ile koninin kesitleriyle elde edilen hiperbol, parabol ve elips gibi eğrileri yapı itibarı ile kolaylıkla elde edebildiğimiz için bu eğrilere, "geometrik eğri" kolaylıkla çizemediğimiz daha yüksek ve kompleks eğrilere ise "mekanik eğri" demiştir.[205] Başka bir deyişle, örneğin elips ve sisoid'de (sarmaşık eğrisi)[206] olduğu gibi, her biri tek bir koordinat eksenine bağlı olarak eşölçümlü hızlarla hareket eden iki çizginin kesişmesi yoluyla yaratılabilecek eğrilere, yani kolaylıkla çözülebilen eğrilere "geometrik eğri", çizgilerin hızlarının oranının eşölçümsüz şekilde artış gösterdiği eğrilere, diğer bir deyişle kolaylıkla çözülemeyen eğrilere ise "mekanik eğri" demiştir.[207] Descartes böylelikle, geometri problemlerine ilişkin çözümlerin, ilgilendiği problemin doğasına göre değişiklik göstereceğini ortaya koymuştur.[208]

Descartes, yine *La Géométrie*'nin ikinci bölümünde herhangi bir eğriyi ifade eden bir denklemden, eğrinin herhangi bir noktasından geçen teğet[209] ve normal[210]doğrularını da bir takım cebirsel işlemlerle yine denklem olarak bulabileceğimizi göstermiştir.[211]Yani, herhangi bir eğrinin bir noktasından geçen teğeti ve normali cetvel ve pergel kullanarak çizmek yerine, bu doğruları denklemle ifade edebileceğimizi belirtmiştir.

Descartes öncelikle normali tanımlamıştır. Bu tanıma göre, eğriyi sağlayan, keyfi olarak seçilen bir nokta üzerinde çizilen bir dizi çember ailesinden, çemberi ve

---

[204]**Bkz.** Charles Coulston Gillispie, **A. g. m.** , s.57.

[205]**Bkz.** Réne Descartes, **La Géométrie,** Translated from the French and Latin by David Eugene Smith and Maria L. Latham, NewYork**,** Dover Publication**,** 1954p.40-43.

[206]**Sarmaşık Eğrisi (Sisoid),** Bir parabolün tepesinden, değişken bir teğetine indirilen dikmenin ayağının geometrik yeri. Kartezyen denklemi: $y^2(2a-x)=x^3$; kutupsal denklemi: $r=2a \operatorname{tg} \theta \sin \theta$. *Diokles* (M.Ö. ikinci yüzyılın sonu- M.Ö. birinci yüzyılın başı) Yunan matematikçisi . **Bkz.**Talat Tuncer, **A. g. e.** , s. 231.

[207]**Bkz.** Réne Descartes, **Söylem, Kurallar, Meditasyonlar**, Çev. Aziz Yardımlı, İstanbul, İdea Yayınları, 1996, s. 219.

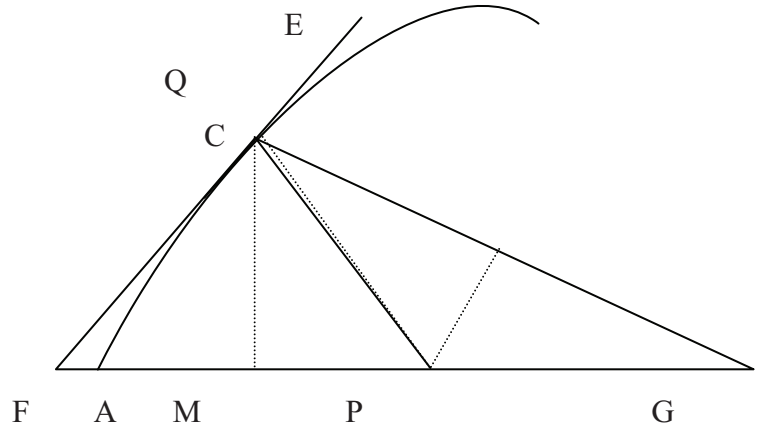
[208]**Bkz.** Descartes' Mathematics, Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2011, (çevrimiçi) http://plato.stanford.edu/entries/descartes-mathematics/ (28.11.2014 tarihinde alınmıştır).

[209]**Teğet,** Bir tek ya da çakışık ortak noktası olan: Bir çembere teğeğt doğru. **Bkz.** Talat Tuncer, **A. g. e.** , s. 266.

[210]**Dikme (Normal),** 1. Bir doğruya dışındaki bir noktadan indirilen, üzerindeki bir noktadan çıkılan dik doğru. 2. Bir düzleme dışındaki bir noktadan indirilen, üzerindeki bir oktadan çıkılan bir doğru. **Bkz.** Talat Tuncer, **A. g. e.** , s. 61.

[211]**Bkz.** Charles Coulston Gillispie, **A. g. m.** , s. 57.

eğriyi aynı anda sağlayacak şekilde, yani; P(x) = 0 şeklindeki bir denkleme dayanarak bulunan çemberin çapı, o noktanın normalini oluşturmaktadır.[212] Normalin eğriyi kestiği yerdeki, normale dik doğruda teğet doğrusunu vermektedir. Descartes bu işlemi şu şekilde açıklamıştır:



Şekil 21 Réne Descartes, **La Géométrie,** Translated from the French and Latin by David Eugene Smith and Maria L. Latham,NewYork**,** Dover Publication**,** 1954p.110.

Şekil 21'egöre, CP, CE eğrisiyle C noktasında çakışan çemberin yarı çapı olmak üzere, birbirlerine dik olan, CM= x, AM=y, bugünkü kullanımıyla C noktasının ordinatları olsun. AP=v, MP=v-y, CP=s olacak şekilde, pisagor bağıntısından,

$$s^2= x^2 + v^2 - 2vy + y^2 \rightarrow \qquad s^2= x^2+v^2- 2vy + y^2 \qquad (1)$$

elde edilir. CE eğrisini parabol olarak kabul edersek, eğrinin denklemi

$$x^2 = ry \qquad (2)$$

şeklindedir. (1) denkleminde, (2) denklemini yerleştirirsek,

[212]**Bkz.** Charles Coulston Gillispie, **A. g. m.** , p.57.

$$s^2 = ry + v^2 - 2vy + y^2 \quad \rightarrow \quad y^2 + y(r - 2v) + v^2 - s^2 = 0 \qquad (3)$$

eşitliğini elde ederiz. (3) denklemini

$$(y-e)^2 = y^2 - 2ey + e^2$$

denklemine eşitlersek, buradan;

$$(r - 2v) = -2e \quad \rightarrow \quad v = r/2 + e$$

elde edilir. y=e olduğu için, v, y'ye bağlı olarak

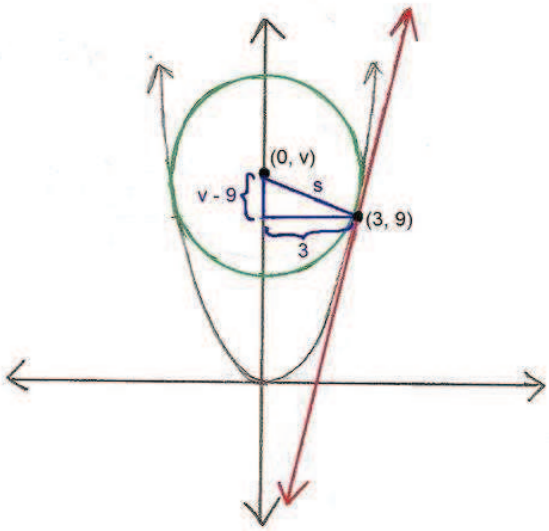
$$v = r/2 + y$$

bulunur.

Böylelikle çapa çakışık doğrunun eğimi bulunduktan sonra, eğimi ve bir noktası belli olan doğrunun yani normal doğrusunun denklemi yazılır.[213]

Bu çözümü bir örnekle açıklayacak olursak:

[213] **Bkz.** Réne Descartes, **La Géométrie,** NewYork, Dover Publication, 1954, **s**.111.



Şekil 22

Şekil 22'yegöre, parabolün denklemi $y=x^2$, çemberin merkezi (0, v) ve yarıçapı s, olmak üzere;

$$x^2+(y-v)^2=s^2 \qquad (1)$$

eşitliğini elde ederiz. Pisagor teoreminden

$$s^2=32+(v-9)^2 \rightarrow \; s^2=v^2-18v+90 \qquad (2)$$

eşitliği elde edilir. (1) ve (2) eşitliğinden

$$x^2+(y-v)^2=v^2-18v+90 \qquad (3)$$

eşitliğine ulaşılır. Parabolun denklemi $y = x^2$ olduğu için, (3) denkleminde y gördüğümüz yere x^2yazdığımızda

$$y+(y-v)^2=v^2-18v+90 \rightarrow \qquad y+y^2-2vy+v^2=v^2-18v+90 \rightarrow$$

$$y^2+(1-2v)y+(18v-90)=0 \quad (4)$$

eşitliğini elde ederiz. (4) denkleminin bir kökünün olması durumuna göre yani diskriminantının $((1-2v)^2-4\times1\times(18v-90))$sıfır olduğu koşula göre çözersek,

$$(1-2v)^2-4\times1\times(18v-90)=0 \rightarrow 4v^2-76v+341=0 \rightarrow$$

$$(2v-19)^2=0\rightarrow v=19/2$$

elde edilir. Böylelikle (0, 19/2) ve (3, 9) noktalarından geçen doğrunun eğimi de,

$$m=(9-19/2)3=-1/6$$

şeklinde bulunduktan sonra bir noktası ve eğimi bilinen doğru denkleminden, normalin denklemi

$$(y- 19/2) / x = -1/6$$

şeklinde bulunur. Tanjantın eğimi ile normalin eğiminin çarpımı -1 olduğu için, tanjantın eğimide

$$m= 6$$

şeklinde bulunur. Buradan tanjant doğrusunun denklemi de

$$(y-9) / (x-3) = 6$$

bu şekilde bulunur.

Descartes'ın, *La Géométrie'*nin ikinci bölümünde, eğrilerle ilgili özellikleri cebirsel olarak ortaya koyma çabası ve bulduğu denklem çözümlerinin bir diğer

önemi, üçüncü bölümde yer vermiş olduğu cebirsel uslamlamalara ön ayak olması olmuştur. Descartes, *La Géométrie*'nin "Katı ve Çok Boyutlu Cisim Problemlerinin Çizimi Üzerine" başlıklı üçüncü bölümünde, reel katsayılı cebirsel bir polinom olan P(x)' i, P(x) = 0 formunda yazmakla işe başlamış, bu eşitliğinde, a,b,...,s, eşitliğin kökleri olmak üzere,(x-a).(x-b).....(x-s) = 0 formunda ifade edilebileceğini söylemiştir. Bu görüşünü de, bütün kökler P(x)' in çarpanlarından biri olarak görülmek zorunda, öyle ki, n çarpan x'in en yüksek kuvveti x^n'i sağlar, şeklinde kolay bir temele dayandırmıştır. Descartes, böylelikle, n dereceli eşitliklerin n kökü olduğunu söyleyen cebirin temel teoreminin(ilk olarak Albert Girard tarafından 1629'da beyan edilmişti) sezgisel ispatını beyan etmiş ve ileri sürmüştür.[214]

Descartes, n dereceli bir eşitliğe ait kaç kök olduğunu söyleyebileceğimiz gibi, "Descartes İşaret Kuralı" olarak bilinen kurala göre, aynı eşitliğin kaç negatif ve kaç pozitif kökü olduğunu da bilebileceğimizi söylemiştir. Fakat Descartes, negatif kökler için "yanlış kök", pozitif kökler için ise "doğru kök" kavramlarını kullanmıştır.[215] Bu kuralı açıklayacak olursak, *n*-inci dereceden gerçel sayılı bir polinom denklemin, $a_0,a_1,.....,a_n \neq 0$ gerçel sayılar olmak üzere,

$$a_nx^n+a_{n-1}x^{n-1}+.....+a_1x+a_0=0 \quad (1)$$

cebirin temel teoremine göre n tane kökü olan bir denklem olsun. Buna göre, (1) denkleminin pozitif kök sayısı, terimler arsındaki işaret değişimi sayısı kadar ya da bir çift tamsayı eksiği kadardır. Negatif kök sayısı ise, (1) denkleminde x sayısı yerine –x sayısı konulduktan sonra elde edilen yeni denklemin işaret değişimi sayısı kadar ya da bir çift tam sayı eksiği kadardır.[216]Bunu bir örnekle anlatacak olursak:

$$x^4 - 4x^3 -19x^2 + 106x - 120=0 \quad (1)$$

[214]**Bkz.** Charles Coulston Gillispie, **A. g. e. ,** s. 57-58.
[215]**Bkz.** Réne Descartes, **La Géométrie,** Translated from the French and Latin by David Eugene Smith and Maria L. Latham,NewYork**,** Dover Publication**,** 1954,s.159.
[216]**Bkz.** İsmail Aslan,"Descartes'ın İşaret Kuralı"**, Matematik Dünyası**, 2001,s.23,25. (Çevrimiçi) http://www.matematikdunyasi.org/arsiv/PDF_eskisayilar/2001_3_23_27_DESCARTES.pdf(25.12.2013 tarihinde alınmıştır.)

eşitliğini ele alalım. (1) denkleminde ilk terimden sona doğru, katsayıların işaretlerini sıralayacak olursak +, -, -,+, - şeklinde olup, katsayılar arasındaki işaret değişimi üç kez gerçekleşmiştir. O halde pozitif kök (doğru kök) sayısı 3 ya da bir çift tamsayı eksiği 1'dir. Negatif kök (yanlış kök) sayısını bulmak için x sayısı yerine –x sayısını yerleştirip tekrar (1) denklemini yazdığımızda

$$x^4 + 4x^3 - 19x^2 - 106x - 120 = 0 \qquad (2)$$

şeklinde (2) denklemini elde ederiz. Bu sefer, (2) denkleminde ilk terimden sona doğru, katsayıların işaretlerini sıralayacak olursak +, +, -, -, - şeklinde olup, katsayılar arasındaki işaret değişimi bir kez gerçekleşmiştir. O halde negatif kök (yanlış kök) sayısı 1'dir. Gerçekten de (1) denklemini çarpanlara ayırırsak,

$$x^4 - 4x^3 - 19x^2 + 106x - 120 = (x-2)(x-3)(x-4)(x+5) \qquad (3)$$

(3) eşitliğini elde ederiz. Buradan da görülmektedir ki, işaret kuralından da çıkan sonuca göre (1) denkleminin 3 pozitif, 1 negatif kökü bulunmaktadır.[217]

Descartes, ayrıca *La Géométrie*'nin üçüncü ve son bölümünde, daha önce *Aklın Yönetimi İçin Kurallar* adlı kitabında KuralXVI'da, cebirsel ifadeler için önermiş olduğu, notasyon biçimini, yani; bilinen nicelikleri belirtmek için alfabenin başındaki harfleri (a, b, c, d...) ve bilinmeyen nicelikleri belirtmek için sonundaki harfleri(x, y, z...) kullanmayı ile üslü ifadeleri sözlü olarak belirtmek yerine simgesel olarak xx, x^3, x^4, x^5, şeklinde ifade etme biçimlerini tam olarak oturtmuştur.[218]

Descartes, *La Géométrie'*de ele aldığı konular dışında, o dönemin matematikçileri ile yaptığı yazışmalarda da bir takım problemleri ele almış ve bunları tartışmıştır. Descartes, çağdaşı olan Fermat'nın geometri ile ilgili çalışmalarını sert

[217]**Bkz.** Réne Descartes, **La Géométrie,**Translated from the French and Latin by David Eugene Smith and Maria L. Latham,NewYorkNewYork**,** Dover Publication**,** 1954,s.160.
[218]**Bkz.** Charles Coulston Gillispie, **A. g. m.** , s.56.

bir dille eleştirmiş, 1638 yılında Fermat'ya iletilmek üzere Mersenne'e yazmış olduğu bir mektupta, bugün "Descartes Yaprağı" olarak anılan $x^3+y^3=axy$ eşitliğinde, Fermat'nın tanjant metodunun uygulanamadığını ileri sürmüştür. Yine aynı yıl yazmış olduğu başka bir mektupta, $y^n=p^{n-1}x$ şeklinde yüksek dereceli parabollerden ve bu parabolleri döndürmek suretiyle elde edilen katı cisimlerin hacimlerinden ve kütle merkezlerinden bahsetmiştir.[219]

Özetle diyebiliriz ki; Descartes'ın matematik çalışmalarının toplandığı *La Géométrie*, matematiğe bir çok yenilik getirmiştir. Kitapta, günümüzde uygulanan notasyon biçiminin kullanılması *La Géométrie'*den sonraki matematik çalışmalarının hızlı bir şekilde gelişme göstermesini sağlamıştır. Descartes'ın problem çözerken takip ettiği yöntem ise sadece matematiğe değil, diğer bilim dallarına da örnek teşkil etmiştir. Eğrilerin ve eğrilere ait özelliklerin cebirsel olarak yani matematikle ifade edilebildiğinin gösterilmesi ise matematik adına yapılmış belki de en önemli gelişme olmuştur. Bu özellikleri gösterirken bugün söylendiği şekliyle apsis ve ordinat isimleri geçmese de, koordinat sisteminin kullanılması ise analitik geometrinin doğmasına neden olarak gösterilmiştir.

Descartes'ın geometrisi tam olarak analitik geometriyi temsil etmese de, bütün bu çalışmalarda, izlemiş olduğu yöntem, kendinden önceki matematikçilerden farklı olarak da mantıkta kullanıldığı şekliyle analitiktir. Kullandığı yöntemin analitik olması ve Descartes döneminde analiz kelimesinin genel anlamda hesaplama için kullanılması Descartes'ın geometrisinin bugün "analitik geometri" olarak anılmasının diğer bir nedenidir.[220]

2.3.2. *La Géométrie*'den Analitik Geometriye

Descartes'ın yaptığı çalışmalar matematiğe yepyeni bir yön kazandırmış ve kendisinden sonra gelen birçok matematikçiyi etkilemiştir. Descartes'ın, matematik odaklı felsefe çalışmaları ise Yeniçağ felsefesinin kurucu unsurlarından biri

[219] **Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.** , s. 211-212.
[220] **Bkz. A. e.** , s. 210.

olmuştur. Bu felsefenin hâkim olduğu dönemde, Descartes'ın çalışmalarından etkilenen ve analitik geometriye katkıda bulunan matematikçiler ise Florimond de Beaune (1601-1652), Gilles Personne de Roberval (1602-1675), Franciscus van Schooten (?-1660), Johan de Witt (1625-1672), René François de Sluse (1622-1685), Johann Hudde (1633-1704), Heinrich van Heuraet (1633-1660?), Wiliam Neil (1637-1670), Christian Huygens (1629-1695), Jhon Wallis (1616-1703),James Gregory (1638-1675), Philipe De La Hire (1640-1718), Isaac Newton (1642-1727) ve Gottried Wilhelm Leibniz (1646-1716) olmuştur.

Florimond de Beaune, Descartes'ın eğrilerle ilgili çalışmalarından etkilenmiş, *La Géométrie*'de gösterilen şekliyle, bir eğriden yola çıkılarak o eğrinin tanjantını bulmak yerine, "Ters Tanjant Metodu" olarak bilinen yolla, bir tanjanttan o tanjanta ait olan eğrinin özelliklerini bulabileceğimizi öne sürmüştür.[221]

Eğriler geometrisi üzerine çalışan bir diğer matematikçi **Gilles Personne de Roberval** olmuştur. Roberval, eğriyi, hareketli bir noktanın devinimi, eğri üzerindeki bir noktadan çizilen teğeti ise iki basit bileşenle tanımladığı bu hareketin yönü olarak tanımlamıştır. Roberval, ayrıca bazı eğrilerin çevrelediği alanları bulacak hesaplamalar yapmış ama bu hesaplamaları genelleştirememiştir. Ama diyebiliriz ki Roberval'ın bu çalışmaları ileride sonsuz küçükler hesabına dayanan analizin bulunmasına ortam hazırlamıştır. [222]

Descartes'ın geometrisinin izleri yoğun olarak Hollandalı matematikçilerde görülmüştür. Bunlardan **Franciscus van Schooten,** *La Géométrie'nin* daha iyi anlaşılmasını sağlayacak açıklayıcı bir eserle, bugünkü adıyla analitik geometrinin ilgilendiği bazı problemlerin ele alındığı *Matematik Pratikleri* (*Exercitationes Mathematicae,* 1657) adlı bir kitap yayınlamıştır. **Johan de Witt**, koniklerin çizimi ile, **René François de Sluse**ve **Johann Hudde**ise tanjant çizme yöntemleriyle ilgilenmişlerdir. Johann Hudde ayrıca analitik geometri tarihinde üç değişkeni

[221]**Bkz.** Florian Cajori, **Matematik Tarihi,** Ankara,Odtü Yayıncılık, 2014, s. 214.
[222]**Bkz.** Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: Fransız Matematikçiler,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2005, s.175-177.

kullanan ilk kişi olmuştur. **Heinrich van Heuraet** ile **Wiliam Neil** ise eğrilerin uzunluklarını hesaplama problemleriyle uğraşmışlar ve başarılı olmuşlardır. Hollanda'da, filozofarın prensi" olarak anılan **Christian Huygens'**de eğrilerin uzunluklarıyla uğraşmış, parabolik ve hiperbolik koniğin yüzeylerini belirlemiş, logaritmik eğri ile bu eğrinin meydana getirdiği cisimlerin özellikleriyle uğraşmıştır. Huygens ayrıca, 1673 yılında, Descartes matematiğinin etkilerinin gözlendiği, Newton'un *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (*Doğa Felsefesinin Matematiksel İlkeleri*, 1687) adlı eserine giriş niteliğinde olan *De horologio oscillatorio* adlı bir çalışma yayınlamıştır.[223]

Aslında aritmetik ve cebiri geometriden soyutlayarak cebirsel denklemler üzerinde yaptığı çalışmalarla tanınmış olan İngiliz matematikçi **Jhon Wallis**, koni kesitleri üzerine yapmış olduğu çalışmasında konileri birer düzlem eğri yani ikinci dereceden eğriler olarak incelemiştir.[224]

İskoç matematikçi **James Gregory** ise arı geometri ve analitik geometriyle ilgilenmiş, yay ve teğet serisinin açılımını bulmuştur. Ayrıca diferansiyel ve integral hesap üzerine çalışmış, integral hesabın, y=secx eğrisi ile x=0 vex=t doğruları ile sınırlanan alanın, log(sect+tant) eşitliğine denk olduğu gibi önemli problemleri de çözmüştür.[225]

Fransız Matematikçi **Philipe De La Hire**, yine koniklerle uğraşmış, Descartes'ın izlediği metodu uyguladığı çalışmalar yayınlamıştır. Ama onun özgünlüğü uzaydaki yüzeyi analitik olarak üç bilinmeyenli denklem şeklinde vermiş olmasıdır.[226]

---

[223]**Bkz. A. e.** , s. 215, 217-218.
[224]**Bkz.** Yavuz Aksoy, **Dünya Matematikçileri,** İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi Vakfı Yayınları, 2000, s.154.
[225]**Bkz.** Ali Dönmez, **Bir Bilim Olarak Matematik Tarihi,** Ankara, V Yayınları, 1986, s. 68-69.
[226]**Bkz.** Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: Fransız Matematikçiler,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2005, s.209,213.

Descaretes'ın matematiğe kazandırdıkları doğrultusunda, yapılan bu tüm çalışmalar, yeniçağın en büyük matematikçileri olarak addedilen, Isaac Newton ve Gottried Wilhelm Leibniz'ın büyük buluşları, sonsuz küçükler ile integral hesabını bulmalarına zemin hazırlamıştır. Bu iki matematikçi birbirlerinden bağımsız olarak diferansiyel ve integral hesabını bulmuşlardır.

Leibniz diferansiyel ve integral hesabını 1673 ile 1676 yılları arasında Paris'te bulunduğu sırada, Decartes'ın ve Pascal'ın çalışmalarını incelemesi sonucu bulmuş 1684'te kendi kurduğu matematik dergisi *Acta Eruditorum*'da yayımlamıştır. Bu çalışma bugün kullandığımız dx, dy simgelerini, d(uv)=udv+vdu gibi türev alma kurallarını ve sınır değerlerde dy=0, büküm noktalarında $d^2y=0$ koşuluyla, bölümün diferansiyelini de içermekteydi. 1686 yılında yayımladığı başka bir makalede ise integral alma kurallarını yine bugün kullandığımız simgelerle anlatmaktaydı.

Örneğin çevrim eğrisinin denklemini

$$y=\sqrt{2x-x^2}+\int \frac{dx}{\sqrt{2x-x^2}}$$

şeklinde göstermiştir.[227] Leibniz bu çalışmaları sırasında ilk defa apsis, ordinat ve koordinat kelimelerini kullanmış ve bu terimleri analitik geometri literatürüne kazandırmıştır.[228]

Yaptığı çalışmaları yayınlatmakta her zaman tereddüt etmiş olan **Newton** ise1693'te eğrilerin integrallerinin alınması üzerine yazdığı yazıyı 1704 yılında yayımlamış, diferansiyel ve integral hesabına ilişkin tüm çalışmalarını içeren *Method of Fluxion* adlı yazısı ise ölümünden dokuz yıl sonra 1736'da ortaya çıkmıştır. Newton'un büyük dehası bu hesap tekniklerini, evrenin hareket ve çekim yasalarını matematiksel olarak ortaya koymak için kullanmış olmasıdır. Bu çalışmalarına, 1687 yılında yayımladığı, mekanik fiziğinin doruk noktası olarak görülen *Doğa*

[227]**Bkz.** Dirk J. Struik, **A. g. e.** , s.160-161.
[228]**Bkz.** Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: Matematik Sözlüğü,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2002, s.290.

Felsefesinin Matematiksel İlkeleri (*Mathematical Principles ofNatural Philosophy*) adlı eserinde yer vermiştir. Newton ayrıca, 1704 yılında basılan *Enumeratio linearumtertii ordinis* adlı çalışmasında, konikler ve düzlemsel kübik eğrileri ele almıştı. Düzlemsel eğrileri 72 türe ayırarak sınıflandırmış, bu sınıflandırmayı cebiri geometriye tatbik etme yöntemiyle elde etmiştir. Daha önceleri Apollonius'un çalışmalarının cebirsel dile çevrilmesi olarak süregelen analitik geometri, bu sayede yeni çalışmalar kazanmıştır.[229]

Leibniz ve Newton'un yapmış olduğu bu çalışmalar doğrultusunda, matematik, birçok matematikçinin katkılarıyla, doğayı açıklama yöntemi olarak gelişimine devam etmiştir. Böylece günümüzde analitik geometrinin konularının oluşturan birçok konuyla ilgili çalışmalarda da büyük bir gelişim yaşanmıştır. Leibniz ve Newton'dan sonra analitik geometrinin ilerlemesine katkıda bulunan bu matematikçiler ise Joseph Saurin (1659- 1737), Francois Nicole (1683-1758), Jean Paul de Gua (1713-1785), Caunt de Fagnano (1682-1766), Jacob Bernoulli (1654-1705), Johann Bernoulli (1667-1748), Colin Maclaurin (1698-1746), Gabriel Cramer(1704-1752) ve Leonhard Euler (1707-1783) olmuştur.

Joseph Saurin, herhangi cebirsel bir eğriyi sağlayan noktalardan geçen teğetleri belirleme üzerine çalışmalar yapmıştır. **Francois Nicole** ise çarklar, dış çember eğrileri ve bunların uzunluklarının hesaplanması konularına eğilmiştir. **Jean Paul de Gua**, Descrates'ın işaret kuralının ispatını yapmış, ayrıca Descartes'ın analiz yöntemini kullanarak, eğriler ile ilgili bir çok problemin çözülebileceğine dair bir eser yazmıştır. Eserde teğetlerin, asimptotların ve her derecedeki eğrilerin herhangi bir noktasının nasıl bulunacağını göstermiştir. Çok güçlü bir geometrici olan **Caunt de Fagnano** ise, elips ve hiperbol uzunluklarının hesaplanmasıyla ile ilgili, eliptik fonksiyonlar kuramının başlangıç noktası olarak görülen, çalışmalar yapmıştır.[230]

Matematiğe olan büyük katkılarıyla bilinen Bernoulli kardeşler ise Leibniz ve Newton'un bulduğu bu yeni hesap tekniğini geliştirmişler ve Avrupa'ya

[229] **Bkz.** Dirk J. Struik, **A. g. e.** , s.158.
[230] **Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.** , s. 260-261.

yayılmasında önemli bir rol oynamışlardır. **Jacob Bernoulli,** çalışmalarında kutupsal koordinatları kullanmış, zincir ve kelebek eğrileri ile logaritmik sarmalı incelemiştir. Leibniz'in sabit hızlı bir cismin düştüğü eğri olarak tanımladığı eşzaman eğrisinin de kübik bir parabol olduğunu bulmuştur. **Johann Bernoulli** ise bir yerçekimi alanındaki iki nokta arasında hareket eden bir kütle noktasının en hızlı inişini gösteren "en az süre eğrisi" olarak bilinen eğriyi bulmak için uğraşmış ve çözümünde büyük rol oynamıştır.[231]

Newton'un en başarılı öğrencilerinden biri olan **Colin Maclaurin,** geometri, cebir ve sonsuz küçükler hesabı ile ilgili çalışmalar yapmıştır. 1719'da *Organik Geometri* (*Geometria Organica*) adlı çalışmasında, konikler ile üçüncü ve dördüncü dereceden eğrileri incelemiştir. Analitik geometri alanında yazılan ilk kitaplardan biri olan *Cebirsel Eğrilerin Analizine Giriş* (*Introduction à l'analyse des courbes algébriques*,1750) adlı eseri ise **Gabriel Cramer** yazmıştır.[232]

18. yüzyılın en büyük matematikçilerinden biri olarak addedilen **Leonhard Euler**'in yaşadığı yıllarda, analitik geometrinin esaslarının ortaya konmasından doksan yıl, diferansiyel ve integral hesabının bulunmasından elli yıl, harekete dair matematik yasaların açıklanmasından ise tam kırk yıl geçmişti. Bu süre zarfında bir çok problem çözülmüş, geometri ve cebirde büyük ilerlemeler kaydedilmişti.[233] Böyle bir ortamda çalışma olanağı bulmuş olan Euler birçok eser yazmış ve özellikle analitik geometriye büyük katkıda bulunmuştur. Euler'in bir çok çalışması olsada konumuzla ilgili olarak, birer başyapıt niteliğindeki eserleri; *Sonsuz Küçükler Analizine Giriş* (*Introductio in analysin infinitorum,*1748),*Diferensiyel Hesabın Kuruluşları* (*Institutiones calculi differentialis,*1755), *İntegral Hesabın Kuruluşları* (*Institutiones,calculi integralis,*1768-1770) şeklindedir. Euler, *Sonsuz Küçükler Analizine Giriş*'te, içinde x olan her türlü analitik ifadeyi (üstel, logaritmik, trigonometrik vs) x'in bir fonksiyonu olarak adlandırmıştır. Fonksiyonu ise, y ve x arasındaki xy düzleminde, elle çizilen herhangi bir eğri ile ifade edilen ilişki şeklinde

[231]**Bkz.** Dirk J. Struik, **A. g. e.** , s.170-171.
[232]**Bkz.** Ali Dönmez, **Bir Bilim Olarak Matematik Tarihi,** Ankara, V Yayınları, 1986, s. 92-93.
[233]**Bkz.** Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: Fransız Matematikçiler,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2005, s.241.

tanımlamıştır.[234]Bu şekilde tanımlamaların bulunduğu bu çalışmada, Euler eğriler ve yüzeyleri çok geniş bir biçimde, analitik olarak incelemiştir, öyle ki; bu eser analitik geometrinin ilk ders kitabı düzeyinde olmuştur.[235]Günümüzde kullanılan ders kitaplarının ilk örneklerinden sayılan *Diferensiyel Hesabın Kuruluşları ve İntegral Hesabın Kuruluşları* adlı çalışmalarında ise Euler, bir kuvvet tarafından yapılan işin belirlenmesi ve geometrik problemlerin çözümü için birçoğunu kendisinin bulduğu birçok belirsiz integral alma yöntemine ve türev formüllerine yer vermiştir. Euler'in diğer bir katkısı, matematiğe kazandırmış olduğu yeni kavramlar yönünde olmuştur. Euler, toplama için $\sum$ simgesini, doğal logaritma için e sembolünü, üçgenin kenarları için a, b, c gibi küçük harfleri, karşılarındaki açılar içinde A, B, C gibi büyük harflerin kullanımını, fonksiyon belirten f harfi ile parantez içinde bağımsız değişkeni yazmayı, pi sayısı için π notasyonunu ve $\sqrt{-1}$ sayısı için i harfinin kullanımını matematiğe kazandırmıştır.[236]

Çalışmalarında sentetik yöntemler yerine, analitik yöntemler kullanarak analitik geometrinin gelişimine katkıda bulunmuş olan Euler'den sonra analitik geometri hızlı bir yükselişe geçmiş, Descrates'ın başlatmış olduğu yerden çok daha ilerde bir yere gelmiştir. Çünkü analitik geometri, Newton'la beraber gelişen yeni anlayış doğrultusunda fizik yasalarının matematikle açıklanabileceği fikrine hizmet etmiş, bu yasaların açıklanmaya çalışılmasıyla analitik geometride gelişme kaydetmiştir. Euler'den sonra bu şekilde ki çalışmalarıyla analitik geometrinin gelişimine katkıda bulunan matematikçiler ise Jean-le-Rond D'Alembert (1717-1783), Alexis Claude Clairaut (1713-1765), Johann Heinrich Lambert (1728-1777) olmuşlardır.

Jean-le-Rond D'Alembert, ekinoks olarak bilinen, gecelerin ve gündüzlerin uzaması veya kısalması problemini çözmüş, titreşen teller ve dalga denklemi ile ilgili çalışmıştır.[237] "D'Alembert İlkesi" olarak bilinen, durağan

[234]**Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.** , s. 270-271.
[235]**Bkz.** Dirk J. Struik, **A. g. e.** , s.175.
[236]**Bkz.** Ali Dönmez, **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: Fransız Matematikçiler,** İstanbul, Toplumsal Dönüşüm Yayınları, 2005, s.254.
[237]**Bkz.** Ali Dönmez, **Bir Bilim Olarak Matematik Tarihi,** Ankara, V Yayınları, 1986, s. 106.

kuvvetler ile gerçek kuvvetlerin birbirine denk olduğunu söyleyen ilkeyi ortaya koymuş, bunu yaparken hareket yasalarını ve onlardan çıkarılacak sonuçları analitik bir biçimde matematiksel şekil vererek ifade etmiştir. **Alexis Claude Clairaut**, ilk defa modern analizi Ay'ın hareketlerine uygulayarak, Ay'ın yerçekimi merkezine en uzak ve en yakın noktalarının açıklamış, dünyanın şeklinin kutuplardan basık olmasına neden olan matematiksel yasayı ortaya koymaya çalışmıştır. **Johann Heinrich Lambert,** ise kuyruklu yıldız yörüngelerini hesaplamaya çalışmış, bu çabası sırasında koniklerden yararlanmıştır.[238]

Euler'den sonra yetişmiş en büyük matematikçiler ise Joseph Louis Lagrange (1736-1813) ve Pierre Simon Laplace (1749-1827) olmuşlardır.

Joseph Louis Lagrange, Newton'nun *Principia'*sından sonra analiz üzerine yazılmış en önemli eserlerden biri olarak addedilen *Analitik Mekanik* (*Mecanique analytique,*1788) adlı eserinde, saf analiz kullanarak mekanik yasalarını ortaya koymaya çalışmıştır. Bu çaba koordinatların genelleşmesine ve yeni hareket denklemlerine yol açmıştır. Lagrange, fonksiyonlar üzerine yazmış olduğu *Analitik Fonksiyonlar Teorisi* (*Theoriedes fonktions analytiques,*1797) ve *Fonksiyonların Hesabına Dair Dersler* (*Leçons sur le calcul des functions,*1801) adlı eserlerinde, yine diferansiyel ve integral hesabını cebire indirgemiş böylece analize sağlam bir temel kazandırmıştır.[239] "Doğanın tüm olayları bir kaç değişmeyen kanunun matematik sonuçlarıdır" diyen **Pierre Simon Laplace** ise Lagrange'ın aksine, matematiğin kendi için değil, fizik için olduğunu savunmuştur.[240] Laplace, çalışmalarında, Dünya'nın biçimi, Ay kuramı, üç cisim problemi, Güneş sisteminde yer alan gezegenlerin düzensiz hareketleri üzerine çalışmalar yapmış bunları matematik yasalara göre açıklamaya çalışmıştır.[241]

René Descartes'tın ortaya koymuş olduğu geometrik teknik ve analizin icadıyla yüzyıldan fazla bir süredir geometrinin analitik uygulamaları, sentetik

[238]**Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.** , s.280, 282-283,284.
[239]**Bkz.** Dirk J. Struik, **A. g. e.** , 2011, s.115,118.
[240]**Bkz.** Ali Dönmez, **Bir Bilim Olarak Matematik Tarihi,** Ankara, V Yayınları, 1986, s. 106.
[241]**Bkz.** Dirk J. Struik, **A. g. e.** , s.192-195.

yöntemin önüne geçmiş ve yukarıda bahsetmiş olduğumuz birçok matematikçinin çalışmalarıyla da büyük gelişim göstermiştir. Ferdinand Möbiüs (1790-1868) ve Julius Plücker (1801-1868)'ın katkılarıyla da analitik geometri, geometrinin yeni bir dalı haline gelmiştir. **Ferdinand Möbiüs**'ün geometri üzerine yaptığı çalışmalarda, bugün kullandığımız şekliyle, bir noktanın konumunu denklemle, bir doğrunun konumunu koordinatlarla belirtmiştir. **Julius Plücker** ise *Analitik Geometri Olayları* (*Analytisch-geometrische Entwicklungen,*1828-1831)*, Analtik Geometri Sistemi* (S*ystemder Analytischen Geometire,*1835) ve *CebirselEğrilerin Teorisi* (*Theorie de Algebraischen Curven,*1839) adlı eserlerinde analitik geometrinin sistemleşmesini ve ayrı bir geometri dalı olarak görülmesini sağlamıştır.[242]

[242]**Bkz.** Florian Cajori, **A. g. e.** , s. 313, 330, 352.

3. *LA GÉOMÉTRİE'*DEN MEKANİK FELSEFEYE

Réne Descartes'ın, analitik geometrinin doğmasına neden olan matematik çalışmaları, mekanik felsefenin hakim olduğu o dönemde, bu felsefeyi destekleyen ve sistemleşmesini sağlayan gelişmelere zemin hazırlayan bir rol oynamıştır. Bu etkiyi göstermek için bu bölümde öncelikle mekanik felsefenin nasıl oluştuğu ve ne olduğu hakkında bilgi verilmeye çalışılmıştır. Daha sonra, *La Géométrie*'nin, mekanik felsefeye etkisi ve son olarak mekanik felsefe anlayışının nasıl son bulduğu anlatılmaya çalışılmıştır.

3.1. MEKANİK FELSEFE ANLAYIŞININ OLUŞMASI

İnsanoğlu var olduğundan beri sürekli merak ve bilme ihtiyacı içerisinde olmuştur. Bu merak, hakikat denilen genel geçer, asla değişmeyen bilgiyi elde etme ve bu bilgi üzerinden yaşadığı evreni anlamlandırma tutkusuna dönüşmüştür. Bu çaba içerisinde matematik yüzyıllar boyunca hakikat denilen bilginin bir temsili olarak görülmüştür. Devamlı olarak bir devinim halinde ve karmaşa içindeymiş gibi görünmesine rağmen sürekliliğini yitirmeyen evrenin varlığı ise ölçülülükle yani matematikle açıklanmıştır.

Felsefe tarihinde ilk filozof olarak addedilen Thales, aynı zamanda matematiği pragmatik olmaktan çıkarıp, teorik düşüncenin nesnesi yapan ilk kişi olmuştur. Thales daha önce de bahsetmiş olduğumuz gibi, matematik ile çözülebilecek ihtiyaç doğrultusunda gelişen bir problemin çözümünü, teorik anlamda sunmuştur. Yani, her zaman doğruluğunu koruyacak, genel geçer olan matematiksel ilkelerin varlığını ortaya koyarak sonuca ulaşmıştır. Böylelikle, herşeyin sürekli değişim halinde olduğu evrende, değişmeden kalan yasalar halinde sunulabilen matematik, hakikat arayışında tutunulacak bir dal olarak görülmeye başlanmıştır.

Matematiği bu şekilde, yasalar halinde sunmak daha sonraları Pythgoras'la yetkinleşmiş, Euklides ile doruğa ulaşmıştır. Pythgoras, ortaya koymuş olduğu matematik yasalar dışında, evreni de matematikle açıklamaya çalışmıştır.

Pythagoras'a göre evren, sürekli bir değişim ve karmaşa halinde görünse de, evrende mutlak bir uyum vardır. Evrenin var olabilmesinin kaynağı da bu uyumdur. Uyum ise ölçülülük yani matematik demektir. Matematiğin var olmasının nedeni olan sayı ise, bu durumda evrenin de sürekli var olmasının nedeni, yani varlığın ta kendisidir. Yani sayı, her şeyin ana maddesi olan, değişmeden kalan, her şeyin kendisinden olduğu, temel madde "arkhe'dir". Pythagoras böylelikle, evreni sayıyla açıklamış ve ileride evrenin matematik diliyle yazıldığını ve matematik yasalara göre işlediğini ifade eden mekanik felsefenin tohumlarını atmıştır.

Euklides ise matematik yasaları ortaya koyarken, kendi içinde, yüzyıllar boyunca doğruluğu sorgulanmayacak kadar tutarlı ve mükemmel bir sistem kurmuştur. Bu sisteme göre, öncelikle matematikte kullandığımız kavramlar ile doğruluğunu kendiliğimizden bildiğimiz, ispat gerektirmeyen postulat ve aksiyomları tanımlamıştır. Daha sonra bu tanımlara dayanarak daha karmaşık olan önerme ve teoremleri mantıksal çıkarımlarla ispatlamıştır. Böylelikle, bu şekilde yapmış olduğu her ispat sonucunda elde etmiş olduğu çıkarımlar, bilinebilen her şeyden daha kesin olarak hakikatin bir parçasına dönüşmüştür. Bundan sonra ise bir şeyi matematikle yani niceliksel olarak ifade edebilmek, o şeyin varlığından kesin olarak bahsedebilmek anlamına gelecektir.

Düşünce tarihinde, Pythagoras ve Euklides'le filizlenen bu fikirlerin gelişmiş halini Leonardo da Vinci, Francis Bacon ve Galileo Galilei sunmuşlardır. Büyük bir ressam, heykeltıraş ve mimar olarak bilinen Leonardo da Vinci yaratıcı dehası sonucu bilimin bir çok alanıyla ilgilenmiş, matematiği ise doğa bilimleri için etkili bir anlatım dili ve mükemmel bir çıkarım aracı olarak görmüştür. Leonardo'nun ilgi duyduğu bilim dallarının başında mekanik gelmektedir. Leonardo mekanikle ilgili olarak, her cismin hareket ettiği yönde ağırlığı olduğu; düşen bir cismin düşme mesafesiyle orantılı olarak hız kazandığı ve daha sonra hareketin birinci yasası olarak sayılacak olan kuvvetin yalnızca hareketi değil, ivmeyi de meydana getirdiği görüşlerini savunmuştur.[243] Fakat "Bir bilim matematiksel olduğu

[243]**Bkz.** Cemal Yıldırım, **Bilim Tarihi,** İstanbul, Remzi Kitabevi, 2006, s.79-80.

ölçüde yetkindir“[244] diyen Leonardo, mekanikle ilgili olarak savunduğu görüşlerini yeterli matematiksel zemin henüz oluşmadığı için, matematiksel yasalar şeklinde ifade edememiştir.

Bilimsel bilgi edinmede, tümevarımsal bir yolla olsa da deneyin ve ölçümün önemine vurgu yapan kişi, Francis Bacon olmuştur. Bacon'a göre, Ortaçağ'la birlikte başlayan skolastik felsefenin, bilimsel bilgiyi, Aristoteles'in yüzyıllar öncesinden ortaya koymuş olduğu çalışmalarının yorumlanarak elde edilebileceğini savunması, bir örümceğin ağını örmesinden başka bir şey değildir. Zanaatkârlar ise karıncalar gibi sadece bilgi ve teknik toplamaktadırlar. Bacon ise bilimsel bilgi elde etmek için tıpkı bir arı gibi çalışılmasını ve bilginin toplandıktan sonra sistemleştirilmesini savunmuştur. Bu doğrultuda, bilgilerin titizlikle toplanmasının ve toplanan bu bilgilerin deneysel bir metoda dayandırılarak analiz edildikten sonra sınıflandırılmasının gerektiğini ifade etmiştir. Bunu yaparken amacı, vahye karşı çıkmak değil tam aksi, kutsal kitap İncil'deki bilgilerin tamamlayıcısı olarak gördüğü Tanrı'nın tabiat kitabının incelenip, anlaşılmasının yolunu çizmek olmuştur. Bacon'ın, tabiatı anlamanın anahtarının deneysel metottan geçtiğini savunan bu yaklaşımı, bilimde kullanılacak yöntem ve doğru bilginin ne'liği açısından reform niteliğinde olmuştur.[245]

Galileo Galilei ise, fiziğe ve gök bilime olan katkılarıyla, evrenin matematik yasalara göre, mekanik olarak işleyen, bir makine gibi düşünülmesi fikrine katkıda bulunan kişi olmuştur. Skolastik felsefede, bilgi vahyin söylediklerine uyum gösterdiği sürece doğru bulunmaktaydı. Bu yüzden vahye uygun olarak görülen Aristoteles fiziği ile kozmolojisi ve buna uyum sağlayan Ptolemeus'un yer merkezli evren modeli bir otorite sayılmaktaydı. Aristoteles'e göre, oluş ve bozuluşun hâkim olduğu Yer, dört temel unsurdan, merkezde olan topraktan ve onu izleyen, su, hava ile ateşten oluşmaktadır. Hareketi ise, bu dört temel unsurun sürekli olarak dizildikleri sıraya göre kendi tabii yerlerini bulmak istemeleriyle açıklamıştır. Yani,

[244] **Bkz.** Cemal Yıldırım, **Matematiksel Düşünme,** İstanbul, Remzi Kitabevi, 2012, s.135.
[245] **Bkz.** P.M. Harman, **A. g. e.** , s.42-43,45.

bu nedenle topraktan oluşan taş yere düşmekte, ateş ise yükselmektedir. Aristoteles, kâinatı ise, yer merkezli bir küre olarak tasvir etmiştir. Bu küreyi ay altı ve ay üstü denilen iki âleme ayırmıştır. Buna göre ay altında oluş ve bozuluşun hakim olduğu Yer; ay üstünde ise, kristal kürelerden meydana gelen tabakalar üzerinde yerleşmiş bulunan, mutlak kusursuzluğun hakim olduğu, Ay, gezegenler ve Güneş bulunmaktadır.[246] Ptolemeus'un yaptığı hesaplamalarla da destek gören bu görüş skolastik felsefenin hâkim olduğu süre içinde tartışmasız olarak doğru kabul edilmiş, hatta buna karşı görüşler sunanların vahye karşı geldikleri iddia edilmiştir.

Fakat bu görüşler, Nicolaus Copernicus'un, 1543'te yayınlanan *Gök Cisimlerinin Dolanımları üzerine* (*De Revelutionibus Orbium Coelestium*) adlı eserinde, yer merkezli evren modeli yerine güneş merkezli evren modelini tanıtmasıyla, günümüzde "Bilim Devrimi" olarak nitelenen süreç ile sarsılmıştır. Galileo Galile'nin kendi yapmış olduğu teleskopla, Ay üzerinde gözlemlediği lekelerin varlığıyla, Aristoteles tarafından betimlenen, ay üstü âlemin kusursuzluğuna dair fikir bozguna uğramıştır. Johannes Kepler'in, *Yeni Astronomi* (*Astronomia Nova*,1609) ve *Dünyanın Uyumu* (*Harmonices Mundi,* 1619) adlı eserlerinde açıkladığı "Kepler Yasaları" ile (bkz.sayfa 49), gezegenlerin hareket yasalarının da mantıksal değil, matematiksel olduğu ortaya konmuştur.

Aristoteles dinamiğinin, bu şekilde yıkıma uğraması, yeni bir fizik anlayışının oluşmasını gerekli hale getirmiştir. Bu fizik anlayışının en büyük temsilcilerinden biri yine Galileo Galilei olmuştur. Aristoteles, hareket halindeki bir cismin, dışarıdan bir kuvvet uygulanmazsa bir süre sonra duracağını ifade ederken, Galilei, bugün hareketin ilk yasası olarak kabul edilen, düz ve doğrusal yolda hareket eden bir cismin dışarıdan bir kuvvet uygulanmadıkça sonsuza kadar hareket edeceği fikrini dile getirmiştir. Ayrıca cisimlerin düşme olayını, Aristoteles gibi sadece mantıksal bir çıkarımla ifade etmemiştir. Bunun yerine, yine günümüzde hareketin ikinci yasası olarak bilinen, serbest düşen bir cismin, düştüğü mesafe düşme mesafesinin karesiyle doğru orantılı olarak değişir, şeklinde açıklamıştır.[247]

---

[246] **Bkz. A. e.**, s.42-43,45.
[247] **Bkz.** Cemal Yıldırım, **Bilim Tarihi,** İstanbul, Remzi Kitabevi, 2006, s.102-103.

Galileo, hareketi mekaniksel olarak fizik kurallarıyla açıklamaya çalışmış ve bu uğraşında nispeten başarılı olmuş olsa da, henüz bu çalışmalarını yasalara dönüştürecek matematik gelişmemiş olduğu için, mekanik fiziğinin sadece fikir babalarından biri olarak tarihe geçmiştir. Bu görüşlerin tutarlı bir sistem halinde sunulabilmesi için, tarihin Descartes'ın *La Géométrie'*sini yazmasını beklemesi gerekecektir.

Galileo Galilei, bu yeni fizik anlayışını sistemleştirememiş olsa bile, fiziğin dilinin matematik olduğunun farkına varmış ve bunu "Felsefe (bilim) gözlerimiz önünde açık duran evren dediğimiz o görkemli kitapta yazılıdır. Ancak yazıldığı dili ve alfabesini öğrenmedikçe bu kitabı okuyamayız. Kitabın yazıldığı dil matematiğin dilidir; harfleri üçgen, daire ve geometrik şekillerdir. Bu dil ve harfler olmaksızın, kitabın bir tek sözcüğünü anlamaya olanak yoktur." sözleriyle ifade etmiştir.[248] Böylelikle bu yeni fizik anlayışı ile yeni bir felsefi düşünce oluşmuştur. Bu düşüncede, evren, bir saat gibi tasvir edilmiştir. Tanrı'nın bu saati matematik yasalara göre kurup bıraktığı ve evrenin kendiliğinden bu yasalara göre düzenli bir şekilde çalıştığı düşünülmüştür. Böylelikle, mekanik felsefenin özünü oluşturan bu görüş, yine uzun bir süre felsefe dünyasına hükmetmek üzere düşünce tarihindeki yerini almıştır.

3.2. *LA GÉOMÉTRIE'*NIN MEKANIK FELSEFEYE ETKISI

Mekanik felsefenin dayandığı, matematiğin kesinliği ve evrenin işleyişinin matematikle açıklanabileceği fikri, Descartes'ın düşünce dünyasını etkilemiş, kendisi de çalışmalarını bu savlardan hareketle temellendirmiştir.

Descartes, matematik bilimine kesinlik ve sağlamlığını kazandıran şeyin ne olduğunu sorarak işe başlamıştır. Bunun ne olduğu bilindiği takdirde, sağlam bir bilimler sistemini kurmanın mümkün olabileceğini düşünmüştür. Böylece, insan açısından bilinebilir tüm şeylerin bilgisini verecek olan, temel bir bilim,

[248] **Bkz.** Nalan Mahsereci, **"Modern Bilimin Başlangıcı: Galilei'nin Diyalog ve Konuşmaları",Bilimsel Devrimin Başyapıtları,** İstanbul, Bilim ve Gelecek Kitaplığı, 2012, s.147.

matematiksel kesinliğe sahip ve evrensel olan bir bilim kurulabilecektir. Descartes bu bilime "Evrensel Bilim (Mathesis Universalis)" (Bkz. Dipnot 169) demiştir.[249]

Descartes, böylesi kesin bir bilim arayışı için, çalışmamızda daha önce değindiğimiz üzere Euklides'in *Elementler* adlı eserinde uyguladığı yolu örnek alarak bir metot geliştirmiştir. Euklides, *Elementler* adlı çalışmasında basit tanımların yanı sıra, başka doğruluklardan, yani; ispat edilmeyen, sezgisel olarak bilebildiğimiz, apaçık doğruluklar olan postulat ve aksiyomlara yer vermiştir. Sonrasında Euklides, matematiksel bir önermeyi ispatlamak için belirlemiş olduğu tanım, postulat ve aksiyomlardan yararlanarak, mantıksal çıkarımlarla ilerlemiştir. Bu bağlamda Descartes, Euklidesçi yöntemi göz önünde tutarak kendi yönteminin kurallarını ise şu şekilde belirlemiştir:

> "Birincisi, doğruluğunu apaçık olarak bilmediğim hiçbir şeyi doğru olarak kabul etmemek: yani aceleyle yargıya varmaktan ve önyargılara saplanmaktan dikkatle kaçınmak ve vardığım yargılarda, ancak kendilerinden şüphe edilemeyecek derecede açık ve seçik olarak kavradığım şeylere yer vermekti. İkincisi inceleyeceğim güçlükleri daha iyi çözümlemek için her birini, mümkün olduğu kadar bölümlere ayırmaktı. Üçüncüsü, en basit ve en anlaşılması en kolay şeylerden başlayarak, tıpkı bir merdivenden basamak basamak çıkar gibi, en bileşik şeylerin bilgisine yavaş yavaş yükselmek için - hattâ doğal olarak, birbirleri ardınca sıralanmayan şeyler arasında bile bir sıra bulunduğunu varsayarak - düşüncelerimi bir sıraya göre yürütmekti. Sonuncusu ise hiçbir şeyi atlamadığımdan emin olmak için, her yanda eksiksiz sayımlar ve genel kontroller yapmaktı." [250]

Descartes'ın bu metodu, Euklides'in kurmuş olduğu sarsılmaz sistemin işleyişi ile benzerlik taşıdığı için, bu metot doğrultusunda elde edilecek her türden bilgi, yine Euklides'in elde ettiği matematiksel sonuçlar gibi, sarsılmaz nitelikte olacaktır.

---

[249] Bkz. Durmuş Hocaoğlu, **A. g. m.** , s.29.

[250] Réne Descartes, **Metot Üzerine Konuşma,** Çev. Müntekim Ökmen,İstanbul, Sosyal Yayınları, 1994, s. 21-22.

Descartes, hemen hemen bütün disiplinler için ortaya koymuş olduğu düşünme metodunu, felsefi düşünme yöntemi olarak da kullanmıştır. Descartes, yukarıda bahsi geçen kurallar doğrultusunda her şeyden şüphe etmekle işe başlamış, bütün her şeyden şüphe duyan, her şey yanlış olsa bile, bu yanlışlığı düşünen bir *ben* (*ego)'*nin varlığına işaret ederek, "Düşünüyorum öyleyse varım (cogito, ergo sum.)" şeklinde ifade ettiği ünlü önermesini sunmuştur. Böylelikle Descartes, geliştirdiği bu yöntem doğrultusunda, apaçık olarak idrak ettiği, düşünen ben'in varlığını garanti altına almıştır.[251]

Bu yöntemin sarsılmaz olarak addedilebilmesi için sezgisel (zihinsel dolaysız kavrayış) olarak kendiliğimizden bilebileceğimiz şeylerin doğruluğunu da güvence altına alması gerekmektedir. Descartes, bütün bilgilerin kesinliğinin ve doğruluğunun ancak Tanrı'nın bilgisine ulaştığı zaman elde edebileceğini belirtmiştir.[252] Yani, sezgisel olarak bilebildiğimiz şeylerin nedenini, Tanrı'nın varlığına bağlamış bunu da garanti altına almak için Tanrı'nın varlığını ispat etme girişiminde bulunmuştur. Böylece metot kusursuz bir işleyişe sahip olacaktır.

Descartes, Tanrı'yı bilebileceğimiz dört tanıtlama sunmuştur.

Bunların tanıtlamaların **ilkine** göre; nasıl insan zihni, bir üçgende, üçgenin iç açılarının toplamının iki dik açıya eşit olduğunun doğruluğunu, mutlak şekilde görebiliyorsa, tam eksiksiz bir varlıktan edindiği Tanrı fikrinde de, mutlak ve zorunlu olarak Tanrı'nın varlığını görmekle yükümlüdür.[253]

İkinci olarak, yaptığı Tanrı tanıtlamasında, Descartes, insan zihninde, tam ve olgun fikirlerin bulunmasının biricik anlaşılır nedeni olarak Tanrı'nın varlığını göstermiştir. Çünkü çeşitli kavramlara yönelik bulunan yetkin tamlıklar, eksikli varlıklar olan bizlerde olamayacağına göre, bu tamlıkların bizden farklı bir yapıda

[251]**Bkz**. Alfred Weber, **A. g. e.** , s. 217.
[252]**Bkz.** Renatus Descartes, **Metafizik ;Üzerine Düşünceler,** Çev. Çiğdem Dürüşken, Kabalcı, 2013, İstanbul, s. 151
[253] **Bkz.** Rene Descartes, **Felsefenin İlkeleri,** Çev. Mesut Akın, Say, 2010, İstanbul, s.59.

yani tam bir varlık olan Tanrı'da mevcut olması gerekmektedir. Ya da en azından bir zamanlar var olan Tanrı'da mevcuttur. Ama sonsuzluk da bu tamlığa ilişkin olduğu için, bir zamanlar var olan Tanrı her zaman olmak zorundadır. [254]

Üçüncü tanıtlamaya göre, Descartes, ilk olarak, bizde örneğin bir makineye ilişkin düşüncenin nereden geldiğini bildiğimiz halde, tamlıklara ilişkin düşüncenin nereden ve ne zaman geldiğini bilmediğimizi söylemiştir. Daha sonra, eğer biz kendi kendimizin yaratanı olsaydık bütün bu tamlıkları kendi özelliklerimize dâhil edeceğimizi ifade etmiştir. Son olarak, kendi özelliklerimizde bu tür tamlıklar olmadığı için kendi kendimizin yaratanı olamayacağımızı, bu düşüncelerin ancak bizi yaratan başka bir varlıktan gelebileceğini, onun da Tanrı olduğunu belirtmiştir.[255]

Descartes **dördüncü** ve son tanıtlamasında, zamanın birbirinden bağımsız olarak anlardan (ayrı birimlerden) oluştuğunu söyleyerek işe başlamıştır. Daha sonra, birbirinden bağımsız bu anlar boyunca, oluşup türememizi sağlayan, aynı ve tek bir neden olmaksızın, şimdi olmamızın biraz sonra olmamızın garantisi olamayacağını ifade etmiştir. Bizde, bir an için bizi ölümsüz kılacak ya da koruyacak bir güç bulunmadığı için, bütün bu ayrı anlardan oluşan süre boyunca bizi koruyan sonsuz bir gücün varlığının ise zorunlu olduğunu, bu varlığında Tanrı olduğunu söylemiştir.[256]

Bütün bu tanıtlamalardan sonra Descartes, her şeyin doğru ve kesin bilgisin ancak Tanrının varlığını anlamamızla ulaşacağımızı söylemiş[257] ve böylece kesin bilgileri garanti altına almıştır. Fakat, Descartes'ın bu yaklaşımı *Kartezyen Döngü* problemini doğurmuştur. Bu döngünün ortaya çıkmasının nedeni Descartes'ın ilkin Tanrı'nın bilgisine ulaşmadan önce açık ve seçik bilebildiğimiz şeylerin doğruluğunu savunması, daha sonra yine açık ve seçik olarak bilebildiğimiz Tanrı'yı bu tür

[254] **Bkz. A. e. ,** s. 61-62.
[255] **Bkz. A. e. ,** s. 63.
[256] **Bkz. A. e. ,** s. 63-64.
[257] **Bkz.** Renatus Descartes, **Metafizik ;Üzerine Düşünceler,** Çev. Çiğdem Dürüşken, Kabalcı, 2013, İstanbul, s. 151.

bilgilerin doğruluğunun kaynağı olarak görmüş olmasıdır. Bu sorunu, Descartes'ın yakın arkadaşı Mersene, Tanrı'nın varlığının açık ve kesin bilgisine sahip olmadan hiçbir şey hakkında emin olunamayacağını ama Descartes'ın açık ve seçik olarak cogitoyu kavradığını söylediğinde henüz Tanrı'yı ispat etmemiş olduğunu söyleyerek ifade etmiştir.[258]

Kartezyen Döngüyü fark eden diğer bir filozof Pierre Gassendi (1592-1655) olmuştur. Gassendi, Tanrı'nın var olduğunu, Tanrı'nın aldatıcı olmadığı için, açık ve seçik bir fikrin doğruluğunu kabul ettiğini, ama açık-seçik bir fikre sahip bulunduğunuz için Tanrı'nın var olduğunu ifade ederek Descartes'ın bir kısır döngü yarattığını belirtmiştir.[259]

Bu sorunu ele alan bir başka kimse dönemin filozoflarından Antoine Arnauld (1612-1694)'dır. Arnauld, Descartes'ın Tanrı'yı tanıtlamadan önce açık ve seçik bir şekilde algıladığımız şeylerin Tanrı'dan bağımsız olarak doğruluğunu ortaya koyması gerektiğini söylemiştir.[260]

Tüm bu eleştirilere yanıt olarak Descartes ilkin, sezgiyle kavranan açık seçikliği, açık-seçik ilkelerden çıkarılan sonuçlardan ayırmak gerektiğini söylemiştir. Sezgiyle kavranan açık seçiklik için Tanrı'nın varlığına ihtiyaç olmadığını ama hafızamızın bizi her zaman aldatması mümkün olduğundan, açık-seçik ilkelerden çıkarılan sonuçlar için Tanrı'nın varlığına dayanmak gerektiğini ifade etmiştir. Böyle bir ayrım yapıldıktan sonra, kısır döngünün ortadan kalktığını ifade etmiştir. [261]

Aslında böyle bir kısır döngünün olması, Descartes'in epistemolojiden hareketle ontolojiyi temellendirmek istemesinden kaynaklanmıştır. Meseleyi epistemolojik açıdan ele aldığımızda, Tanrı'nın varlığına dayanmaya ihtiyaç

---

[258] Bkz. Rae Langton, "Descartes'ın Meditasyonlar'ına Bir Çalışma Rehberi", **24.01. Batı Felsefesi Klasikleri Edisyonu,** Dil Bilim ve Felsefe Bölümü, MIT, s.30.
[259] **Bkz.** Vehbi Eralp, Descartes Fiziğinin Metafizik Temelleri, Felsefe Semineri Dergisi I, s. 141..
[260] **Bkz.** Rae Langton, **A. g. m.** , s. 31.
[261] **Bkz.** Ülker Öktem, **Descartes'ta Bilginin Kesinliği Problemi,** (Çevrimiçi) http:// dergiler. ankara. edu.tr /dergiler/37/743/9499.pdf (01.06.2013 tarihinde alındı).

duymadan, mevcut olan açık-seçiklik, zaten bilginin doğruluğunu sağlamaya yeterlidir. Ontolojik açıdan ise, hakikatte bir varlıktır ve var olmak için tüm diğer varlıklar gibi, Tanrı'nın varlığına muhtaçtır, çünkü varlıkların ilki ve temeli Tanrı'dır.[262]

Descartes, Tanrı tanıtlamalarıyla garanti altına almış olduğu yönteminin, nesnesi olan, cismi dünyanın varlığını ise, Tanrı'nın, mükemmel olduğu için yarattıklarını aldatamayacağını ileri sürerek, dış dünya diye tabir ettiğimiz maddi dünyanın gerçekliğinin var olduğu görüşüne ulaşmıştır.[263] Ayrıca, zihnimizde bir temsili bulunan tüm maddi nesnelere ilişkin, açık ve seçik algımızın, bu nesneler hakkındaki saf ve kesin bilgimizin kaynağını oluşturduğunu düşünmüştür. Bizim maddi tözün özüne ait açık ve seçik algımızın özünde ise saf uzam olduğunu belirtmiştir. Descartes, tüm maddi nesnelerin insanda bulunan uzam (extension) fikrinde temsil edilir olduğunu ileri sürmüştür. Doğada bulunan maddi nesnelerinde uzamda; en boy ve derinlikten var olduğunu ifade etmiştir. İnsan zihnindeki nesne temsili ve doğadaki nesnenin bilgisinin ise saf matematik ile, özellikle de geometri ile sistematize edildiğini ifade etmiştir. Bu da bize maddi dünyanın doğasının a priori olarak var olmasını garantilemiştir. O halde Descartes için maddi dünyanın özsel doğası tamamen matematiksel ve bilinebilirdir.[264]

Diyebiliriz ki Descartes, metafizik ve epistemolojik amaçlarına ulaşma sürecinde, maddi tözlerle ilgili matematiksel hakikatlere ilişkin a priori bilgiye sahip olabildiğimiz bir matematik felsefesi ortaya koymuştur. Bu yaklaşım anlama yetisinin (intellect), varlıkların doğuştan gelen matematiksel idealarına sahip olabileceğini varsaymıştır. Matematiksel akıl yürütmenin uygulanabilirliğini ise maddi dünyanın özünün, doğuştan gelen matematiksel idealarımızın nesnesinin saf uzam olmasıyla açıklanmıştır. Böylelikle Descartes, a priori olarak matematiğin

[262] **Bkz. A. g, m.**, s.320.
[263] **Bkz.** Rene Descartes, **Felsefenin İlkeleri,** Çev. Mesut Akın, Say, 2010, İstanbul, s.104.
[264] **Bkz**.Stewart Shapiro edited by, **Oxford Handbook of Philosophy of Math and Logic**, Oxford University Press, New York, 2005, s. 35.

maddi dünyaya nasıl uygulanabildiğinin açıklaması, maddi dünyanın özsel niteliklerini saf matematiğin nesnesi ile açıklayan bir teori ortaya koymuştur.[265]

Bu teorinin doğrulanabilmesi yani maddi dünyanın gerçekliğini ortaya koyan bu görüşleri ve maddi dünyanın bizden bağımsız olarak ama zihnimizdeki matematik algısına göre nasıl var olduğunu desteklemek için, o dünyanın nesnesi olan cismi, matematiksel olarak *yer* ile *mekan*da[266] ifade edebilmemiz gerekmektedir. Zaten Descartes, cisimden bahsederken duyularımızla algılanan maddeden değil, eni, boyu ve derinliği olan, uzayda yer kaplayan maddi varlıktan bahsetmiştir.[267] Çalışmamızda daha önce de bahsettiğimiz gibi Descartes, *La Géométrie*'de ilk defa eğrileri pergel ve cetvelle değil, koordinatlar yardımıyla niceliksel olarak ifade etmiştir. Yani eğriler ve doğrularla oluşan cisimler artık, matematiğin yani hakikatin nesnesi olmuşlardır. *La Géométrie*'nin felsefe tarihi açısından belki de bu kadar önemli olmasının en büyük nedeni, Descartes'ın çağdaş düşünceye armağan etmiş olduğu metodun doğruluğunu sağlayan son halkanın böylelikle tamamlanmış olmasından kaynaklanmaktadır.

Descartes, matematik modelli bu metodun işleyişinin doğruluğunu garantileme çabası içinde, *La Géométrie* ile maddi dünyanın varlığını ve özünün diğer iki tözden; Tanrı ve ruhtan ayrı olduğunu kanıtlamıştır. Böylelikle vardığı sonuçlar doğrultusunda, daha önce tanımladığı varlığı temellendirebilmiştir. Bu durumda varlık her şeyin kendisine tâbi olduğu ama kendisi hiçbir şeye tâbi olmayan, sonsuz cevher (töz) olan Tanrı'dan, düşünen cevher yani ruhtan (res cogitans) ve uzamda yer kaplayan cevher yani cisimden (res extensa) oluşmuştur.[268]

Descartes, *La Géométrie* ile cismi açık ve seçik olarak nasıl anladığımıza ilişkin görüşlerini temellendirtikten sonra, cismin bu özelliklerinden yola çıkarak, cismin hareket prensiplerini belirleyebilmiştir. Buna göre, cismin özü yer kaplamak

---

[265] **Bkz. A. e. ,**s.38.
[266] Yer cismin başka cisimlere göre durumunu gösterirken, mekan bir cisme dair büyüklük ve şeklini şeklini göstermektedir. **Bkz.**Rene Descartes, **Felsefenin İlkeleri,** Çev. Mesut Akın, Say, 2010, İstanbul, s.110.
[267] **Bkz.** Rene Descartes, **Felsefenin İlkeleri,** Çev. Mesut Akın, Say, 2010, İstanbul, s.105.
[268] **Bkz.** Alfred Weber, **A. g. e.** , s.218.

olduğu için, Descartes ilk olarak boşluğu redderek işe başlamıştır. Bu durumda uzay, hepsi hareket halinde olan aynı cinsten maddeden oluşmuştur. Hareket esnasında ise daha sonraları hareketin ilk yasası olarak kabul edilecek ifadenin belirttiği gibi, kütle ve hareket korunumunun mevcut olduğunu söylemiştir. Descartes bu prensibi yasalaştıramamış bu korunumun Tanrı tarafından sağlandığını ifade etmiştir. Ayrıca, yine eylemsizlik yasası olarak bilinen yasanın belirttiği üzere, hareket esnasında dışarıdan bir müdahale olmazsa cismin hareketini koruyacağını ifade etmiştir.[269]

Descartes ayrıca, Tanrı'nın yaradılış sırasında, maddeyi alıp keyfi olarak böldüğünü ve ona hareket verdiğini söylemiştir. Hareketin, boşluk var olamadığına göre, bir taneciğin yerine her zaman bir başkasının geçmesiyle gerçekleştiğini belirtmiştir. Bu düşünceden hareketle Descartes, girdaplar (vortices) teorisini geliştirmiştir. Buna göre, madde aynı cins şeyden ama boyutları farklı taneciklerden oluşmuştur. Taneciklerin en büyükleri topraksı maddeyi, orta büyüklükte olanlar havayı ve en küçükleri de ateşi meydana getirmiştir. Bu tanecikler, merkezinde en hızlı hareket eden ateş tanecikleri toplandığı girdaplarda toplanmışlardır. Böylece her girdabın merkezinde bir yıldız oluşmuştur. Bu gibi yıldızlar dönerek dışarı doğru, aynen bir ipin ucuna bağlanmış taşın daire çizecek şekilde hızla döndürüldüğünde yaptığı baskıya benzer bir baskı meydana getirmektedir. Bu yüzden her yıldız, diğer bütün yıldızlara baskı yapmaktadır. Bununla beraber, yıldızların yoğun maddeden oluşan kalın bir tabakayla kaplanma eğilimleri vardır. Bu kalına tabaka oluşana kadar önce üzerlerinde lekeler belirmekte ve sonunda parlamaları tamamen durmaktadır. Dışa doğru olan baskı artık kesilir ve girdap yok olmaktadır. Kabuk bağlamış yıldız, artık diğer girdaplara doğru yönelip ve gezegene dönüşmektedir. Eğer çok kütleli değil ise, kuyruklu yıldız haline dönüşmektedir. Gezegen uyduları da, çok zaman önce oluşmuş eski gezegenlerdir.[270]

Sonuç olarak Descartes, *La Géométrie* ile ortaya koymuş olduğu metodunun tutarlılığını ve varlık tanımlamasını desteklemiştir. Varlık tanımlamasında ki cisme

[269] **Bkz.** Rene Descartes, **Felsefenin İlkeleri,** Çev. Mesut Akın, Say, 2010, İstanbul, s.111,126.
[270] **Bkz.**Colin A. Ronan, **Bilim Tarihi,** Ankara, TÜBİTAK, Çevirenler: Eklemeddin İhsanoğlu, Feza Günergun, 2003, s.385.

ait yaklaşımını temellendirmiş, bu yaklaşımı sonucunda, hareketi mekanik olarak açıklama girişiminde bulunmuştur.

La Géométrie'nin diğer bir önemi ise, mekanik felsefenin dayanaklarından olan, doğanın dilinin matematik olduğu fikrini desteklemiş olmasıdır. *La Géométrie'*den önce, doğanın matematik diliyle yazılmış olduğu fikri oluşmuşsa da, bu düşünce tam olarak ifade edilememiştir. Descartes *La Géométrie*'de, eğrileri ve doğruları, koordinatlar yardımıyla matematiksel olarak ifade edebileceğimizi, yani, eğrileri ve doğruları oluşturan noktaların her birinin bir sayıyla tanımlanabileceğini göstermiştir. Böylece *La Géométrie,* eğri ve doğrulardan oluşan cisimlerin oluşturduğu doğanın dilinin gerçekten matematik olduğunun bir göstergesi olmuştur.

Bununla beraber *La Géométrie* mekanik fiziğinin sistemleşmesini sağlayan matematiksel zemine ön ayak olması bakımından da büyük bir öneme sahiptir. Bu önem, Descartes'ın, *La Géométrie'*de, cebirin geometriye uygulanması şeklinde bilinen, analitik geometrinin temellerini atmış olmasından kaynaklanmıştır. Bu temel üzerinde birçok matematikçi çalışmalarını ilerletmiş, dönemin en büyük matematikçileri olarak düşünülen Leibniz ve Newton ise sonsuz küçükler hesabını bulmuşlardır. Bu hesap, koordinat sistemi üzerinde, cebirsel olarak ifade edilebilen eğrilerin, altında kalan alanları ve bu alanların oluşturduğu katı cisimlerin hacimlerini bulmaya yarıyordu. Eğrilerle sınırlı bu yüzeylerin alanları ve hacimleri ise yüzeyleri oluşturan, sayısal olarak ifade edilebilen noktaların anlık yer kaplamalarının hesaplanması ve bu hesapların toplanması esasına dayanmaktaydı.

Newton sonsuz küçükler hesabını etkin bir şekilde Dünya'daki cisimlerin hareketini, gökyüzünde gezegenlerin hareketini ve cisimlerin düşmesine neden olan yer çekim kuvvetini açıklamak için kullanmıştır. Newton, böylece, mekanik fiziğini kurmuş ve mekanik felsefenin temel ilkesi olan, evrenin hareket yasalarıyla yönetildiği fikrini kanıtlamıştır.

Özetle, Descartes *La Géométrie* ile ortaya koymuş olduğu düşünme metodunu ve varlık anlayışını temellendirmiştir. Cisme ait hareketin, prensiplerini belirlemeye çalışmıştır. Evrenin matematik diliyle yazıldığı fikrini ise doğrulamıştır. Ayrıca, evrenin işleyişinin matematik yasalarla açıklanabilmesi için gerekli matematiksel zemine ön ayak olmuştur. Bütün bu sonuçlardan hareketle diyebiliriz ki, Descartes'ın *La Géométrie'*si, Mekanik felsefeyi oluşturan fikirlerin, açığa çıkmasını ve doğrulanmasını sağlayan bir anahtar görevi görmüştür.

3.3. MEKANİK FELSEFENİN ÇÖKÜŞÜ

Galileo ve Newton ile temelleri atılan ve onları izleyen iki yüzyıl boyunca, yapılan çalışmalarla gittikçe güçlenen mekanik teori, matematikte ve fizikte gerçekleşen bazı gelişmeler karşısında yetersiz kalmış, en prestijli döneminde çöküşe geçmiştir.[271] Mekanik felsefe, ilk darbeyi on dokuzuncu yüzyılın başlarında Euklides dışı geometrilerin kurulmasıyla almıştır. Daha sonra ise gelişen Kuantum ve Relativite Teorisi ile mekanik felsefe çökmüştür.

3.3.1. Euklides Dışı Geometrilerin Mekanik Felsefeye Etkisi

Skolastik felsefe, gerçekleşen birçok bilmsel gelişme karşısında zarar görmüş olsa da etkisini çok uzun süre sürdürmüştür. Skolastik felsefe, aklı (felsefeyi) vahyin doğrularına uygulayarak, inanç konularını olabildiği kadar kavranılır yapmayı hedeflemiştir. Yani skolastik felsefenin istediği, yeni bir şey bulmak değil, bilgiyi temellendirmek olmuştur. Bu yüzden, Euklides'in, doğruluğu tartışılmaz öncüllere dayanarak, çeşitli kanıtlamalar ile tümdengelimsel şekilde temellendirdiği sistemi skolastik felsefe tarafından otorite olarak görülmüştür.[272]

Fakat Euklides geometrisi mükemmel bir doğrulukta görünse de bazı sorunlar taşımaktaydı. İlk sorun; Euklides'e göre doğruluğunu sezgisel olarak

[271] **Bkz.** Cemal Yıldırım, **Bilim Tarihi,** İstanbul, Remzi Kitabevi, 2006, s.147.
[272] **Bkz.** Macit Gökberk, **A. g. e.** , s.140.

kendiliğimizden bilebildiğimiz aksiyom ve postulatların, aslında doğruluğunun tespit edilememesinden kaynaklanmıştır. Yirminci yüzyıl filozoflarından Bertrand Russell, *Batı Felsefesi Tarihi* adlı kitabında bu sorunu şu sözlerle ifade etmiştir.

> "*Elementler'*e, yazılmış en büyük kitap gözüyle bakılsa yeridir. Bu kitap gerçekten Yunan zekâsının en yetkin anıtlarından biridir. Kitabın kuşkusuz Yunanlılara özgü eksikleri yok değildir. Tümdengelimsel bir yol takip etmiştir. Ama öncüllerini oluşturan varsayımları hiç bir şekilde yoklama olanağı yoktur."[273]

Asıl büyük sorun ise, Euklides'in tanımlamış olduğu beşinci postulatla (bkz. sayfa 20) ilgili olmuştur. Beşinci postulat, ilk dört postulat gibi, kendiliğinden doğru olarak kabul edilebilecek kadar apaçık ve seçik değildir. Fakat ilk dört postulatla ispatlanacak bir teoremde olamamaktadır. Matematikçiler yüzyıllar boyunca beşinci postulatı, ilk dört postulatla ispatlamaya çalışmışlardır. Bu denemede bulunan matematikçilerden biri de Giovanni Girolamo Sacchieri (1667-1733) olmuştur.

Giovanni Girolamo Sacchieri, Euklides'in beşinci postulatını yine diğer postulatlardan yararlanarak ispatlamaya çalışmıştır. Sacchieri, bunun için olmayana ergi (reductio ad absurdum) ispat yöntemini kullanmıştır. Burada amaç, beşinci postulatın yanlış olduğunu kabul ettikten sonra, bir çelişki yakalayarak aslında kabulun doğru olduğunu göstermektir. Bunun için beşinci postulatı, yanlış varsayarak işe başlamıştır.



Şekil 23 Stephen F. Barker, **Matematik Felsefesi,** Çev. Yücel DURSUN, Ankara,İmge Kitabevi, 2003, s.62

[273]Bertrand Russell, **A History of Western Philosophy,** New York, Simon&Schuster, 1945, s.211.

Daha sonra, şekil 23'teki gibi AB çizgisi üzerinde, AC ve BD dikeylerini ve ABCD dikdörtgenini tanımlamıştır. Bu durumda ACD ve BDC açıları için üç koşul bulunmaktadır. Bu koşullar,

i. ACD ve BDC açıları dik açılardır.
ii. ACD ve BDC açılarının geniş açı açılardır.
iii. ACD ve BDC açılarının dar açı açılardır.

şeklindedir. Euklides geometrisine göre beşinci postulatı yanlış sayarak işe başlayan Saccheri, birinci koşulun doğru, ikinci koşulun yanlış olduğunu gösterdikten sonra üçüncü koşul için bir çelişki yakalamayı başaramamıştır. Bu çabasının sonucunu ise "Dar açı hipotezinin kesinlikle yanlış olduğunu biliyorum; çünkü böyle bir düşünce doğrusal çizginin doğasına aykırıdır." Şeklinde ifade etmiştir. Saccheri, aslında farkında olmadan üçüncü koşulun doğruluğunun, Euklides geometrisinin dışında başka geometrilerle mümkün olabileceğini göstermiştir.[274]

Euklides dışı geometrilerin varlığını işaret eden ilk kişi, matematik tarihindeki en büyük isimlerden biri olan Carl Friedrich Gauss (1777-1855)'tur. Euklides dışı geometriyi bir adım öne taşıyan kişi ise Georg Friedrich Bernhard Riemann (1826-1866) olmuştur.

Carl Friedrich Gauss, Euklides geometrisinin, mutlak düzlüğe sahip yerlerde geçerli olabileceğini, küre şeklinde olan dünyanın ise bundan yoksun olduğunu ifade etmiştir. Bu yüzden, bir yüzeyde iki nokta arasındaki en kısa çizgiyi ifade eden, eğrilik anlamına gelen "geodesic" kavramını türetmiştir. Buna göre, Euklides geometrisi ancak eğriliğin sıfır olduğu yerlerde geçerlidir. Ama Dünya üzerindeki her doğru, her yüzey bir eğriliğe sahiptir. Bu yüzden, bu yeni geometriye göre, bir çizginin üzerinde olmayan bir noktandan bu çizgiye birden fazla paralel çizilebilmektedir; bir üçgenin iç açıları yüz seksen dereceden küçüktür; çemberin çevresinin çapına oranı ise pi sayısından büyüktür.[275]

[274] **Bkz.** Cemal Yıldırım, **Matematiksel Düşünme,** İstanbul, Remzi Kitabevi, 2012, s.36-37.
[275] **Bkz.** Stephen F. Barker,**A. g. e.** , s.64-65.

Georg Friedrich Bernhard Riemann (1826-1866) ise, Gauss'un yüzeyler için ortaya atmış olduğu eğrilik kavramını, üç boyutlu uzaya taşımıştır. Riemann, eğriliğin her yerde aynı olduğu uzaylar tanımlamıştır. Bu uzaylarda, hiç bir doğru sonsuza kadar uzatılamaz ya da katı cisimlerin hacmi Euclides geometrisinde olduğu gibi değildir. [276]

Euclides geometrisi, Dünya yüzeyi çok büyük olduğu ve belli bir alanda eğrilik neredeyse sıfıra yakın olduğu için yüzyıllar boyunca uygulamada hiç problem yaratmamıştır. Ama alanlar büyüdükçe ve uzay çalışmaları ilerledikçe Euklides geometrisi yerini Euklides dışı geometrilere bırakmak zorunda kalmıştır.

Euklides dışı geometrilerle, Euklides'in geometrisini üzerlerine inşa etmiş olduğu, apaçık ve zorunlu önermeler olan postulat ve aksiyomların aslında varsayımdan başka bir şey olmadığı ortaya çıkmıştır. Böylelikle, yüzyıllar boyunca bir otorite olarak görülen Euklides geometrisi ve bu geometriye dayanan bir çok çalışma ve düşünce zarar görmüştür. Dolayısıyla Descartes'ın tüm felsefesini dayandırmış olduğu, matematiğin mutlak doğruluğu fikri, iddiasını yitirmiştir. Yine Euklides geometrisinin temel olduğu birçok matematik çalışmasına dayanan mekanik felsefesi ise artık tartışma konusu haline gelmiştir.

3.3.2. Çağdaş Fiziğin Mekanik Felsefeye Etkisi

Temelleri çok eskilere dayanan ve Newton'un çalışmalarıyla sistemleşen mekanik felsefe, evrenin tüm işleyişine dair bir açıklama biçimi olarak düşünülmüş olsa da bazı noktaları aydınlatmada yetersiz kalmıştır.

Mekanik felsefenin açıklayamadığı durumların başında, evrenin işleyişine ilişkin olasılıklı durumlar gelmektedir. Mekanik felsefe, evreni bir makine gibi tanımlamış, matematiğin kuralcılığından dolayı, matematik yasalara göre işleyen bu makinenin her eylemini bir sonraki eylemin nedeni olarak saymıştır. Böylelikle, yeterli matematik bilgisi ve zekaya sahip olduğumuzda bu işleyişin her bir adımını

[276] **Bkz. A. e. ,** s.65-66.

önceden bilebileceğimiz, rastlantıya ya da olasılığa yer vermeyen, tek geleceğe sahip bir evren tanımlamıştır. Ayrıca, evrenin işleyişini anlamak için matematik ve mekanik ilkelerin yeterli olacağını savunmuş ama biyolojik ve fizyolojik olaylar ile ruhbilimsel ve toplumsal çözümlemelere bir açıklama getirememiştir.[277]

Newton'dan sonra gelen matematik ve fizik çalışmaları ile mekanik felsefenin dayanmış olduğu argümanlar güçlenmiş olsa da, yukarıda saydığımız yetersizlikler baki kalmış, Euklides dışı geometrilerin tanımlanmasıyla da büyük bir sarsıntı yaşamıştır. Ama mekanik felsefe, en büyük darbeyi yirminci yüzyıla girerken ortaya çıkan, madde ve enerjinin temel birimlerini konu alan Kuantum Teorisive hızlı hareket eden kütleler ile geniş uzaysal mekânlarda ki hareketi açıklayan Relativite Teorisi ile almıştır. Kuantum Teorisini tanımlayan kişi Max Planck (1858-1947), Relativite Teorisini ortaya koyan kişi ise Albert Einstein 1879-1955) olmuştur.

Nasıl Euklides geometrisi, uygulandığı alanlar büyüdükçe, mutlaklığını yitirmekteyse, **Albert Einstein**'a göre, zaman da uzak mesafeler sözkonusu olduğunda mutlak hemzamanlığını yitirmektedir. Aynı şekilde, mesafe de farklı yerlerde olan iki gözlemciye göre değişmektedir. Yani farklı koordinat sistemlerinde olan kişilere göre hem zaman hem de mesafe mutlak değil, görecelidir. Dolayısıyla, mekanik fiziğinin hareket yasalarının iddiasının aksine, bir nesnenin mesafe ve zamana bağlı olarak hareketi göreceli, hızı ise bağıldır. Aynı şekilde, Einstein bir cisme ait kütlenin de mutlak olmadığını, bağıl hıza göre değiştiğini; hızlandıkça azaldığını, tekrar yavaşladıkça eski kütlesine kavuştuğunu ifade etmiştir. Bu çıkarımla, gittikçe hızlanan bir cismin kütlesinin sürekli azalacağını, ışık hızına ulaşınca ise tümünü yitireceğini, dolayısıyla hareket eylemini yitirerek sonsuzlaşacağını belirtmiştir. Yani, hareketin kütleye bağlı olduğunu kütlenin ise aslında yoğunlaşmış bir enerji topu olduğunu iddia etmiş, bunu da ünlü teoremi olan $E = mc^2$(E = enerji, m = kütle, c = ışık hızı) ile ortaya koymuştur.[278]

[277] **Bkz.** Orhan Hançerlioğlu, **A. g. e.** , s.252.
[278] **Bkz.** Cemal Yıldırım, **Bilim Tarihi,** İstanbul, Remzi Kitabevi, 2006, s.147, 151, 155.

Mekanik felsefeye göre, evrendeki tüm cisimler, zaten var olan zaman ve mekânda, mekanik fiziğinin dinamik yasalarına göre mutlak harekete sahiptirler. Einstein'nın bu yeni fizik anlayışına göre ise zaman ve uzay cisim ile var olmaktadır, hareket ise zamana ve mekana göre değişkenlik göstermektedir.

Mekanik felsefe, evrende makro ve mikro düzeyde ki her şeyin, mekanik fiziğinin dinamik yasalarına göre hareket ettiğini savunmuştur. Ama **Max Planck**'in, ortaya koymuş olduğu kuantum fiziğine göre, atomaltı parçacıkları, mekanik fiziğin kesin kurallarından ve nedensellik ilkesinden bağımsız şekilde davranış sergilemektedir. Bu durumda bir elektronun hareketini, sanıldığının aksine önceden kestirmek mümkün olamamaktadır. Ancak yığın biçiminde alınan elektronların davranışının istatiksel olarak yorumlanması ile hareketleri öngörülebilmektedir. Maddeden çıkan ısı ve ışığın hareketi ise, yine mekanik fiziğin tanımladığı hareket yasalarındaki gibi sürekli bir akış biçiminde değil, "kuanta" denilen kesik ve ayrı paketler halinde olmaktadır.[279]

Özetle diyebiliriz ki, Einstein'nın Relativite Teorisine göre, zaman, mekan ve hareket olguları farklı koordinat sistemlerine göre göreceli olduğundan, mekaniğin fizik yasaları, aynı koordinat sistemi içinde mutlak iken, resmin bütününe bakıldığında kesinlik ve katiliğini yitirmiştir. Evrendeki tüm cisimlerin hareketinin mekanik fiziğin kurallarına göre olduğu savı ise Kuantum Teorisinin atomaltı parçacıklarını kapsamadığını göstermesi ile geçerliliğini yitirmiştir. Böylelikle, mekanik fiziğinin geçerli olduğu alan daralmış, tüm evrenin işleyişini mekanik fiziğin kurallarına göre olduğunu savunan mekanik felsefe ise çökmüştür. Matematik yasaların kesinliği üzerine kurulu mekanik fiziğin asla sarsılmaz ve evrenin tümünün bu kesinlikle işlediği görüşünün yıkıma uğraması ise, yine Descartes'ın matematiğin kesinliği üzerine kurmuş olduğu tüm bir felsefe sistemini de zarara uğratmıştır.

[279] **Bkz. A. e.** , s.148.

SONUÇ

Descartes'ın analitik geometriyi temellendirirken yaptığı çalışmalar on altıncı yüzyıldan on dokuzuncu yüzyıla kadar hem matematiğin hem de felsefenin gelişiminde önemli rol oynamıştır. Skolastik bilim ve düşünce anlayışına getirdiği eleştirilerle de Yeniçağ biliminin ve felsefesinin öncüsü olmuştur. Descartes kuşkusuz, analitik geometri çalışmalarında, kendisinden önceki matematik çalışmalarından, Apollonius, Pappus, Diaphantus'tan ve kendisi ifade etmemiş olsa da, İslam Medeniyeti cebircilerinden de etkilenmiştir. Ancak Descartes'ın matematik ve felsefe çalışmalarına yön veren Euclides olmuştur. Descartes Euclides'ın apaçık olarak bilebildiğimiz aksiyom ve postulatlar üzerine inşa etmiş olduğu geometrinin kesinliğine ve sarsılmazlığına hayran olmuştur. Euclides'in geometri problemlerine uyguladığı bu metodun, tüm problemlerin çözümünde kullanılabileceğini ve tüm bilimlere uygulanabileceğini düşünmüştür.

Böylece Descartes matematiğin kesinliğine dayandırarak ortaya koyduğu bu metodun kurallarını, apaçıklık kuralı, analiz kuralı, sentez kuralı, kontrol kuralı şeklinde belirlemiştir. Bu kurallar gereği, doğruluğu apaçık meydanda olmayan hiç bir fikri gerçek diye kabul etmemek, güçlüklerin her birini daha iyi ve daha kolay çözülebilmeleri için daha küçük parçalarına ayırarak incelemek, basit ve tanınması en kolay fikirlerden başlayarak daha karmaşık fikirlere doğru yönelmek ve hiç bir şeyi atlamamak için her yanda eksiksiz sayımlar ve genel kontroller yapmak gerektiğini söylemiştir.

Descartes, hemen hemen bütün disiplinler için ortaya koymuş olduğu düşünme metodunu, felsefi düşünme yöntemi olarak da kullanmıştır. Descartes, yukarıda bahsi geçen kurallar doğrultusunda her şeyden şüphe etmekle işe başlamış, bütün her şeyden şüphe duyan, her şey yanlış olsa bile, bu yanlışlığı düşünen bir *ben* (*ego)'*nin varlığına işaret ederek, "Düşünüyorum öyleyse varım (cogito, ergo sum.)" şeklinde ifade ettiği ünlü önermesini sunmuştur. Böylelikle Descartes, geliştirdiği bu yöntem doğrultusunda, apaçık olarak idrak ettiği, düşünen ben'in varlığını garanti altına almıştır.

Bu yöntemin sarsılmaz olarak addedilebilmesi için sezgisel olarak kendiliğimizden bilebileceğimiz şeylerin doğruluğunu da güvence altına alması gerekmektedir. Böylece yöntem kusursuz bir işleyişe sahip olacaktır. Descartes, sezgisel olarak bilebildiğimiz şeylerin nedenini, Tanrı'nın varlığına bağlamış bunu da garanti altına almak için Tanrı'nın varlığını ispat etme girişiminde bulunmuştur.

Descartes, Tanrı tanıtlamasıyla garanti altına almış olduğu yönteminin, nesnesi olan, cismi dünyanın varlığını ise, Tanrı'nın, mükemmel olduğu için yarattıklarını aldatamayacağını ileri sürerek, dış dünya diye tabir ettiğimiz maddi dünyanın kavradığımız gibi var olduğu görüşüne ulaşmıştır. Maddi dünyayı kavrayışımızın uzamda; en, boy ve derinliğe sahip olanı yani, yer kaplayan nesne şeklinde olduğunu ifade etmiştir. Bu algılayışa göre nesne en, boy ve derinliğe sahip olandır. Bu şekilde Descartes metodun işleyişine ait üç ana unsur olan; zihin, maddi dünya ve Tanrı'yı apaçık olarak ortaya koyabilmiştir. Böylece sağlam bir şekilde temellendirdiği bu metot ile çözülecek her türlü probleminin sonucunun da sağlam bir şekilde ortaya konabileceğini ifade etmiştir.

Descartes ortaya koyduğu bu metodu matematik çalışmalarında da uygulamıştır. Bu metot doğrultusunda sistemli bir şekilde ilerleyerek analitik geometrinin doğmasına neden olarak gösterilen *La Géométrie* adlı eserini ortaya koymuştur.

Descartes matematiğe birçok yenilik getirdiği *La Géométrie*'de ilk defa günümüzde uygulanan şekliyle notasyon biçimi kullanılmıştır. Böylece, *La Géométrie'*den sonra diğer matematikçilerin de benimsediği bu notasyon biçimi sayesinde matematik hızlı bir yükselişe geçmiştir.

Descartes'ın *La Géométrie'*de problem çözerken takip ettiği yöntem ise sadece matematikte değil, diğer bilim dallarında da, bugünkü anlamda problem çözme yönteminin yolu olarak benimsenmiştir.

La Géométrie'de, eğrilerin ve eğrilere ait özelliklerin, koordinat eksenleri yardımıyla cebirsel olarak yani matematikle ifade edilebildiğinin gösterilmesi ise matematik adına yapılmış belki de en önemli gelişme olmuştur. Descartes'ın koordinat sistemini, bugün söylendiği şekliyle apsis ve ordinat isimleri geçmese de kullanmış olması analitik geometrinin doğmasına neden olarak gösterilmiştir.

La Géométrie düşünce tarihi açısından da önemli bir çalışmadır. Descartes, maddi dünyanın gerçekliğini mantıksal çıkarımlarla, zihnimizin algıladığı şekliyle, uzamda; en, boy ve derinliği olan yani yer kaplayan nesne olarak tanımlamıştı. *La Géométrie* ile cisimleri oluşturan eğrilerin, pergel ve cetvelle değil, koordinatlar yardımıyla niceliksel olarak ifade edilmesi tam da, Descartes'ın cismi algılayış biçimimizi tanımladığı biçime karşılık gelmiştir. Ayrıca, artık eğriler ve doğrularla oluşan cisimler, matematiğin yani hakikatin nesnesi olmuşlardır. Yani gerçekten de maddi dünya, en, boy ve derinlik olarak vardır ve gerçektir. *La Géométrie*'nin felsefe tarihi açısından bu kadar önemli olmasının en büyük nedeni, Descartes'ın çağdaş düşünceye armağan etmiş olduğu metodun unsurlarından biri olan, maddi dünyanın matematisel olarak kanıtlanmasıdır.

La Géométrie'nin düşünce tarihi açısından diğer bir önemi ise, mekanik felsefenin dayanaklarından olan, doğanın dilinin matematik olduğu fikrini desteklemiş olmasıdır. *La Géométrie'*den önce, doğanın matematik diliyle yazılmış olduğu fikri oluşmuşsa da, bu düşünce tam olarak temellendirilememiştir. Descartes *La Géométrie*'de, eğrileri ve doğruları, koordinatlar yardımıyla matematiksel olarak ifade edebileceğimizi, yani, eğrileri ve doğruları oluşturan noktaların her birinin bir sayıyla tanımlanabileceğini göstermiştir. Böylece *La Géométrie,* eğri ve doğrulardan oluşan cisimlerin oluşturduğu doğanın, dilinin gerçekten matematik olduğunun bir göstergesi olmuştur.

La Géométrie mekanik fiziğinin sistemleşmesini sağlayan matematiksel zemine ön ayak olması bakımından da büyük bir öneme sahiptir. Bu önem, Descartes'ın, *La Géométrie'*de, cebirin geometriye uygulanması şeklinde bilinen, analitik geometrinin temellerini atmış olmasından kaynaklanmıştır. Bu temel

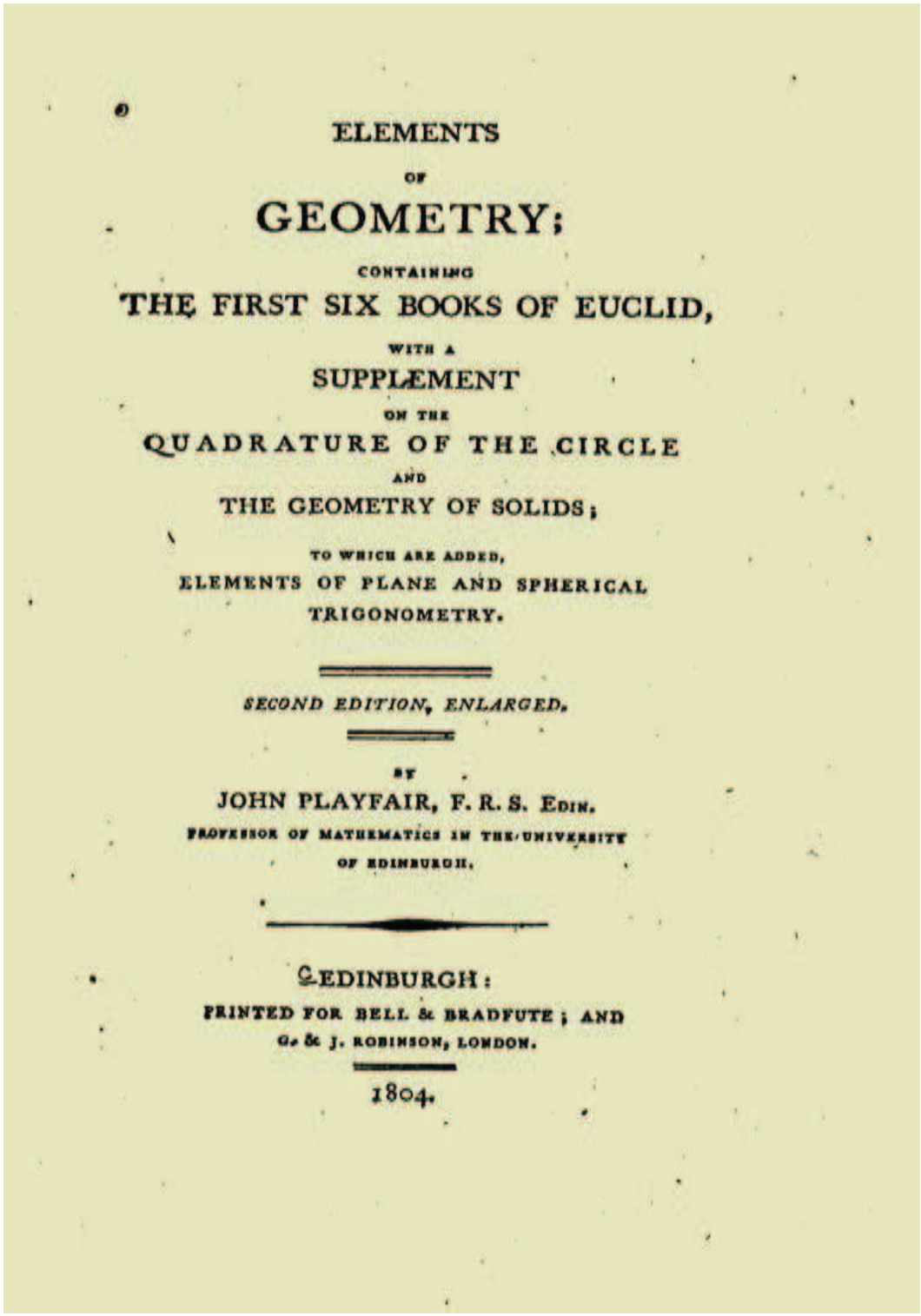
üzerinde birçok matematikçi çalışmalarını ilerletmiş, dönemin en büyük matematikçileri olarak düşünülen Leibniz ve Newton ise sonsuz küçükler hesabını bulmuşlardır. Newton sonsuz küçükler hesabını etkin bir şekilde Dünya'daki cisimlerin hareketini, gökyüzünde gezegenlerin hareketini ve cisimlerin düşmesine neden olan yerçekim kuvvetini açıklamak için kullanmıştır. Newton, böylece, mekanik fiziğini kurmuş ve mekanik felsefenin temel ilkesi olan, evrenin hareketinin matematik yasalarla yönetildiği fikrini kanıtlamıştır.

Özetle, Descartes *La Géométrie* ile, ortaya koymuş olduğu düşünme yöntemini ve varlık anlayışını temellendirmiştir. Evrenin matematik diliyle yazıldığı fikrini ise doğrulamıştır. Ayrıca, evrenin işleyişinin matematik yasalarla açıklanabilmesi için gerekli matematiksel zemini sağlamıştır. Bütün bu sonuçlardan hareketle diyebiliriz ki, Descartes'ın *La Géométrie'*si, Mekanik felsefeyi oluşturan fikirlerin, açığa çıkmasını ve doğrulanmasını sağlayan bir anahtar görevi görmüştür.

Fakat on dokuzuncu yüzyılda, daha gelişmiş ölçüm aletlerinin bulunuşu, böylece kuantum fiziğinin keşfiyle, makro düzeyde geçerli olan mekanik yasaların, mikro düzeyde kesinlikle işlemediği ortaya çıkmıştır. Relativite Teorisi ise mekanik fiziğinin yasalarının göreceli olduğu, yani mutlak bir kesinliğe sahip olmadığını göstermiştir. Aynı şekilde, kesinliğinden kesinlikle şüphe edilemezmiş gibi görünen, Euklides'in ortaya koymuş olduğu postulatların ancak düz bir evrende geçerli olabileceği, yer küre üzerinde düşüneceğimiz her düzlemin aslında eğri olduğu böylece gerçekte asla bir iç üçgenin iç açılarının yüz seksen derece olamayacağı ya da iki doğru arasında ki en kısa mesafenin dik bir doğru olamayacağı şeklinde düşünceler ortaya çıkmıştır. Bu düşünceden hareketle yerkürenin dışında uzayın da eğri olduğunu ortaya koyan Euclides dışı geometriler, kuantum ve relativite teorisi ile diyebiliriz ki, Descartes'ın bu kesinlikler üzerine kurmuş olduğu tüm bir felsefi düşün sistemi zarar görmüştür.

Matematik ve fizikte ortaya konulan bu yeni bakış açılarıyla uygulama alanında, Descartes'ın kesin bilim olarak gördüğü düşünce sistemi zarar görmüş olsa da, zihnimizde yine de mutlak bir tutarlılığa ve kesinliğe sahiptir. Analitik geometri

ise uygulama alanlarının dar olduğu yani eğrilik katsayısının sıfır kabul edilebilecek düzeyde olduğu yerlerde hâlâ geçerliliğini korumaktadır. Günümüzde analitik geometri, mühendislikten, haritacılığa birçok alanda kullanılmaktadır.



ELEMENTS

OF

GEOMETRY;

CONTAINING

THE FIRST SIX BOOKS OF EUCLID,

WITH A

SUPPLEMENT

ON THE

QUADRATURE OF THE CIRCLE

AND

THE GEOMETRY OF SOLIDS;

TO WHICH ARE ADDED,

ELEMENTS OF PLANE AND SPHERICAL TRIGONOMETRY.

SECOND EDITION, ENLARGED.

BY

JOHN PLAYFAIR, F. R. S. EDIN.

PROFESSOR OF MATHEMATICS IN THE UNIVERSITY OF EDINBURGH.

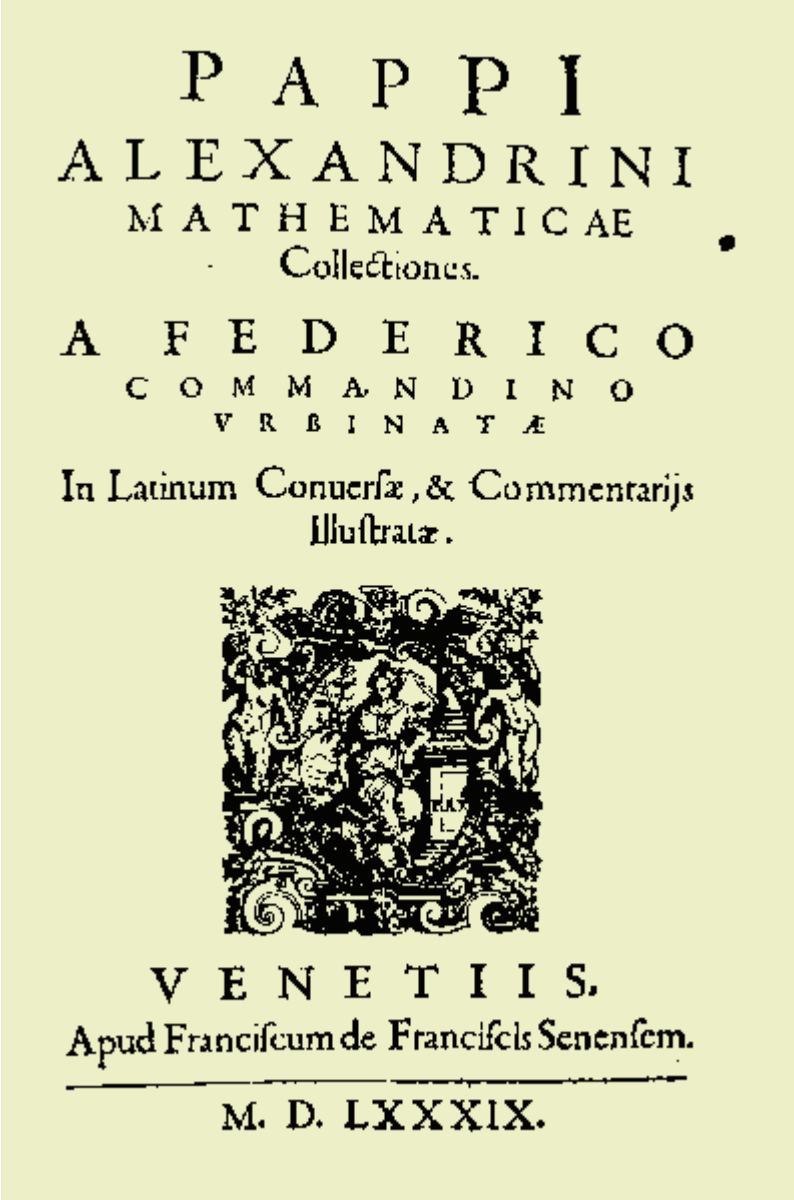
EDINBURGH:

PRINTED FOR BELL & BRADFUTE; AND

G. & J. ROBINSON, LONDON.

1804.

Resim 1: Euclides, *Elementler*.



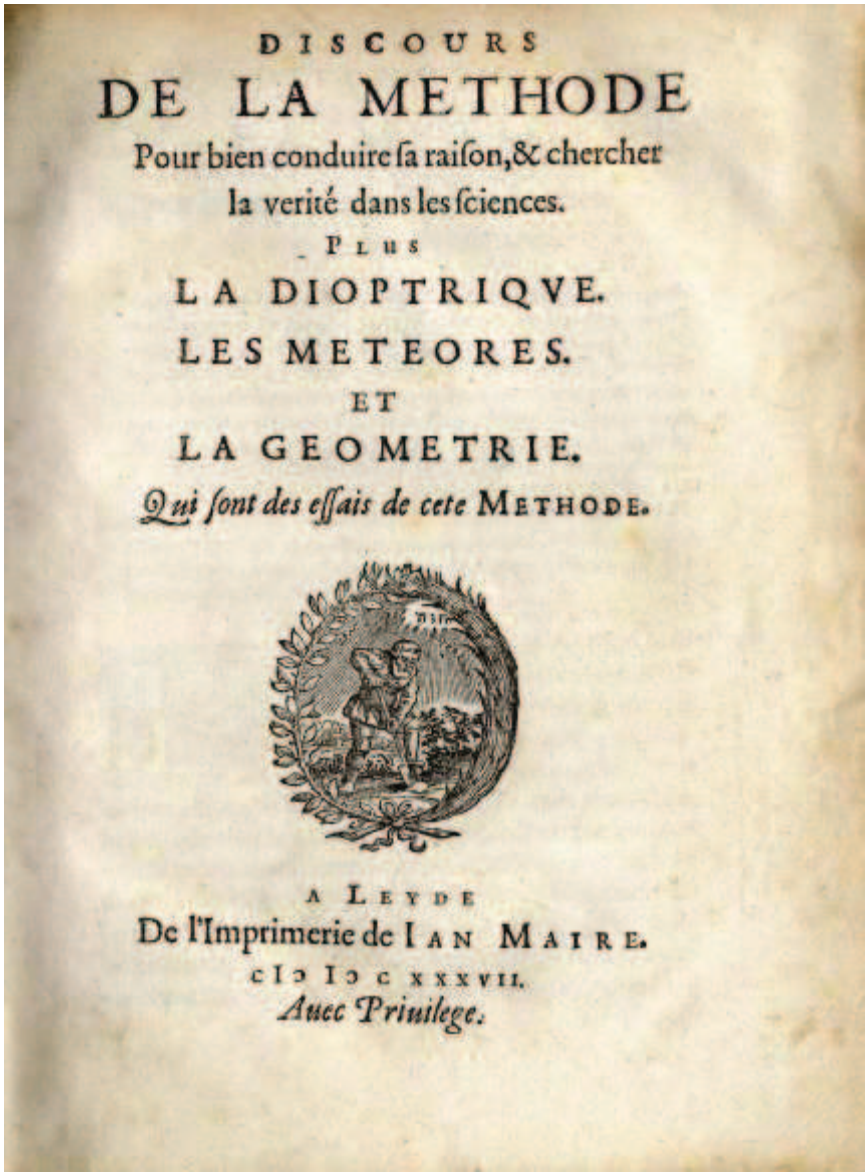
PAPPI
ALEXANDRINI
MATHEMATICAE
Collectiones.

A FEDERICO
COMMANDINO
VRBINATE
In Latinum Conuerſæ, & Commentarijs
Illuſtratæ.

VENETIIS.
Apud Franciſcum de Franciſcis Senenſem.

M. D. LXXXIX.

Resim 2: Pappus, *Koleksiyonlar*.


DISCOURS
DE LA METHODE
Pour bien conduire ſa raiſon,& chercher
la verité dans les ſciences.
PLUS
LA DIOPTRIQVE.
LES METEORES.
ET
LA GEOMETRIE.
Qui ſont des eſſais de cete METHODE.

A LEYDE
De l'Imprimerie de IAN MAIRE.
cIↃ IↃ c xxxvii.
Auec Priuilege.

Resim 3: Descartes, *Metot Üzerine Konuşma.*


LA
GEOMETRIE.
DE
RENÉ DESCARTES.
A PARIS.
M. DC. LXIV.
AVEC PRIVILEGE DV ROY.

Resim 4: Descartes, *La Géométrie*



Resim 5: René Descartes

KAYNAKÇA

AKARSU, Bedia — **Felsefe Terimleri Sözlüğü,** İnkilap Kitabevi, İstanbul, 1998.

AKSOY, Yavuz — **Bilim Tarihi ve Felsefesi**, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1994.

AKSOY, Yavuz — **Dünya Matematikçileri,** Yıldız Teknik Üniversitesi Vakfı Yayınları, İstanbul, 2000.

AKSOY, Yavuz — **Matematik [ve] Tarihi: Cilt I,** Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1999.

AKSOY, Yavuz — **Matematik [ve] Tarihi: Cilt II,** Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1999.

BALKANAY, Erol — "Descartes ve Matematik Sembollerin Gelişimine Etkisi", **Descartes'ın doğumunun 400. yılı nedeniyle Y.T.Ü. Matematik Bölümü tarafından düzenlenen ulusal sempozyumda Sunulan Bildiriler,**İstanbul, 1996.

BALL, W.W. Rouse — **Mathematical Recreations and Essays,** The Macmillan Company, New York, 1905.

BARKER, Stephen F. — **Matematik Felsefesi,** Çev. Yücel DURSUN, İmge Kitabevi, Ankara, 2003.

BERNAL, J.D. — **Tarihte Bilim,** Çev. Tonguç Ok, Evrensel Basım Yayın, İstanbul, 2008.

BOYER, Carl B. — **History of Analytic Geometry,** Dover Publication, New York, 2004.

CAJORI, Florian — **Matematik Tarihi,** Çev. Deniz İlalan, ODTÜ Yayıncılık, Ankara, 2014.

COOK, Harold J. — **The Scientific Revolution in National Context**, Cambridge University Press, Cambridge, 1992.

COPLESTON, Frederik — **Felsefe Tarihi 4/a Descartes,** Çev. Aziz Yardımlı, İdea Yayınevi, İstanbul, 2010.

DESCARTES, Réne **Aklın Yönetimi İçin Kurallar,** Çev.Müntekim Ökmen, Sosyal Yayınları, İstanbul, 1999.

DESCARTES, Réne **Felsefenin İlkeleri**, Çev. Mesut Akın, Say,İstanbul 2010.

DESCARTES, Réne **La Géométrie,** Translated from the French and Latin by David Eugene Smith and Maria L. Latham Dover Publication**,** NewYork**,**1954.

DESCARTES,Réne **Metot Üzerine Konuşma,** Çev.Müntekim Ökmen,Sosyal Yayınları, İstanbul, 1994.

DESCARTES, Réne **Söylem, Kurallar, Meditasyonlar**, Çev. Aziz Yardımlı,İdea Yayınları, İstanbul, 1996.

DESCARTES,Renatus **Metafizik ;Üzerine Düşünceler,** Çev. Çiğdem Dürüşken, Kabalcı, İstanbul, 2013

DOSAY M. KAHYA, E. 2001. TEKELİ, S.vd., **Bilim Tarihine Giriş,** Nobel Yayın Dağıtım, Ankara,

DÖNMEZ, Ali **Bir Bilim Olarak Matematik Tarihi,** V Yayınları, Ankara, 1986.

DÖNMEZ, Ali **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: Matematik Sözlüğü,** Toplumsal Dönüşüm Yayınları, İstanbul, 2002.

DÖNMEZ, Ali **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: İtalyan Matematikçiler,** Toplumsal Dönüşüm Yayınları, İstanbul, 2005.

DÖNMEZ, Ali **Matematiğin Öyküsü ve Serüveni: Fransız Matematikçiler,** Toplumsal Dönüşüm Yayınları, İstanbul, 2005.

ERALP,Vehbi Descartes Fiziğinin Metafizik Temelleri, Felsefe Semineri Dergisi I,

FAZLIOĞLU, İhsan "Harezmî"**, T.C. Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi**, c. XVI, 1997.

FOUILLE, Alfred	**Descartes,**Çev. Atakan Altınörs, Eflatun Yayınevi, Ankara, 2009.
GILLISPIE, Charles C.	**Dictionary of Scientific Biography,** Volume 3, Princeton University, New York, 1981.
GÖKBERK, Macit	**Felsefe Tarihi**, Remzi Kitabevi, İstanbul, 2008.
GÜR, Bekir S.	**Descartes'ın Matematik Felsefesi,** Matematik Dünyası, İstanbul, Bahar 2005.
HACISALİHOĞLU, Hilmi HACIYEV, Akif SABUNCUOĞLU, Arif KALANTAROV, Varga	**Matematik Terimleri Sözlüğü,**Türk Dil Kurumu Yayınları, İstanbul, 2009.
HANÇERLİOĞLU, Orhan	**Felsefe Sözlüğü,** Remzi Kitabevi, İstanbul, 1982.
HARMAN, P.M.	**Bilim Devrimi,** Çev. Feza Günergun, Der Yayınları, İstanbul, 1991.
HOCAOĞLU, Durmuş	"**Descartes'da Matematizm ve Mathesis Universalis",** Descartes'ın doğumunun 400. yılı nedeniyle Y.T.Ü. Matematik Bölümü tarafından düzenlenen ulusal sempozyum da Sunulan Bildiriler, İstanbul,1996.
IFRAH Georges	**Rakamların Evrensel Tarihi I: Bir Gölgenin Peşinde,** TÜBİTAK, Ankara,1995.
IFRAH Georges	**Rakamların Evrensel Tarihi II: Çakıl Taşlarından Babil Kulesine,** TÜBİTAK, Ankara, 1995.
IFRAH Georges	**Rakamların Evrensel Tarihi III: Akdeniz Kıyılarında Hesap,** TÜBİTAK, Ankara, 1995.
İNÖNÜ, Erdal	"Descartes'ın Cumhuriyet Kuşaklarına Etkisi ve Bazı Düşünceler**",Descartes'ın Doğumunun 400. Yılı Nedeniyle Y.T.Ü. Matematik Bölümü Tarafından Düzenlenen Ulusal Sempozyumda Sunulan Bildiriler**, İstanbul,1996.
LANGTON,Rae	"Descartes'ın Meditasyonlar'ına Bir Çalışma Rehberi", **24.01. Batı Felsefesi Klasikleri Edisyonu,** Dil Bilim ve Felsefe Bölümü, MIT.

LENGLANDS, Robert — **Descartes ve Fermat,** Matematik Dünyası, İstanbul, Yaz 2005.

LEWIS, Genevieve R. — **Descartes'ın Yaşamı ve Felsefesinin Gelişmesi,**Cogito, Sayı:10, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul,1997.

MAHSERECİ, Nalan — **"Modern Bilimin Başlangıcı: Galilei'nin Diyalog ve Konuşmaları", Bilimsel Devrimin Başyapıtları,** Bilim ve Gelecek Kitaplığı, İstanbul, 2012.

MANCUSO Paolo — **Philosophy of Mathematics and Mathematical Practise in Sevententh Century,** New York, Oxford University Press, 1996.

NASIR**,** SeyyidH. — **İslam ve İlim**,İnsan Yayınları, İstanbul, 1989.

PLAYFAİR John — **Elements of Geometry**, London, Printed for Bell&Bradfute; and G.&J. Robinson, 1804.

RONAN, Colin A. — **Bilim Tarihi,** Çevirenler: Eklemeddin İhsanoğlu, Feza Günergun, TÜBİTAK, Ankara, 2003.

RUNES, Dagobert D. — **The Dictionary of Philosophy**, Philosophical Library, NY, 1983.

RUSSELL, Bertrand — **A History of Western Philosophy,** Simon&Schuster, New York, 1945.

SARAÇ, Celal — **Bilim Tarihi,** Milli Eğitim Bakanlığı Yayını, Ankara, 1983.

SASAKI, Chıkara — **Descartes's Mathematical Thought**, Kluwer Academic Publishers, Japan, 2003.

SAYILI, Aydın — **Mısırlılarda ve Mezopotamyalılarda Matematik, Astronomi ve Tıp,** Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara, 1982.

SHAPIRO, Stewart — **Oxford Handbook of Philosophy of Math and Logic**, Oxford University Press, New York, 2005.

STRUIK, Dirk J. — **Kısa Matematik Tarihi,**Çev. Yıldız Silier, Doruk Yayımcılık, İstanbul, 2011.

TİMUÇİN,Afşar 1999. **Descartes Felsefesine Giriş,** Bulut Yayınları, İstanbul,

TUNCER,Talat **Matematik Sözlüğü,** İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi, İstanbul, 1995

TÜRKBAĞ, Ahmet Ulvi **Descartes'ın Üç Rüyası,** İstanbul Üniversitesi Hukuk Fakültesi Mecmuası, Cilt:4, Sayı:4, İstanbul,1997.

WEBER, Alfred **Felsefe Tarihi,**Çev. Halil Vehbi Eralp,Sosyal Yayınları, İstanbul, 1998.

YILDIRIM, Cemal **Bilim Tarihi,** Remzi Kitabevi, İstanbul, 2006.

YILDIRIM, Cemal 2012. **Matematiksel Düşünme,** Remzi Kitabevi, İstanbul,

İNTERNET KAYNAKLARI

İsmail Aslan, **Descartes'ın İşaret Kuralı,** Matematik Dünyası, 2001. (Çevrimiçi) http://www.matematikdunyasi.org/arsiv/PDF_eskisayilar/2001_3_23_27_DESCARTES.pdf
(25.12.2013 tarihinde alındı).

Eyüp Erdoğan,**Thomas Kuhn'un Bilim Anlayışının Devinim Kuramlarının Gelişimine Uyarlanması,**(Çevrimiçi) http://acikarsiv.ankara.edu.tr/browse/3170/4023.pdf?show
(01.04.2012 tarihinde alındı).

Nevin Mahir, **Analitik Geometri,** T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları,1999. (Çevrimiçi) https://www.anadolu.edu.tr/aos/kitap/IOLTP/2288/unite01.pdf
(01.04.2012 tarihinde alındı).

Ali Nesin, "Dikkat Paradoks var! Zenon'un Paradoksları", **Matematik Dünyası**, Güz. 2003. (Çevrimiçi) http://www.matematikdunyasi.org/arsiv/PDF/03_3_89_91_DIKKATPARADOKS.pdf
(01.04.2012 tarihinde alındı).

Ülker Öktem, **Descartes'ta Bilginin Kesinliği Problemi,**(Çevrimiçi)http://dergiler.ankara.edu.tr /dergiler/37/743/9499.pdf
(01.06.2013 tarihinde alındı).

Sevim Tekeli, **İslâm Dünyasında Delos Problemi Üzerindeki Çalışmalar**, (Çevrimiçi), http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/34/964/11877.pdf

(01.04.2012 tarihinde alındı).

(Çevrimiçi) http://www.newadvent.org/cathen/04009a.htm

(02.01.2014 tarihinde alındı).

Descartes' Mathematics, Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2011, (çevrimiçi)
http://plato.stanford.edu/entries/descartes-mathematics/
(28.11.2014 tarihinde alındı).

Paraboloid (Çevrimiçi)
http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Circular+paraboloid
(18.10.2014 tarihinde alındı).

(Çevrimiçi) http://mathworld.wolfram.com/ConicSection.html
(18.10.2014 tarihinde alındı).

(Çevrimiçi) http: // en. wikipedia. org/ wiki/ File: Teorema_ de_ desargues. svg
(28. 11. 2014 tarihinde alındı).

(Çevrimiçi) http: // 383207162. r. cdn77. net/ ktp/ 0907060201.htm
(20.01.2014 tarihinde alındı).