

## **KOPERNİK'TEN NEWTON'A BİLİMSEL DEVRİM SÜRECİ**

**Mustafa KOÇ<sup>1</sup>**

-----  
*Geliş: 06.07.2023 / Kabul: 15.07.2023*

### **Öz**

İlkçağda Aristarkhos tarafından önerilen Güneş merkezli evren modeli, Kopernik tarafından tekrardan ele alınmasına kadar büyük ölçüde unutulmuştu. Bu evren modeli, bilim ve düşünce tarihinde önemli bir dönüm noktası olduğu için Kopernik Devrimi olarak bilinmektedir. Kopernik Devrimi'nin hem tamamlanmamış bir süreci içermesi hem de klasik evren görüşüyle ortak birçok noktası olması bakımından bunu Bilimsel Devrim olarak tanımlamanın daha doğru olacağı kanaatindeyiz. Bilimsel Devrim süreci Dünya'ya bakışımızı şekillendiren toplumsal ve kültürel birçok değişimi de beraberinde getirmiştir. Bunların başında klasik bilimin dayandığı Aristotelesçi paradigma ve Kilise'nin otoritesi sorgulanmaya başlanmıştır. Yüzyıllar boyunca süregelen Aristotelesçi öğreti İncil'deki yaratılış anlatısıyla tutarlılık gösterdiği için Galileo'nun astronomik gözlemleriyle doğrulanan Güneş merkezli görüş, Kilise'nin büyük bir direnişiyile karşılaştı. Galileo'nun Engizisyon mahkemelerinde yargılanması onu Güneş merkezli evren sistemine verdiği desteği görünüşte geri çekmek zorunda bıraktı, fakat o Dünya'nın döndüğüne inanarak hayata veda etti. Galileo'nun davası bireylerin kendi inançlarına olan güvenlerini sarstığı için insanlar evrenin bir dizi rasyonel yasayla keşfedilebileceğini anladılar. Newton'un hareket ve yerçekimi yasası evrendeki nesnelere dair birleşik bir kuramın oluşturulabileceği anlamına gelmekteydi. Nitekim fizik ve astronomideki bu gelişmeler kolektif bir çabanın ürünü olarak Bilimsel Devrim'e yol açmıştır. Bu nedenle Kopernik, Galileo, Kepler ve Newton'un Bilimsel Devrim'deki rollerinin birbirinden bağımsız değerlendirilemeyeceği anlaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bilimsel Devrim, Dünya Merkezli Evren, Güneş Merkezli Evren, Kopernik, Galileo ve Newton.

---

<sup>1</sup>Dr., İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Felsefe Anabilim Dalı, philosophy@hotmail.de, ORCID: 0000-0001-8858-5151.

## **SCIENTIFIC REVOLUTION PROCESS FROM COPERNICUS TO NEWTON**

### **Abstract**

The heliocentric model of the universe proposed by Aristarchus in antiquity was largely forgotten until it was revisited by Copernicus. We know this model of the universe as the Copernican Revolution, as it was an important turning point in the history of science and thought. We believe that it would be more accurate to define the Copernican Revolution as the Scientific Revolution, as it includes both an incomplete process and many points in common with the classical universe view. The Scientific Revolution process has brought many social and cultural changes that shape our view of the world. The Aristotelian paradigm on which classical science was based and the authority of the Church began to be questioned. The heliocentric view, confirmed by Galileo's astronomical observations, met with significant resistance from the Church, as the centuries-old Aristotelian teaching was consistent with the biblical creation narrative. Galileo's trial at the Inquisition forced him to withdraw his support for the heliocentric universe system, but he died believing the Earth was spinning. Because Galileo's case shook individuals' confidence in their own beliefs, people realized that the universe could be explored by a set of rational laws. Newton's law of motion and gravity meant that a unified theory of the movement of objects in the universe could be established. As a matter of fact, these developments in physics and astronomy led to the Scientific Revolution as a product of a collective endeavour. Therefore, it was realized that the roles of Copernicus, Galileo, Kepler, and Newton in the Scientific Revolution could not be evaluated independently of each other.

**Keywords:** Scientific Revolution, Geocentric Universe, Heliocentric Universe, Copernicus, Galileo and Newton.

### **Giriş**

“Çalışmalarına yeniden başlıyorsa, Platon'un tavsiyesine uyarak matematikle başlardım ”

(Galilei, y.y.)

İlkçağlarda bilimsel gelişmeler daha çok gözleme dayanmaktaydı, ancak Antik Yunan'daki insanlar, yaşadıkları evreni açıklamak için bir dizi bilimsel teoriler geliştirdiler. Hangi teorinin kabul göreceği; dönemin sosyal, kültürel ve dini kabullerine bağlı olarak şekillenmiştir. Bu teorilerden Dünya merkezli evren modeli, hem dönemin sosyal koşulları hem de Aristoteles'in otoritesi nedeniyle yüzyıllar boyunca kabul görmüştür. Bu görüş özellikle de Ortaçağ'da Kilise'nin öğretileriyle örtüştüğünden yerleşik bir inanca bürünmüş ve buna karşı çıkmak dine karşı çıkmak

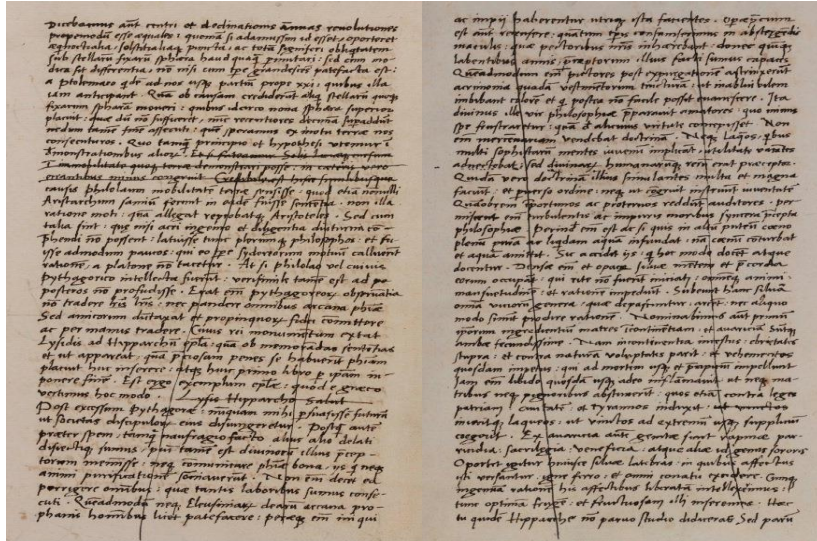
olarak görülmüştür. Rönesans ve Reform hareketleriyle bu türden düşüncelere karşı çıkılsa da bunun muhtemel sonuçları *Kopernik Devrimi*'nden<sup>2</sup> sonra görülmeye başlanmıştır. Bu *Bilimsel Devrim*; Kopernik ile başlayan Tycho, Galileo, Kepler ve Newton'a dek uzanan bir süreci içerir. Bu minvalde bilim tarihinde sadece Kopernik'in görüşlerini ifade etmekten ziyade, bilimsel devrime yol açan kıvılcımın doğurduğu sonuçları dönemsel olarak ele almak daha anlamlı görünmektedir.

Kopernik'in Güneş'i evrenin merkezine yerleştirme girişimi Antik Çağ'daki Aristarkhos'un Güneş merkezli evren modeline dayanmaktadır, ancak bu düşüncenin Aristarkhos'a ait olduğuna hiçbir yerde değinmemiştir (Koestler, 2013: 192). Bu düşünceye Krakow'daki Jagiellonian Üniversitesi kütüphanesinde ona ait bir el yazmasında Aristarkhos'un Güneş merkezli verilerinin üstü çizili yayınlanmamış bir nüshasına yazar tarafından bizzat erişildiği gerçeğine dayanmaktadır (Bkz. Şekil 1).

---

<sup>2</sup> Bilim tarihçisi T. Kuhn'un, Kopernik'in çalışması devrimci bir eser olmaktan ziyade devrime neden olan bir metin olarak değerlendirmek daha doğrudur söyleminden hareketle *Kopernik Devrimi* yerine *Bilimsel Devrim* demenin daha makul bir söylem olduğu kanaatindeyiz.

## Kopernik'ten Newton'a Bilimsel Devrim Süreci



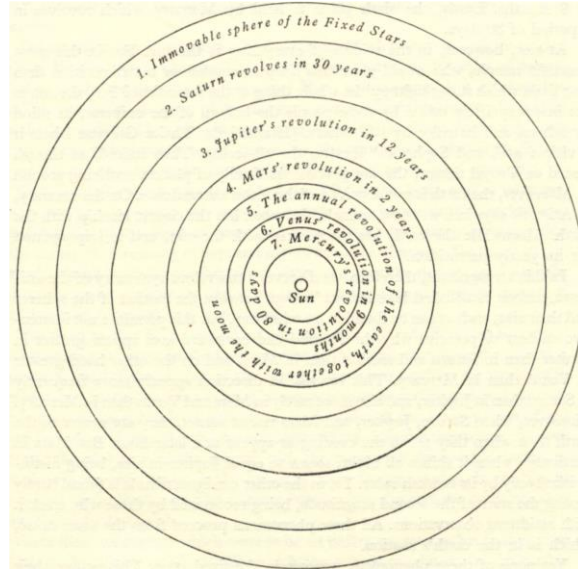
o boni viri simas, / scilicet luxa d'cuslato, cuius p'ra m'bol  
 postponere debuysses. Auunt etiam pleriq; te p'hibere plus  
 lesep'hori: quod videtur pythagoras: qui Damon filius  
 suus comitantales testamento reliquis m'adant-  
 no cuiq; res extra familia tradidit. Quos in  
 magna premia vendere passos voluit.  
 Sed paupertate et n'isa p'ce astramant-  
 amo cariora. Anst' etia: qd' Damon  
 moriens Velutis filius sine id' reliquit  
 fidei composita. Quos aut' virebs  
 s'xtus in affines sumis i' p'cep-  
 t'is: sed trasgressores p'f'iss'io-  
 nis. Si velim te emula-  
 neris g'ula habere. Sin  
 minus mortuus  
 es mihi  
 x

Şekil 1. Kopernik'in "De Revolutionibus" Orijinal El Yazması.

Kopernik bu sisteme göre düzenlenmiş gezegenlerin hareketlerine ilişkin şunları aktarır:

“İlk olarak dönüşünü 30 yılda tamamlayan Satürn yer almaktadır. Satürn'den sonra Jüpiter 12 yıllık dönüş süresiyle dönüşünü tamamlar. Ardından 2 yılda bir dönüş yapan Mars gelir. Yıllık hareketiyle dördüncü sırada bulunan Dünya, bir dış çember olarak Ay küresini içerdiğini daha önce ifade etmiştik. Beşinci sırada Venüs dönüşünü 9 ayda bir tamamlar. Son olarak 80 günlük dönüşüyle altıncı sırada Merkür yer alır. En nihayetinde her şeyin merkezinde Güneş bulunur. Her yeri aynı anda aydınlatan Güneş'i güzeller güzeli tapınağın merkezinden başka nereye yerleştirebiliriz ki?” (Rosen, 1978: 21–22).

Yukarıdaki ifadelerden de anlaşılacağı üzere Kopernik, tüm evreni Dünya'nın etrafında döndürmek yerine Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketini *Göksel Kürelerin Dönüşleri Üzerine* adlı kitabında basit ve yalın bir biçimde aktarır (Bkz. Şekil 2). Bu kitabın giriş kısmında aktarılan imzasız bölümün Kopernik'e atfedilmesi bir tartışma konusu olmuştur. Bu durumu ilk olarak astronom Kepler fark etmiş ve Kopernik'in teorisinin uzun bir süre boyunca dini yadsımadan aktarılmasının bir yöntemi olarak yorumlamıştır. Burada titiz ve dikkatli bir gözlem aracılığıyla göksel hareketlere dair bir tarihi oluşturmanın astronomun asıl görevi olduğundan bahsedilmiştir. Ancak bu görüş Güneş merkezli sistemin gerçek bir tasviri olmaktan ziyade geometrik bir hesaplama yöntemi ya da bir hipotezden ibaret olduğu düşüncesini yansıtmaktadır. Bu yüzden bu hipotezlerin gerçekliği yansıtması gerekli değildir; çünkü bu hipotezler kimseyi doğru olduğuna ikna etmek için değil, hesaplamaların güvenilir olduğunu göstermek için kullanılır. Bunun yanı sıra bir filozofun görevi fiziksel gerçekliği aramak olabilir, ancak kendisine ilahi olarak bildirilmediği sürece bunun hiçbir kesinliğinin olmadığından söz edilmiştir. (Rosen, 1978: XVI) Nitekim Kepler'in fark ettiği bu durum Güneş merkezli evren modelinin bir hipotezden ibaret olmadığı ve Dünya'nın döndüğüne fiziksel bir kanıt oluşturduğu gerekçesiyle bu kitabın Kilise tarafından yasaklanmasının önu açılmıştır.



**Şekil 2.** Güneş merkezli evren modeli (Rosen, 1978: 21).

## **1. GALİLEO FİZİĞİ VE GÖZLEMSEL ASTRONOMİDE DEVRİM NİTELİĞİNDEKİ GELİŞMELERİN BİLİM TARİHİNE YANSIMALARI**

Galileo, “*Şu Dünya'yı gökyüzüne hele bir çıkarabilirsek*” (Galilei, 2008: viii) diyerek binlerce yıl öncesine dayanan ve insanlığın hafızasında yerleşik hale gelmiş bilgileri teleskobuyla alaşağı etmiştir. Her ne kadar Kopernik, Aristarkhos'tan sonra bu görüşü tekrardan ele alan bildiğimiz ilk kişi olsa da Güneş merkezli evren sistemine asıl bilimsel katkıda bulunan kişi şüphesiz Galileo'dur. Bunun en somut göstergesi geliştirdiği bilimsel araç ve gereçler olup ve bunların içerisinde teleskobu astronomik amaçla kullanan ilk bilim insanı olmasıdır. O, teleskobu aracılığıyla yaptığı gözlemlerin iki önemli niteliğini öne çıkarmıştır. Bunlar; gözlemlerin nicel yönüne katkıda bulunarak gözlemlerin ölçülebilir olması ve bireylerin gözlemlerinde elde ettiği sınırlı algılama yetisini onların psikolojik durumlarını aşan bir noktaya taşınmasıdır (Topdemir ve Yinilmez, 2009: 115). Nitekim bu gözlemler, zihinsel algılarımızın nesnelere görünüşleriyle sınırlandırdığımızı ortaya çıkardığı gibi gerçeklik algımızda da köklü bir değişiklik yaratmıştır. Doğrudan duyular vasıtasıyla elde ettiğimiz bilgiler birer yanılsamaysa, gerçekliği nasıl tanımlamak gerekir? Galileo bunun yanıtını geometrik bir düzlemde, idealize edilmiş düşünce deneylerinde aramış ve iki önemli sonuca varmıştır: İlki, aynı yükseklikten ve aynı zamanda bırakılan farklı ağırlıktaki iki cismin ideal koşullar altında aynı anda yere düşmesidir. Bu düşüncesine Arşimet'ten etkilenecek havanın da bir kaldırma kuvveti olduğu fikri aracılığıyla varmıştır. Öyleyse hafif olan cisim sürtünme kuvveti yüzünden yere daha geç düşecektir. İkincisi ise, Dünya'nın merkezine zihinde idealize edilerek açılan kuyu deneyine dayanmaktadır. Bu deneyi ise şöyle aktarır:

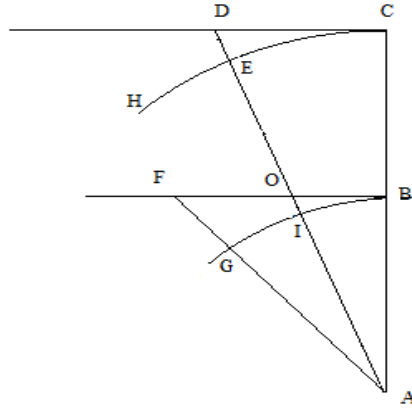
*“Yerküre'mizin merkezinde bir kuyu açsak... Yerküre'mizin tam merkezine 10 metre kala kuyu kazmaya başlıyoruz. Tam merkeze varduktan sonra, merkezin ötesine doğru 10 metrelik daha kuyu açmayı sürdürüyoruz... 10 metrelik kuyu başından elimizde taşı serbest düşüşe bırakalım; düşüşü boyunca ivme kazanan taş merkeze varduktan sonra sahip olduğu hız sayesinde merkezin ötesine geçer ve 10 metre yükselir. Oradan tekrar inmeye başlar ve kazandığı aynı ivme miktarıyla merkeze varıp oradan ilk başlangıcındaki yüksekliğe ulaşır”* (Galilei, 2008: xi).

İlkçağlardan Modern bilime kadar süregelen Aristoteles fiziği gereğince bu deney kurgulanmış olsaydı; serbest düşüşe bırakılan taşın gidiş bileti olurdu, fakat dönüşü olmazdı. Buna karşın gidiş-dönüş bileti olan Galileo'nun yaklaşımı ise, bilim tarihine yeni bir perspektif kazandırarak modern fiziğin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu yaklaşım, İlkçağda Demokritos tarafından ileri sürülen ve atomların devinimleri engellenmediği sürece sonsuza değin bu devinimlerini sürdürdükleri ilkesine

dayanan, hareketin eylemsizliği ilkesidir (Hawking ve Mlodinow, 2018: 23). Galileo, herhangi bir hareketin fark edilmesini o hareketten yoksun cisimlerin karşısındaki hükmüne bağlayarak modern fiziğe yeni bir bakış açısı getirmiştir. Şayet bu cisimlerin tümü aynı harekete tabi olsaydı, o cisimler tarafından bu hareket fark edilmeyecekti. Diğer bir ifadeyle cisimlerin aynı harekete iştirak etmesi, hareketin başka bir nesneye *görelî* olduğu anlamına gelecektir (Erdoğan, 2009: 180). Eylemsizlik ilkesi olarak bilinen bu durum daha sonra Albert Einstein tarafından geliştirilerek izafiyet teorisi şeklini almıştır.

Galileo, durağan ya da belirli bir hızda hareket halindeki gemi direğinin tepesinden bırakılan bir cismin sürekli aynı yere düştüğünü deneysel olarak kanıtlamıştır. O düşen cismin, dikey hat yerine rüzgârın seyrini izleyerek ve kendi ağırlığının vesile olduğu yolu takip eden transversal (çapraz) bir hat boyunca düşeceğini ifade etmiştir (Galilei, 2008: 197). Bu hareketin nedeni, düşen cismin geminin ortak hareketine iştirak etmesidir. Şayet bu ortak harekete gemideki kelebekler eşlik etmeseydi o zaman hava tarafından engellenmeleri gerekirdi. Bu minvalde Galileo, Dünya'nın üzerinde yaşadığımızı ve neden uzaya fırlamadığımızı kanıtlama çabasına girişmiştir. Bunun için iki farklı hareketi öngörmüştür: İlki fırlatılan cismin değme noktasından başlayarak teğet boyunca kesintisiz harekettir, diğeri aşağıya doğru eğilimi olan ve temas noktasından başlayarak merkeze doğru sekant boyunca inen hattır. Eğer burada fırlatma hareketinin sürekliliği isteniliyorsa teğetteki hızın sekanttaki eğime karşı yüksek bir değerde ölçülmesi gerekir (Galilei, 2008: 272).

Galileo aynı merkez etrafında aynı hızla hareket eden yarıçapları farklı iki tekerleğin teğetlerini kıyaslayarak Dünya üzerindeki nesnelere neden uzaya fırlamadığına dair matematiksel bir kanıt oluşturmuştur (Bkz. Şekil 3). Aşağıdaki şekilde B ve C noktalarına yerleştirilen iki taşın BG, CE daire çevreleri boyunca eşit hızla döndüklerini varsayalım. B taşı BG kavisini kat ettiği sürede C taşı da CE kavisini kat etmiş olsun. C'nin fırlatma gücü B'nin fırlatma gücünden daha az olduğu görülecektir. Diğer bir ifadeyle tekerleğin çapı büyüdükçe dönme hareketi sonucunda üzerindeki taşın savrulup kaçması olanaksız hale gelmektedir (Galilei, 2008: 300). Nitekim Galileo, Dünya'nın yarıçapını ve 24 saatte bir kendi eksenini etrafındaki turunu tamamlayan dönme hızını hesaba kattığında, üzerindeki cisimlerin neden uzaya fırlamadığını geometrik düzlemde matematiksel olarak kanıtlamıştır.



**Şekil 3.** Galileo'nun aynı merkez etrafında dönen ve yarıçapları farklı olan iki tekerlek deneyi (Galilei, 2008: 302).

Dünya'nın döndüğünü matematiksel olarak kanıtlayan Galileo, bilim tarihindeki en önemli tartışmalardan birini alevlendirmiştir. O döneme kadar Dünya'nın döndüğüne kimsenin tanıklık etmediği aşikâr, ancak bu hareketin neden fark edilmediğini Galileo açıklığa kavuşturmuştur. Ona göre Dünya'nın hareketinin fark edilmemesi bizim Dünya'yla birlikte ortak dairesel bir harekete tabii olmamızdan kaynaklanmaktadır ve bu hareket bir engelle karşılaşıldığında fark edilecektir. Bu durumda hareketine eşlik ettiğimiz bir kayık herhangi bir engelle karşılaşır veya kumsala oturursa içinde bulunan yolcular öne doğru fırlamış olacaktır. Galileo benzer biçimde, eğer Dünya'nın hareketi bir engelle karşılaşırsa şiddetli hızı yüzünden yıldızlara doğru fırlayacağımızı ifade etmiştir (Galilei, 2008: 355). Dünya'nın hareket ettiğine fiziksel ve matematiksel kanıtlar sunan Galileo, Dünya'yı göksel cisimlerin arasına yerleştirerek Aristoteles'in aksine hem Ay-altı ve Ay-üstü evren ayrımını ortadan kaldırmış hem de evrenin her yerinde aynı yasaların işlediğini kanıtlamıştır. Bunun sonucunda evrendeki tüm değişim ve dönüşümlerin bilimsel yasalara göre işlediği ortaya çıkmakla kalmamış, bilimin üzerinde başta Kilise olmak üzere hiçbir otoritenin yöntemine başvurulmadan evrendeki gerçekliğin matematik ve fizikle ulaşılabileceği de anlaşılmıştır (Fazlıoğlu, 2018: 17). Diğer bir ifadeyle kozmosu anlamının yegâne yolu idealize edilmiş deneylere dayalı matematiksel denklemlerdir.

Fiziksel gerçekliğin matematiksel denklemler yoluyla temellendirilmesi, bilimsel yasaların hangi kıstaslara göre belirleneceği tartışmasına yeni bir boyut kazandırmıştır. Bu anlam boyutu evrenin, mantık yerine matematiksel bir dilin



kullanımıyla anlaşılabilceği görüşüdür. Çünkü mantık bilimi bir diyalogun nasıl kontrol edilmesi ve açıklanması gerektiğini belirtir, fakat yeni bir bilimsel keşif ortaya koymamaktadır. Eğer matematik ve geometriyi sadece bir bilim olarak değil aynı zamanda bilimsel bir metot olarak kullanırsak gerçekliğin resminin bağlamını da elde etmiş oluruz. Bu nedenle gerçekliği, deneysel alanı aşan noktada ve varoluşun anlam kazandığı geometrik düzlemde matematiğe özgü bir karakter veya denklem elde ederek anlayabiliriz. Bu bağlamda Galileo matematiğe ilişkin görüşlerini şöyle ifade eder: *“Felsefe gözlerinizin önünde sürekli açık duran bu büyük kitabın içinde daha doğrusu evrende yazılıdır; fakat insan, dilini ve yazıldığı harfleri kavramaya çalışmazsa bu evreni anlayamaz. Evren matematik diliyle yazılmıştır ve karakterleri üçgen, daire ve diğer geometrik figürlerden ibarettir, bunlar olmaksızın insan karanlık bir labirentte dolaşır”* (Galilei, 1957: 237–238).

Yukarıdaki ifadelerden de anlaşılacağı üzere; Galileo göksel cisimlerin hareketlerini niteliklerine göre değil, geometrik bir koordinat sistemine göre belirlemiştir. Gerçekliğin matematiksel olarak modellenebileceğini savunmuş ve buna karşın otoritelerin ortaya koyduğu yanlış mantıksal argümanlara karşı çıkmıştır. Nitekim Galileo evrendeki gerçekliği ifade ederken sadece matematiksel denklemlere göre değil aynı zamanda deney ve gözleme dayalı bilimsel bir yöntemle dayandırmıştır. Onun teleskobu aracılığıyla elde ettiği gözlemsel veriler astronomide devrim niteliğinde bazı gelişmelere yol açmıştır. Bu gelişmelerin neler olduğunu ve bilimin serüveninde ne gibi bilimsel gelişmelere yol açtığını detaylandıralım.

Dünya'ya yakınlığı nedeniyle Galileo'nun ilk gözlem noktası Ay olmuştur. Bu gözlemi esnasında orada dağların, vadilerin ve kraterlerin bulunduğunu ifade etmiştir. Ona göre, Ay'ın yüzeyindeki bu şekillerin varlığı Dünya'dakiyle benzerlik taşıdığı için her iki gökcismi de aynı maddeden yapılmıştır. Dönemin Venedik Büyükelçisi Henry Wootton, Kral I. James'e o yıllarda yazdığı mektupta; Galileo'nun, Ay'ın kristal bir yapıda değil de dağlık ve taşlık bir yer olduğundan bahsettiği görülmüştür. Bu düşünceye Güneş ışığının kırılmasından ve buna bağlı olarak ışığın yansıma kanunundan hareketle varmıştır. Bu nedenle Ay, Güneş'ten gelen ışığı yansıtır ve geceleri Dünya'yı aydınlatır. Daha önce bu düşünceyi Leonardo Da Vinci ifade etse de yansıma kanunlarına bilimsel bir form kazandıran kişi ise yine Galileo olmuştur (Galilei, 2008: viii–ix). Ay'a ilişkin bu gelişme Aristoteles'ten o döneme kadar süre gelen Ay-altı ve Ay-üstü evren ayırımına önemli bir itirazdır. Akabinde Galileo'nun diğer gökcisimlerine ilişkin gözlemleri sonucunda bu ayırım ortadan kalkacaktır.

Galileo Jüpiter gözlemi esnasında gezegene ait dört uyduyu keşfeder. O, bu keşifle evrende birden fazla merkezin olduğu ve buna bağlı olarak da evrenin herhangi bir merkezinin olmadığı sonucuna varmıştır. Galileo bu görüşünü şöyle ifade etmiştir: *“Konu sadece bir cismin Dünya çevresinde dönmesi ve Copernicus doktrininin bize öğrettiği gibi her ikisinin birlikte Güneş çevresinde dönmesi olayından ibaret değil. Bir dört cismin veya uydunun, Ay'ın Dünya çevresinde döndüğü gibi, Jüpiter çevresinde dönmesi söz konusu; bunların hepsi Jüpiter'le birlikte Güneş çevresinde on iki yıl süren büyük bir devir yapıyorlar”* (Bixby, 1997: 56).

Bu uyduların keşfedilmesi Avrupa'da hızla yayılmaya başlamış ve ciddi tartışmaları da beraberinde getirmiştir. Bu tartışmaları başlatan ve alevlendiren şey, Galileo'nun bu dört uyduya Medici ailesinin üyeleri olan II. Cosimo, Francesco, Carlo, Lorenzo kardeşlerin isimlerini vermesidir. Bu gelişmelere tepki gösteren Aristoteles yandaşları Galileo'nun Medici ailesini ölümsüzleştirmek için bunu kullandığını söylediler ve bu uyduların varlığına inanılmaması gerektiğini ileri sürdüler. Dahası 1611'de Francesco Sizzi, bastırıldığı broşürde bu uyduların gözle görülmemesinden dolayı Dünya'ya herhangi bir etkisinin olamayacağından ve bu sebeple varlıklarının da söz konusu olamayacağından söz etmiştir. Bu uyduların varlıklarının kabul edilmesi o zamana dek süregelen güzelim sistemi alt üst edeceğinden bu görüşün derhal reddedilmesi gerektiğini ifade etmiştir (Unat, 2012: 35–40). Peki, bu türden inançların sarsılması bilim tarihinde ne gibi izlenimler bırakmıştır?

Özellikle XVI. yüzyılda bilim insanlarının infazını veren otoriteler kendi düzenlerinin bozulacağı korkusuyla yüzleşmek zorunda kalmışlardır. Toplumda kendi otoritelerine olan güven sarsılınca bu kişiler bilimsel gelişmeleri itibarsızlaştırmaya başladılar. Hatta kendi dogmatik inançlarına o kadar sıkı sıkıya bağlıydılar ki gökcisimlerine teleskopla kendi gözleriyle bakmayı reddetmişlerdi. Fakat gerçekliğin değişmeyen bir niteliği var ki o da şartlar ve koşullar ne olursa olsun, er ya da geç bir şekilde günün birinde tüm çıplaklığıyla ortaya çıkacaktır. Bu gelişmeler ışığında Ay-üstü evrene dair ortaya koyulan metafiziksel anlam kaybolmaya başlamış ve o da Ay-altı evrenin yani fiziğin konusu olmaya başlamıştır.

Galileo teleskobunu Satürn'e çevirdiğinde gezegeni çevreleyen halkaları ona bitişik uydu sanmış, fakat belirli aralıklarla kaybolduklarını fark edince hayretler içerisine düşmüştür. Ardından geliştirdiği teleskobuyla gezegeni gözlemleyen Galileo, orta kısmı karanlık bir bölgeden oluşan halkaları keşfetmiştir. Karanlık, bir anlamda eksikliği ifade ettiği için bu durum kozmik bir karmaşanın göstergesiydi ve evrendeki bu karışıklık göksel cisimlerin mükemmel bir yapıya sahip olduklarını

söyleyen Aristoteles kozmolojisine indirilmiş bir darbe olarak yorumlanmıştır (Unat, 2005: 15–23).

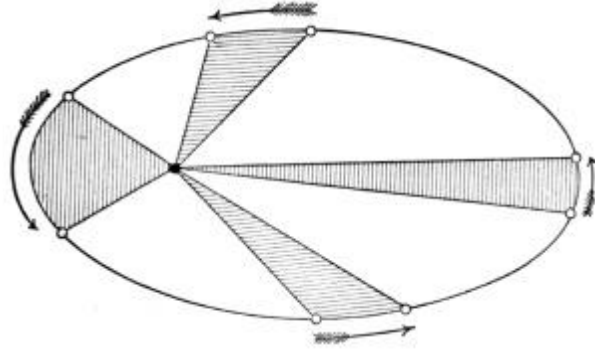
Venüs gözleminde ise gezegenin sürekli şekil değiştirmesi ve Ay'a benzer evreler göstermesi, ancak Güneş etrafındaki hareketiyle olanaklıdır. Venüs'ün bazen hilal bazen de küre biçiminde görülmesinin Kopernik sistemine uygun olduğunu ifade eden Galileo, bilim tarihinde ilk defa bir gezegenin Güneş etrafındaki hareketini kanıtlayan en somut veriyi ortaya koymuştur (Galilei, 2008: 463). Bu görüş Dünya merkezli evren anlayışının çöküşü anlamına gelmekteydi, çünkü Venüs'ün evreler göstermesi bu anlayışın sadece yanlış olduğunu kanıtlamakla kalmamış aynı zamanda neden yanlış olduğuna da kanıt sağlamıştır. Galileo'nun Güneş lekelerine ilişkin gözlemleri gök cisimlerinin kusursuz ve mükemmel birer varlık olmadıklarının kanıtıydı. Bu gelişmeler Aristoteles'in akıl yürütme ve mantığa dayanarak elde ettiği verilerin bir gözleme dayanmadığının göstergesidir.

İlkçağdan itibaren evren modellerini şekillendiren metafiziksel ve teolojik gerekçeler yerini Galileo'dan sonra deney ve gözleme bırakmıştır, ancak bu o kadar da kolay olmamıştır. Metafiziğin konusu olan her şey fiziğe indirgenmeye başlandıktan sonra evren modelleri daha determinist bir yapı kazanmıştır. Hiçbir otoriteye başvurmadan gerçekliğin fizikle açıklanabileceğini iddia eden Galileo, Engizisyon Mahkemeleri'nde Kilise tarafından yargılanmıştır. Bu tutum Kilise'nin içerisinde bulunduğu acizliğin bir göstergesidir, çünkü Galileo'nun suçunu itiraf etmesi için kendisine okutulan iki önermenin herhangi bir bilimsel dayanağı yoktur. İlk önermede Güneş'in evrenin merkezi olduğu düşüncesinin Kutsal Kitaba açıkça aykırı olması sapkın bir düşünce olmasına bağlanmıştır. Diğerinde ise Dünya'nın hareket ettiği düşüncesinin felsefi açıdan yanlış olduğundan söz edilmiştir (Topdemir ve Yınılmez, 2009: 52). O halde şunu da sormak gerekmez mi: Bu iki önermeyi okuyup kendisini lanetleyen Galileo'yu kahraman yapan şey nedir? Galileo kendi mahkûmiyet emrini imzaladıktan sonra Dünya'ya dair “Eppur si muove!” yani “Yine de dönüyor” demiştir ve bu ifade kendisinden sonra modern bilimin parolası haline gelmiştir (Sacchi, 1868: xxvii). Onun bu cesareti Kopernik'in tekrardan ele aldığı Güneş merkezli öğretinin sadece doğru olduğunu değil aynı zamanda gerçekliğe eş değer olduğunu ortaya çıkarmıştır. Onun modern fizik öğretisi, hem bilimdeki yöntem sorununu ortadan kaldırdığı hem de bilime yeni bir bakış açısı kazandırdığı için bu tutumu onu bilim tarihinin önemli bir figürü haline getirmiştir.

## **2. MÜKEMMELLİKTEN KOPUŞ: DAİRESEL HAREKETTEN ELİPTİK HAREKETE GEÇİŞ**

Üstün gözlem ve hassas ölçüleriyle ünlenmiş Tycho Brahe (1546-1601), bilimsel çalışmalarını değerlendirmeden 55 yaşındayken böbrek iltihaplanmasından ansızın hayata veda etmiştir. Danimarka'dan ayrılıp Prag'a yerleştiği zaman diliminde yıldız tablolarının hazırlanmasında kendisine yardımcı olmak için Kepler'i asistan olarak kabul etmişti. Tycho'nun ölümünden sonra yıldız tablolarının kayıtlarını inceleyen Kepler, gezegenler arasındaki bağlantıyı fark etmiş ve Mars'ın eliptik bir yörüngedeki hareketini gözlemlemiştir (Aslan vd., 2012: 88). Aristoteles kozmolojisine göre göksel cisimlerin dairesel hareketi onların mükemmellik niteliğinden kaynaklanmaktaydı. Bu cisimlerin mükemmel değil de bozulabilen ve değişen bir yapıya sahip olduklarını söyleyen Galileo bile onların dairesel bir harekete tabii olduklarını söylemişti. Fakat Galileo, Aristoteles kozmolojisinden farklı olarak dairesel hareketin doğrusal harekete eşdeğer olduğunu belirtmiştir. Gezegenlerin hareketlerine ilişkin radikal bir değişimi öneren kişi ise Kepler olmuştur, çünkü dairesel harekette sapmalar olduğunu fark etmiş ve bunu eliptik hareketin varlığıyla doğrulamıştır. Özellikle de Mars'ın dönemsel olarak bazen hızlanan bazen de yavaşlayan hareketi elips kuramının ortaya çıkışını sağlamıştır.

Bu gelişmeler ışığında Kepler gezegenlerin hareketlerine dair üç yasayı keşfetmiştir. Bu yasalar gezegenlerin nasıl hareket ettiğini gösterir, fakat niçin öyle hareket ettiğini belirtmez. Nitekim hareketin doğasına dair ilk tespit Galileo tarafından keşfedilmiş, Kepler buna elips sistemini eklemiş ve Newton bunu daha iyi formüle ettiği için hareket yasaları onun adıyla anılmıştır (Todd, 2011: 327). Kepler yasalarının ilki, gezegenin yörüngesinin iki odak noktasının birinde Güneş'in olduğu eliptik hareketine dayanır. Güneş elipsin merkezinde yer alamamakla birlikte yörüngenin iki odağından birinde bulunur. İkinci yasaya göre, Güneş'ten başlayarak gezegenlere uzanan yarıçap vektörü eşit zamanda eşit alanları taramaktadır ve bu durum gezegenlerin sabit bir hızla hareket etmediğini göstermektedir. Diğer bir ifadeyle Güneş'in manyetik alan yoğunluğu gezegenin hızını etkilemektedir (Bkz. Şekil 4). Şekilden de anlaşılacağı üzere gezegen Güneş'e yakınken daha hızlı uzakken daha yavaş hareket etmektedir. Son yasaya göre gezegenlerin yörüngesel periyotlarının karesi, gezegen ile Güneş'in arasındaki mesafenin yarısının küpüyle orantılıdır (İnan, 2018: 194).



Şekil 4. Eşit alanları eşit zamanlarda süpüren yarıçap vektörü (Todd, 2011: 122).

Kepler yukarıdaki yasaları bilimsel olarak iyi bir biçimde tanımlasa da eliptik sistemin kaynağını mistik bir güce indirgemıştır. Diğer bir ifadeyle evrendeki görünür Tanrı'yı Güneş olarak tanımlamış, tıpkı bir saatin mekanizmasında olduğu gibi evreni yöneten şeyin Güneş'in manyetik yoğunluğu olduğunu ifade etmiştir. Güneş'ten başlayarak gezegenlerin eliptik yörüngesi boyunca yayılan bu manyetik yoğunluğu ise *Anima Motrix* olarak adlandırmıştır. Bu manyetik yoğunluğun sebep olduğu eliptik sistemin asıl nedeni, Isaac Newton (1643-1727) tarafından doğru tanımlanmıştır. Kepler yasalarının önemini doğru kavrayan Newton, bu gücün cisimler arasındaki çekim kuvvetinden kaynaklandığını fark etmiştir (Yıldırım, 2007: 96-97). Nitekim Kepler yasaları gezegenlerin yörüngelerinin daha doğru anlaşılabilmesi için yeni teorilerin ortaya çıkışında bir sıçrama görevi görmüştür.

Newton, Kepler yasalarından hareketle gezegenlerdeki sapmayı önlemek ve dengeyi sağlamak için *Gravitasyonu*  $F = \frac{m_1.m_2}{r^2}$  olarak hesaplamıştır (Britannica, 2022). Gravitasyon, evrendeki maddelerin bir araya gelmelerini ve etkileşimlerini sağlayan temel kütle çekim kuvveti olarak tanımlanabilir. Bu kuvvet sayesinde gezegenler dışarıdan bir kuvvetle karşılaşmadıkları sürece, Galileo'nun ifade ettiği eylemsizlik prensibine uygun biçimde yörüngesel hareketini sonsuza dek korurlar. Bunun sonucunda Newton evreni yöneten yalnızca bir hareket yasanın olabileceğini öne sürmüştü ve bunu üç maddede tanımlamıştır. İlk hareket yasası, Galileo'nun da ifade ettiği eylemsizlik ilkesi olarak bilinir ve hareket durumundaki bir cisim herhangi bir kuvvet tarafından engellenmediği sürece hareketine düzgün hızla doğrusal olarak ilerler, eğer durağan durumdaysa mevcut konumunu korur. İkinci hareket yasasına göre bir cisme kuvvet uygulandığında o cisimde bir ivme meydana gelecektir ve ivme; kuvvetle doğru, cismin kütlesiyle ters orantılıdır ( $F = m.a$ ). Bu formülde F cisme etki eden kuvvet, m cismin kütlesi ve a cismin ivmesine karşılık gelmektedir.

Son hareket yasası etki-tepki ilkesi olarak bilinen her etkiye karşı, eşit ve zıt bir tepkinin olma durumudur (Tekeli Sevim Vd., 2007: 250).

Newton, Galileo'nun eylemsizlik yasasını ve Kepler'in eliptik hareketini kavramsallaştırarak evrendeki gerçekliğin resmedilebileceğini göstermiştir. Bu bağlamda Newton, bilime determinizm ilkesini getirerek evrenin gelecekteki durumu hakkında daha kesin yargılara ulaşmayı amaçlamıştır. Daha doğrusu evrenin matematiksel yasalarla formüle edilebilen sistematik bir modelini oluşturmaya çalışmıştır. Onun ortaya koyduğu bu yaklaşım evrende gerçekleşen her şeyin bir rastlantı sonucu değil de bir sebepten kaynaklandığına referansta bulunur. Bu gelişmeler doğrultusunda XIX. yüzyılda Marquis de Laplace, bilimsel belirlenimcilik ilkesiyle evreninin herhangi bir zamandaki durumunun tam bir formuna ulaşabileceğini söylemiştir. Buna karşın Werner Karl Heisenberg'in belirsizlik ilkesi, bu türden eksiksiz bir formun imkânına sınır çizmiştir, çünkü kuantum sınırları içerisinde evrenin şu andaki durumu bile kesin bir saptamayla belirlenememektedir.

Determinist yaklaşıma göre evrendeki yasaların bir Tanrı tarafından belirlendiği kabul edilmektedir. Başlangıç yasalarını koyan Tanrı'nın evrene müdahil olmadığı ve her şeyin evrendeki yasalara göre hareket ettiği veya belirlendiği görüşü hâkimdir (Hawking, 2017: 112). Bu minvalde Newtoncu görüş evrendeki herhangi bir cismin ne zaman ve nerede olacağını kesin bir ifadeyle tanımlamakta olup tekdüze akan bir zamanı öngörmektedir. Bu sebeple Newton, zaman ve mekân arasındaki matematiksel bağıntıyı tarihsel serüven içerisinde fark eden ilk kişi olmuştur. Hatta filozof Arthur Schopenhauer, zamanda her şeyin birbirini izlemesini ve mekânda her şeyin yan yana olmasını, yani birlikte varoluşun göstergesini uzay-zamanın birlikteliğine dayandırmıştır (Gleick, 2018: 16). Zaman ve mekânın ayrılmaz bir bütün olduğunu doğru kavrayan Albert Einstein ise bu durumu uzay-zaman sürekliliği biçimine evirmiştir. Fakat Einstein, zamanı evrendeki bir boyut olarak ele aldığından, onda mutlak zaman kavramı anlamını yitirmiştir. Nitekim mutlak, belirli ve kesin gibi ifadeler yerini zamanla izafi, göreceli ve belirsiz gibi kavramlara bırakmıştır. O zaman şunu sormak gerekmez mi: Belirsizlik ilkesiyle birlikte bir parçacığın aynı anda hem hızını hem de konumunu kesin bir biçimde belirleyemiyorsak, gelecek bir zaman dilimine dair yapılacak hesaplamayı nasıl belirleyebiliriz? Esasında aynı andaki konum ve hızı kesin bir belirlenimle ölçemeyebiliriz fakat dalga fonksiyonunun ölçülmesi bize belirsizliğin belirlediği anlam çerçevesince kısmî bir belirlenimciliğin mümkün olduğunu gösterir. Bu nedenle bilimsel ifadelerin metafizikle bir sınırı olduğu gerçeği göz ardı

edilmemelidir, çünkü metafiziksel belirlenimler fizikle uyuşma gösteriyorsa gerçekliği resmedebilir.

Bu türden metafiziksel tasarımların fizikî dünyayla uyumluluğu, evrenin varoluşsal gizemi hakkında bizlere güçlü bir kanıt sağlar. Bu uyumluluk evrendeki gerçekliğin kendi zihinsel modellerimizden daha fazlası olduğunun da göstergesidir. Bu sebeple fizikî evren bireyin öznel perspektifinden bakıldığında kesin bir ifadeyle belirlenememektedir. Bu kısmî belirlilik gerçekliğin nihai bilgisine hiçbir zaman ulaşamayacağımızı belirtse de bu konudaki merak ve kararlılığımız gerçekliğin doğası hakkında keşfedilecek birçok şeyin olduğunu göstermektedir.

### **Sonuç ve Değerlendirme**

İnançları ve otoriteleri sorgulayarak Güneş merkezli evren modelini yeniden gündeme alan Kopernik'in, *Bilimsel Devrim* sürecini başlatmasıyla birlikte insanın evren algısında köklü değişimler yaşanmıştır. Çünkü Kopernik, evrenin merkezindeki konumu nedeniyle insanın benzersiz bir varlık olmasına karşı çıkmış ve sıradan bir gezegende yaşadığını belirtmiştir. Bu değişimin teoloji ve felsefe dünyasında kapsamlı sonuçlar doğurduğu açıktır. Özellikle Galileo'nun matematiksel kanıtlamaları, sadece astronominin daha doğru bir biçimde anlaşılmasını sağlamamış, aynı zamanda bunun fiziki gerçeklikle uyumlu olduğunu da kanıtlamıştır. Bu çalışmanın adının Kopernik'ten Newton'a Bilimsel Devrim Süreci denmesinin asıl sebebi, otorite karşıtı tutum ve matematiğin bilimsel bir yöntem olarak kullanımınıdır. Bu sayede burada adı geçen bilim adamlarının bilim denen bütünlüğe birbirini tamamlayan tarzda hizmet etmeleridir.

Bu çalışmada Kopernik, Galileo, Tycho, Kepler ve Newton'un bilime önemli katkılarını ayrı ayrı değerlendirmek yerine, ortak bir çabanın ürünü olarak bu katkıların *Bilimsel Devrim*'de nasıl bir rol oynadıkları incelenmiştir. Bu süreçte gerçekleşen entelektüel değişimin evreni anlamak ve açıklamak için yeni matematiksel bir dile ihtiyaç olduğu açıkça görülmüştür. Böylece inançlar ve otoriteler yerine sistematik gözlem, ölçüm ve deneye dayanan doğa yasalarına itibar artmıştır. Bu tutum mantık temelli Aristotelesçi otoritenin yıkılışına ve bunun yerine matematiksel denklemlere dayalı bir bilim dilinin oluşmasına yol açmıştır. Nitekim evrendeki tüm değişimin doğa yasalarına göre işlediği ve herhangi bir otoriteye başvurmadan gerçekliğin fizik ve matematikle anlaşılacağı kanıtlanmıştır. Bu gelişmeler ışığında Newton, Galileo'nun ortaya koyduğu eylemsizlik prensibini ve Kepler'in eliptik hareketini kavramsallaştırarak evrensel kütle çekim yasasını

keşfetmiştir. Bilimsel düşünce ve fizik alanında devrim yaratan bu yasanın keşfi, nesiller boyunca yetişen bilim insanlarına ilham kaynağı olmuştur.

### **Kaynakça**

Aslan Zeki, vd. (2012), *Astronomi ve Uzay Bilimleri* (2. Baskı.), İstanbul, Kriter Yayınlar.

Bixby, W. (1997), *Galileo ve Newton'un Evreni*, (N. Arık, Ed.), Ankara, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları.

Britannica, T. E. of E. (2022), Newton's Law of Gravitation, 11 Kasım 2022 tarihinde <https://www.britannica.com/science/Newtons-law-of-gravitation> adresinden erişildi.

Erdoğan, E. (2009), *Aristoteles'ten Newton'a Paradigmatik Bilim Tarihi*, İstanbul, Arkeoloji ve Sanat Yayınları.

Fazlıoğlu, İ. (2018), *Kayıp Halka (İslam-Türk Felsefe-Bilim Tarihinin Anlam Küresi)*, İstanbul, Papersense Yayınları.

Galilei, G. (y.y.), Galileo Galilei Quotes, 13 Aralık 2022 tarihinde [https://www.brainyquote.com/quotes/galileo\\_galilei\\_381323](https://www.brainyquote.com/quotes/galileo_galilei_381323) adresinden erişildi.

Galilei, G. (1957), The Assayer. D. Stillman (Ed.), *Discoveries and Opinions of Galileo* içinde (ss. 231–280), New York, Doubleday & Co. <https://web.stanford.edu/~jsabol/certainty/readings/Galileo-Assayer.pdf> adresinden erişildi.

Galilei, G. (2008), *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog*, (R. Kızıler, Ed.), İstanbul, Türkiye İş Bankası Yayınları.

Gleick, J. (2018), *Zaman Yolculuğu (Geçmiş, Şimdi ve Geleceğin Kısa Tarihi)*, (A. Onocak, Ed.), İstanbul, Koç Üniversitesi Yayınları.

Hawking, S. (2017), *Zamanın Daha Kısa Tarihi*, İstanbul, Doğan Kitap.

Hawking, S. ve Mlodinow, L. (2018), *Büyük Tasarım*, İstanbul, Doğan Kitap.

İnan, H. Y. (2018), *Kosmos'tan Kuantum'a*, Ankara, Dorlion Yayınları.

Koestler, A. (2013), *Uyurgezerler (İnsanın Değişen Evren Görüşününün Bir Tarihi)*, Ankara, Phoenix Yayınevi.

Rosen, E. (1978), *Nicholas Copernicus Complete Works*, Polish Scientific Publishers



*Kopernik'ten Newton'a Bilimsel Devrim Süreci*

(C. II), Warsaw-Cracow, Polish Scientific Publishers. doi:10.1086/125500

Sacchi, G. (1868), *Scritti Scelti Di Galileo Galilei*, Milano, Di Paola Carrara.

Tekeli Sevim, Esin Kâhya, Dosay Melek, Demir Remzi, Topdemir Hüseyin Gazi, Unat Yavuz ve Koç Aydın Ayten. (2007), *Bilim Tarihine Giriş*, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım.

Todd, D. P. (2011), *A New Astronomy*, New York-Cincinnati-Chicago, American Book Company.

Topdemir, H. G. ve Yinilmez, S. (2009), *Galileo (Dünyayı Döndüren Adam)*, İstanbul, Say Yayınları.

Unat, Y. (2005), Galileo Galilei ve Astronomiye Katkıları, *Bilim Tarihi Araştırmaları*, (1), ss. 15–23.

Unat, Y. (2012), Galileo ve Modern Astronomi, *Bilim ve Ütopya*, (211), ss. 35–40.

Yıldırım, C. (2007), *Bilimin Öncüleri*, İstanbul, Bilim ve Gelecek Kitaplığı.