



Bursa Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Felsefe Dergisi
Bursa Uludağ University Faculty of Arts and Sciences Journal of Philosophy

Araştırma Makalesi | Research Article
Kaygi, 23 (2), 783-801.

Makale Geliş | Received: 06.05.2024
Makale Kabul | Accepted: 28.07.2024
Yayın Tarihi | Publication Date: 30.09.2024
DOI: 10.20981/kaygi.1479613

Fikri GÜL

Prof. Dr. | Prof. Dr.
Pamukkale Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Felsefe Bölümü, Denizli, TR.
Pamukkale University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Department of Philosophy, Denizli, TR.
ORCID: 0000-0002-9597-3176
fgul@pau.edu.tr

Karani Kağan BADEM

Doktorant | Ph.D. Candidate
Pamukkale Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Felsefe Bölümü, Denizli, TR.
Pamukkale University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Department of Philosophy, Denizli, TR.
ORCID: 0000-0003-3276-4091
kaganbadem06@hotmail.com

Bilimsel İdealizasyon Yöntemine Giriş: Aristoteles ve Galilei Örneği

Öz: Bilimde olguları açıklayabilmek adına kullanılan pek çok modelleme yöntemi bulunmaktadır. Bunlardan biri de bu çalışmanın konusunu oluşturan bilimsel idealizasyonlardır. Bilimsel idealizasyonlar gerek karmaşıklığı gidererek konuyu basitleştirmek ve daha anlaşılır hale getirmek gerekse de çözüm alınamayan noktalarda ilerleme kaydedebilmek için başvurulan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Bilim tarihinde sıklıkla başvurulduğunu gördüğümüz bu yöntemi iki büyük felsefeci ve bilim insanının bakış açısından incelemeye tabi tutacağız. İlk olarak Aristoteles'ten yola çıkarak incelemeye alınan konudan ilgisi olmadığı düşünülen unsurların elenmesi şeklinde bir idealizasyon kullanımına değinecek, devamında ise Galilei ile ele alınan konuda yer alan unsurları manipüle etme şeklinde olan idealizasyon kullanımına değineceğiz. Bu noktalara paralel olarak bilim tarihi ve felsefesi çalışmalarında oldukça önemli bir yere sahip olduğunu düşündüğümüz idealizasyon kavramının pozitif bir statüye sahip olduğunu da göstermiş olacağız. Bu çalışmadaki amacımız bir yandan hem bilim tarihinde hem de bilim felsefesinde önemli bir yer tutan idealizasyon kavramını açıklığa kavuşturmak, bir yandan da genelde bilimsel modellere özelden ise idealizasyona dair incelemelerde sınırlı sayıda çalışmaya sahip literatüre katkıda bulunmak olacaktır.

Anahtar Kelimeler: İdealizasyon, Bilimsel Model, Bilim Felsefesi, Aristotelesçi İdealizasyon, Galileici İdealizasyon

Introduction to the Method of Scientific Idealization: The Case of Aristotle and Galilei

Abstract: There are many modeling methods to explain phenomena in the field of science. One of these is scientific idealization, which is the subject of this study. Scientific idealizations are a method used both to simplify the complexity of the subject matter and to make it more understandable, as well as to make progress in areas where solutions cannot be obtained. We will examine this method, which we see frequently used in the history of science, from the perspective of two great philosophers and scientists. We will first discuss the use of idealization with Aristotle in the form of eliminating factors that are considered irrelevant to the subject under examination, and then we will discuss the use of idealization with Galilei in the form of manipulating factors in the subject under examination. In correspondingly with these points, we will show that the concept of idealization, which we think has a very important place in the history and philosophy of science studies, has a positive status. In this study, our aim is to clarify the notion of idealization, which has an significant place in the history and philosophy of science, on the other hand, to contribute to the limited literature on scientific models in general and idealization in particular.

Key Words: Idealization, Scientific Model, Philosophy of Science, Aristotelian Idealization, Galilean Idealization.

Giriş

Bilimde yeni bulgulara erişebilmek ve bu bulguları açıklayabilmek, eldeki verilerden hareketle ileriye doğru bir yorumda bulunabilmek, gerek karmaşık gerekse de ilk bakışta anlaşılmasız gözükken yapıları anlaşılır kılabilmek ve tüm bunlar neticesinde ilerleme kaydedebilmek için bilimsel modeller kullanılmaktadır. Bilimsel modeller temelde düşüncelerin, ortaya çıkan durumların ve bu süreçte yaşananların fiziksel, matematiksel ya da kavramsal olarak temsilleridir. Bu temsiller incelemeye alınan olguyu basitleştirmeye, böylelikle de olgunun daha akla yatkın, genelleştirilebilir ve verimli bir şekilde açıklanmasına fayda sağlamaktadır (Gilbert vd. 1998: 92). Bilimsel modeller fiziki dünyada gerçekleştirdiğimiz deney ve gözlemleri doğru bir şekilde açıklayabilmemizi, karşımıza çıkan sorunları ve anlaşılmasızlıkları aşabilmemizi sağlama noktasında kritik bir rol oynamaktadır. Bu yapıları bakımından bilim pratiğinde kullanımlarının elzem olduğunu dahi söyleyebiliriz. Bir yanda fiziki dünya diğer yanda ise zihinsel dünyamızda gerçekleştirdiğimiz faaliyetler arasında aracı konumda bulunmakta, Gilbert'in (2004: 116) ifadesiyle ise "bilimsel teori ile deneyimlenen dünya arasında bir köprü işlevi" görmekteledir.

Bilimde kullanılan bu temsillerin birçoğu hem idealizasyona başvurmakta¹ hem de ayrıca idealleştirilmiş olarak bir model de oluşturmaktadır. Bu çalışmada idealleştirilmiş modeller ekseninde idealizasyon kavramını incelemeye tabi tutacağız. Bu doğrultuda da çalışmanın ilk bölümünde bilimsel idealizasyon kavramını ele alacağız. Bilimsel idealizasyonların temel kullanım amacı karmaşıklığı azaltmaktır (Potochnik 2017: 42). Bilim tarihinde sıklıkla başvurulan bir yöntem olarak karşımıza çıkan idealizasyon kullanımlarını Boyle'un (1660: böl.7) gaz yasasında, Mendel'in (2008) genetik üzerine çalışmasında ve Newton'un (1728: 5-8) kütleçekime dair düşünce deneyinde görmek mümkündür. Kimya, biyoloji ve fizik gibi bilime dair her noktada karşımıza çıkan bu idealizasyon kullanımlarını ikinci bölümde Aristoteles, üçüncü bölümde ise Galilei üzerinden değerlendireceğiz.

Aristoteles ele alınan olguyu sadeleştirme yoluna giderek, ilgili olmadığı düşünülen unsurları sistemden çıkaran bir idealizasyon kullanımı sergilemektedir. Böylelikle daha basit ve sade bir olguya karşı karşıya kalan düşünür, ulaşmaya çalıştığı sonuca engellere takılmadan, zaman kaybetmeden, sonuca etkisi olmayan unsurlardan arınmış bir şekilde ulaşacaktır. Galilei'ye geldiğimizde ise onun idealizasyon kullanımı temelde çarpıtmalara dayanmaktadır. Bu çarpıtmalar gerek ele alınan olguya eklemelerle gerekse de eksiltmelerle işlemektedir. Böylelikle de fiziki dünyada gerçekleştiremeyeceğimiz durumları zihin dünyasında rahatlıkla gerçekleştirerek ne gibi nedenlere ve sonuçlara yol açabileceğinin görülmesi mümkün kılınmaktadır.

1. Bilimsel İdealizasyon

Bilim alanında bir fenomeni incelemek ve onu açıklamak adına kullanılan pek çok bilimsel model bulunmaktadır.² Bu bilimsel modeller farkı yolları ve teknikleri

¹ Örneğin Lawler'a (2022: 334) göre bilim alanında idealizasyona başvurulmasının nedeni olguların basitleştirilerek daha iyi anlaşılmasını, böylelikle de basitleştirilmiş bu olgulardan hareketle daha doğru modellerin oluşturulmasına olanak sağlamasıdır.

²Düşünürler arasında bilimsel modellerin sınıflandırılması konusunda fikir birliği bulunmamaktadır. Ancak genel bir çerçeve sunabilmek adına Gilbert'in yapmış olduğu sınıflandırmayı örnek gösterebiliriz. Gilbert (2011: 5) yedi çeşit bilimsel model sınıflandırması yapmaktadır: Somut

kullansalar da hepsinin amacı aynıdır: Söz konusu fenomeni karmaşık yapısından arındırarak iyi bir şekilde anlaşılmasını ve açıklanmasını sağlamak. Bu amaç doğrultusunda hareket eden bilimsel modellerden biri olarak karşımıza idealleştirilmiş modeller, dolayısıyla da *idealizasyon*³ kavramı çıkmaktadır.

Bilimsel idealizasyon kavramının tanımlanması noktasında düşünürlerce bir fikir birliği bulmak pek mümkün gözükme de literatürde yer alan tanımlamalardan, yaklaşımlardan ve tartışmalardan hareketle kavrama dair genel bir çerçeve sunan tanımlama yapmamız mümkündür. Bilimsel idealizasyon, bilim alanında konu edinilen ve incelemeye tabi tutulan bir fenomeni daha iyi anlamak ve açıklamak adına ilgili fenomenin içinde barındırdığı karmaşıklıkları bir kenara iterek onu basitleştirme, soyutlama ve sınırlandırma yöntemidir (Frigg ve Hartmann 2020, Potochnik 2017, Weisberg 2007). Verdiğimiz bu tanımdan hareketle idealizasyonu zihnin laboratuvarında⁴ bulunan alet çantamız olarak da basite indirgeyerek açıklayabiliriz. Nasıl ki fiziki olarak gerçekleştirebileceğimiz bir deneyde ya da herhangi bir teknik işlemde alet çantamızda bulunan aygıtlar aracılığıyla çeşitli düzenlemeleri, ekleme çıkarma işlemlerini, değişiklikleri ve benzer işlemleri gerçekleştirebiliyorsak aynı şekilde zihnin laboratuvarındaki alet çantamız yardımıyla benzer işlemleri teorik alanda da yapabilmemiz mümkündür. Örneğin bir düzlemden sürtünmeyi kaldırmak, düşen bir cismin hava direncine maruz kalmamasını sağlamak ya da bilye, top, gülle gibi yuvarlak bir cisme mükemmellik ekleyerek onun pürüzsüz ve hatasız bir yuvarlak oluşturmasını sağlamak gibi. Sayısını dilediğimizde çoğaltabileceğimiz bu ve bunun gibi örnekleri bilimsel idealizasyon altında toplayabiliriz.

modeller, görsel modeller, matematiksel modeller, sözel modeller, simülasyon modelleri, sembolik modeller ve zihinsel modeller.

³Literatürümüzde idealleştirme, idealize etme, ölküleştirme gibi kullanımları da olan *idealization* kavramı için çalışma boyunca *idealizasyon* karşılığını kullanacağız.

⁴Zihin laboratuvarı, Brown'a (1991) ait bir ifadedir. Brown, düşünce deneylerine dair çalışmalarında fiziki deneyin gerçekleştiği alanın karşısına zihnin laboratuvarını koyarak düşünce deneylerine dair incelemelerine ve analizlerine yer vermektedir. Detaylı bilgi için bkz. J. R. Brown, *The Laboratory of the Mind: Thought Experiments in the Natural Sciences*.

İlgilenilen fenomene bu şekilde yaklaşmak bilim insanları için büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Çünkü gerçek hiçbir zaman apaçık bir şekilde ortada, bizi bekler durumda değildir. İdealizasyon sayesinde gerek bazı faktörleri göz ardı ederek gerekse de bazı durumları ekleyerek kavranması güç gerçekliğe bir adım daha yaklaşabilmekteyizdir. Kısacası konuyu ele alan, anlamaya ve açıklamaya çalışan kişi çeşitli soyutlamalar ve basitleştirmelere başvurarak ilerleme sağlamaktadır. Ruttkamp'ın (2002: 23) ifadesiyle:

Bilim insanları da dahil olmak üzere hiç kimse gerçekliği barındırdığı tüm karmaşıklığıyla birlikte incelemeye tabi tutamaz. Bilimsel bilgiye ulaşmamız soyutlama ve basitleştirmenin yollarından geçer. Bundan ötürü bilim insanları gerçekliğin zengin çeşitliliğine odaklanmak yerine onun belirli bir noktasına, sonrasında da bu noktanın belirli bir özelliğine odaklanmaya karar verirler.

Buradan hareketle idealizasyonun bilimin hem teorik hem de pratik alanında önemli bir işleve sahip olduğunu söyleyebiliriz. “İdealizasyon, hem yasaların ve teorilerin formülleştirilmesi noktasında hem de bunların dünyaya uygulanması noktasında, yani bilimin her anında karşımıza çıkmaktadır.” (Ladyman 2008: 358). İdealizasyon her ne kadar zihinsel alanda gerçekleşen bir faaliyet olsa da etkisi ve kapsamı bununla sınırlı kalmamaktadır. Bilim insanları idealizasyon yöntemiyle kendilerine adeta yeni bir dünya ve bu dünyayla bağlantılı yasalar inşa etmektedir. Bu durumu daha iyi açıklamak adına Batlamyus'un⁵ evren modeline dair açıklamalarına başvurabiliriz.

Batlamyus, *Almagest* eserinde matematiksel bir evren modeli sunmaktadır. Eserine dünyanın sabit ve evrenin merkezinde olduğunu iddiasını dile getirerek başlamaktadır (Ptolemy 1984: 41, H15). Bu iddiasından yola çıkarak jeosantrik bir evren modeli sunan Batlamyus, Dünyanın ve Güneş ile Ay da dâhil olmak üzere diğer beş gezegenin (Satürn, Jüpiter, Mars, Venüs, Merkür) hareketlerini açıklama noktasında dışmerkezli (eccentricity) ve çembermerkezli⁶ (epicyclic) modelleri

⁵ Klaudyos Batlamyus. Batı literatüründe Ptolemy ve Claudius Ptolemaios olarak da yer verilen düşünür için çalışma boyunca isminin dilimizdeki yerleşik karşılığını kullanacağız.

⁶Dışmerkezli ve çembermerkezli modeller Apollonius Pergaeus tarafından geliştirilen kozmolojik açıklamalardır. Batlamyus'un açıkladığı dışmerkezli modele göre Güneş ile Ay da dahil olmak üzere diğer tüm gezegenler ve sabit yıldızlar Dünyanın etrafında dairesel bir yörünge üzerinde

birleştirerek bir açıklama sunmaktadır. Bu açıklamasından hareketle gök cisimlerinin küresel bir şekle sahip olduklarını ve hareketlerinin de küresel olduğunu ileri sürmektedir⁷ (Ptolemy 1984: 38-39, H11-H12). İşte tam olarak bu noktada Batlamyus idealizasyona başvurmuştur. Onun buradaki idealizasyonu gök cisimlerinde görünen tüm aykırılıkları bir kenara iterek hepsinin hareketinin kusursuz, düzgün bir dairesel hareketle ele alınabileceğini ifade etmesidir⁸ (Ptolemy 1984: 420, H208).

Batlamyus'un gök cisimlerine atfettiği bu kusursuzluk onun idealizasyonu kullanım şeklidir. Yukarıda da bahsettiğimiz gibi idealizasyon yalnızca teorik alanla sınırlı kalmayarak dünyaya, evrene dair bir açıklama ve anlamlandırma noktasında adeta yeni yasaları ve işleyişi olan bir dünya oluşturulmasına olanak sağlamıştır. Fiziki dünyada topladığı olguları zihin dünyasına taşıyarak burada oluşturduğu bu dünyadan hareketle incelemeler ve araştırmalar yapan Batlamyus sonuçlarını içinde bulunduğumuz fiziki dünyaya yansıtmıştır.⁹

İdealizasyona dair tanımlamayı ve örneklendirmeyi yaptıktan sonra diyebiliriz ki bilimsel idealizasyonlar bir olguyu keşfetme, fenomeni inceleme noktasında karmaşıklığı azaltarak ilgili konunun anlaşılmasını, açıklanmasını, hatta

hareketlerini gerçekleştirmektelerdir. Ancak bu açıklama modelinde Dünya evrenin tam olarak merkezinde değil, merkezden biraz uzak olarak konumlandırılmıştır. Çembermerkezli modelde ise Dünya yine evrenin merkezi konumunda olup, gök cisimleri Dünyanın merkez olduğu çember şeklinde yörünge üzerinde bulunan ve merkezi bir hareket sergileyen küçük çemberler üzerinde hareketlerini gerçekleştirmektelerdir. Detaylı bilgi için bkz. O. E. Neugebauer, "The Equivalence of Eccentric and Epicyclic Motion According to Apollonius", H. G. Topdemir, "Dış Merkezli ve Çember Merkezli Modeller", Y. Unat, *İlkçağlardan Günümüze Astronomi Tarihi*.

⁷Batlamyus küre şeklini ve küre şeklindeki dairesel hareketi öncülerine (Hipparchus, Platon, Aristoteles) dayanarak dile getirmektedir. Batlamyus için ilham aldığı bu kişilerin yapmış olduğu açıklamalar makul gözükmektedir. Çünkü ona göre Güneş, Ay ve diğer gök cisimlerinin sürekli olarak aynı noktadan başlayarak doğudan batıya doğru bir şekilde hareketlerini gerçekleştirmeleri ve bu hareketlerinde dünyanın bir merkez noktası oluşturarak dairesel harekete merkez oluşturduklarına dair ifadeleri kendi kuramına da yerleştirebileceği devrimci bir gözlem olarak tanımlamaktadır.

⁸Batlamyus'un gök cisimlerine dair kusursuz bir hareketi varsaymasında Platon'un *Timaios* eserinde tanımladığı şekildeki evren modeline sadık kalması şeklinde yorumlayan çalışmalar bulunmaktadır. Bkz. C. Tolsa, "Ptolemy's Savior God, 'Saving the Phenomena' and Plato's 'Timaeus'".

⁹Batlamyus'un ortaya koymuş olduğu bu kuram 16. yüzyılın ortalarında Kopernik'in *De revolutionibus orbium coelestium (Göksel Kürelerin Devinimleri Üzerine)* adlı eserini yayınlayarak heliosentrik modeli ortaya koymasına kadar geçerliliğini korumuştur.

izlenebilir kılınmasını sağlamak için yapılan kasıtlı müdahalelerdir. Söz konusu bu müdahalelere dair yapılan incelemeler ve idealizasyon kullanım şekilleri temelde iki cepheye ayrılmaktadır: Aristotelesçi idealizasyon anlayışı ve Galileici idealizasyon anlayışı.

2. Aristotelesçi İdealizasyon

Bilimsel idealizasyon kullanım şekillerinde karşımıza ilk olarak Aristoteles çıkmaktadır. “Aristotelesçi idealizasyon incelemeye tabi tutulan nesneden konuyla ilgisi olmayan özelliklerin bir kenara itilmesidir.” (Frigg ve Hartmann 2020). Aristoteles’in doğa üzerine incelemeler yaptığı eserlerindeki¹⁰ bilimsel idealizasyonları incelemeye aldığımızda onun bir kenara ittiği, konuyla ilgisi olmayan faktörler olarak dışladığı özelliklerin sıklıkla Locke’un ikincil nitelikler¹¹ olarak bahsettiği özellikler olduğu söylemek Aristoteles’in idealizasyon kullanım şeklinin daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Örneğin düşen bir cisme dair yapılan incelemede cismin hangi renkte olduğu ya da gökyüzüne dair yapılan bir incelemede gök cisimlerinin hareketleri sırasında nasıl bir ses çıkardığı konuyla ilgisi olmayan ve inceleme esnasında bir bilgi sağlamayacak, konu dışı özelliklerdir.

Aristoteles’in idealizasyon kullanım şekline örnek olarak onun *Gökyüzü Üzerine (On the Heavens)* adlı eserini ele alabiliriz. Aristoteles söz konusu eserinde evreni, onun işleyişini, yapısal özelliklerini ve bu evrende yer alan ana unsurları, yani gezegenleri ve gök cisimlerini incelemeye almaktadır. Aristoteles için evren sınırlı (2023: 20, 272a20), ezeli ve ebedi (2023: 47, 283b26), dairesel bir yapıda (2023: 52, 286b10) ve biricik, tam ve mükemmeldir (2023: 36, 279a10). Aristoteles’e göre evrende diğer dört elementten (toprak, su, hava, ateş) farklı olarak “ebedi, artması-eksilmesi olmayan, nitelik değiştirmeyen, etkilenime uğramayan, ilk, önde gelen”

¹⁰ *Gökyüzü Üzerine, Oluş ve Bozuluş Üzerine, Meteoroloji, Fizik*. Aristoteles’in bu eserlerinin içerikleri hakkında bilgi için bkz. H. G. Topdemir, “Aristoteles’in Doğa -Fizik- Felsefesi”

¹¹ Locke (2013: 121-122) niteliklere dair analizinde cisimlerden ayrılamayan, bütün değişimler ve müdahaleler karşısında sabit kalan yer kaplama, şekil, hareket, sayı gibi niteliklere *birincil nitelikler*; renk, koku, tat, ses gibi cisimlerin özsel yapısıyla ilgili olmayıp deneyimleyene göre değişen niteliklere ise *ikincil nitelikler* demektedir.

(2023:16, 270b37) beşinci element olarak aither¹² bulunmaktadır. Aither'e böylesi bir mükemmellik atfeden Aristoteles bu elementin tüm gökyüzünde (uzay boşluğunda), yani tüm gezegenlerin ve gök cisimlerinin bulunduğu alanda olduğunu söylemektedir. Aither kendi mükemmel yapısından hareketle gezegenlere ve gök cisimlerine, onların hareketlerine mükemmellik vermektedir.

Gökyüzü Üzerine'nin ilk iki kitabında evrene dair bu şekilde bir görünüm sunan Aristoteles gezegenlerin ve gök cisimlerinin hareketleri sırasında ses çıkarmamalarının mümkün olmadığını ifade eder ancak bu durumu gökyüzüne dair incelemesinde konu dışında bırakır:

Madem bizim çevremizdeki nesnelere eş kütle taşımadıkları halde, bu denli hızlı devinmedikleri halde ses çıkarıyorlar, bunca büyük cisimler devindiklerinde de bir ses çıkarması zorunlu. Ama Güneş, Ay bunca sayıda ve büyüklükte yıldız hızla devinsin de, bundan büyük bir gürültü oluşmasın, bu olanaksız! [...] Bunca nesne devinse, onların büyüklüğüyle orantılı bir ses çıksa, bu sesin gök gürültüsünden çok daha fazla güçle buraya ulaşması ve dayanılmaz bir güç taşıması zorunlu. (Aristoteles 2023: 61-62, 290b15-291a36).

Yukarıda da görüleceği üzere Aristoteles için devinen cisimlerin ses çıkarmaması mümkün değildir. Ancak gökyüzüne dair incelemesinde bu konuyu ucu açık bir şekilde bırakarak incelemesinin ana hedefine yönelmektedir. Çünkü mercek altına aldığı konu bağlamında gökyüzünde bulunan cisimlerin çıkardığı/çıkarmadığı ses onun araştırması bakımından bir önem taşımamaktadır. Yani Aristoteles'in idealizasyon kullanım şekli "hedef sistemin birtakım özelliklerini dışarda bırakan" (Çevik 2022: 13) türdendir.

Aristoteles inceleme dışı unsurları dışarıda bırakma/bir kenara itmeyle, yani idealizasyonu kullanım şekliyle doğa ve evrene dair karmaşık yapıları basitleştirerek genel kavramlara ve temel noktalara dikkat çekmekte, böylelikle de konunun hem daha anlaşılır olmasını hem de bağlamın daraltılmasıyla "asıl meseleye" odaklanılmasını sağlamaktadır. Ayrıca Aristoteles idealizasyon sayesinde gerek

¹² Literatürümüzde esîr, ether, eter gibi kullanımları da olan kavram için Babür'ün (2023) Aristoteles çevirisinde kullandığı şekliyle kavramı kullanacağız.

teknolojik yetersizlikler gerekse de kısıtlı deney ve gözlem bariyerine takılmadan doğayı ve evreni anlama noktasında ileriye yönelik bir adım atmaktadır.

3. Galileici İdealizasyon

Bilim tarihinde gerek idealizasyon kullanımı gerekse de bu kullanımları düşünce deneyleriyle harmanlayarak görüşlerini aktarma noktasında karşımıza çıkan en önemli isimlerden biri Galileo Galilei'dir. Galilei, idealizasyon kullanımı noktasında Aristoteles'ten ayrılmaktadır. Aristoteles hedef sistemden ilgisi olmadığı düşünülen unsurları devre dışı bırakarak bir idealizasyon kullanımı sergiliyorken, Galilei ise hedef sistemde bulunan unsurların yapısını değiştirerek, yani ilgili unsuru kasten farklılaştırarak, çarpıtarak bir idealizasyon kullanımı sergilemektedir.

Galilei'nin bu türden idealizasyon kullanımlarını çoğu eserinde görmek mümkündür. Örneğin *İki Yeni Bilim Üzerine Diyaloglar*'da (*Discourses and Mathematical Demonstrations Relating to Two New Sciences*) devinime dair araştırmasında "sürtünmenin olmadığı" (2011: 223) bir düzlem fikrinden hareket ederek incelemesini gerçekleştirmektedir. Benzer şekilde *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog*'da (*Dialogue Concerning the Two Chief World Systems*) hıza dair yapmış olduğu araştırmasında "hava direncinin giderilmesi" (2020a: 203) faaliyetinde nasıl bir durumla, ne gibi etkilerle karşılaşılacağından hareketle incelemesini sürdürmektedir.

Bu noktada altını çizerek belirtmek gerekir ki Galilei'nin idealizasyon kullanımı yalnızca bu şekilde gerçekleşmemektedir. Hedef sistemde yer alan unsurları değiştirme, çarpıtma dışında önceki sayfalarda aktardığımız şekilde, yani bir fenomeni daha iyi anlamak ve açıklamak adına ilgili fenomenin içinde barındırdığı karmaşıklıkları bir kenara iterek onu basitleştirme, soyutlama ve sınırlandırma şeklinde idealizasyon kullanımıyla Galilei'de de karşılaşmaktayızdır. Örneğin *Yıldızlardan Gelen Haber*'de (*Sidereal Messenger*) Jüpiter ve yıldızlara dair (2020b: 54-78) teleskobuyla yapmış olduğu gerçek astronomik gözlemleri ile keşiflerini karmaşıklıklardan arındırarak daha anlaşılır hale getirmek,

basitleştirmek için gerek konumlarını gerek parlaklıklarını gerekse de hareketlerini idealleştirerek aktarmaktadır. Bu türden idealizasyon kullanımına ek olarak Aristotelesçi idealizasyon kullanımını Galilei'de de görmemiz mümkündür. *The Assayer*'de (*Il Saggiatore*) kuyruklu yıldızın yanmasına dair gerçekleştirdiği tartışmada renk, tat, ses gibi nitelikleri özneye ilgili, görelî nitelikler olarak değerlendirerek incelemeye almamakta (1960: 308-312) tıpkı Aristoteles'te gördüğümüz gibi incelemesini sistemde yer alan unsurları devre dışı bırakarak sürdürmektedir.

Şimdi Galilei tarzı bir idealizasyon örneğine bakacak olursak onun fırlatılan cisimlerin hareketine dair araştırmasını örnek gösterebiliriz:

Sürtünmesiz yatay bir düzleme fırlatılan herhangi bir cisim farz edin [...] düzlemin bir sınırı olmaması şartıyla bu cisim aynı düzlem boyunca tekdüze ve sürekli bir şekilde hareketini sürdürecektir. Ancak düzlem sınırlı ve yükseltiyse ağırlığa sahip olduğunu farz ettiğimiz hareketli cisim düzlemin sınırından geçerken, daha önceki tekdüze ve sürekli hareketine ek olarak, kendi ağırlığı sebebiyle aşağıya doğru bir eğilim kazanacaktır. Bundan dolayı ortaya çıkan ve fırlatma olarak bahsettiğim hareket, tekdüze ve yatay olan bir hareket ile dikey ve doğal olarak ivmeli olan bir hareketin birleşimidir. (Galilei 1954: 244).

Konumuzun bağlamından kopmamak adına Aristoteles kısmında izlediğimiz tutumu sürdürerek söz konusu araştırmayı derinlemesine incelemeyerek idealizasyon kullanım şekline yoğunlaşacağız. Ancak Galilei'nin idealizasyon kullanımının daha iyi anlaşılması, neden ve nasıl kullandığı sorularını açıklığa kavuşturabilmek için varmaya çalıştığı noktayı kısaca aktaracak olursak, Galilei'nin buradaki amacı yatay ve dikey olarak bahsettiği iki farklı hareket şeklini izah etme girişimidir. Ona göre yatay harekette fırlatılan cisim bir dış kuvvete maruz kalmadığı sürece sahip olduğu hareketi sürekli olarak koruyarak, sabit bir hızda hareketini gerçekleştirmeye devam edecektir. Dikey harekette ise cisim yerçekiminin etkisiyle aşağıya doğru, yani düşme şeklinde bir hareket gerçekleştirecektir. Dikey harekette cisimler, yerçekiminin de etkisiyle beraber serbest düşüş esnasında zamanla artan bir şekilde ivme kazanmaktadır. Dikey hareketin diğer yönü, yani yükselmede ise düşme hareketinin tam tersi bir şekilde yine yerçekiminin etkisiyle zamanla azalan bir şekilde ivme kaybedilmektedir. Galilei buradaki belirlemeleriyle mekanikte yeni

bir bakış açısını gündeme getirmiştir. Galilei'nin gerek buradaki ve diğer benzer idealizasyon kullanımları gerekse de tasarladığı düşünce deneyleri onun bilim alanında Platon'dan ilham alarak ve onun ortaya koymuş olduğu rasyonel bakış açısından hareketle faaliyete geçirilen düşüncelerdir. "Hareketi dirençsiz bir ortamda tasarlamak konuyu rasyonel açıdan, salt usçu bir tavırla ele alma olanağı vermektedir. Bu ise Platoncu yaklaşımın mekanikte egemen olması anlamına gelmektedir ki, modern dönem mekaniğinin temel ayırt edici niteliği de bu anlayıştan kaynaklanmaktadır." (Topdemir 1997: 51-52).

Yukarıda işaret ettiğimiz pasaja dönecek olursak, Galilei'nin hem sürtünmeden yoksun hem de bir sonu olmayan düzlem fikri onun idealizasyon kullanımına örnek teşkil etmektedir. Galilei, zihin dünyasında kendisine yeni bir evren ve bu evrene özgü yasalar, işleyişler, etkileşimler tasarlayarak zihnindeki içinde bulunduğumuz evrene, gerçek dünyaya aktarmaktadır. Galilei için fiziki dünyayı anlayabilmek için bunu önce ideal alanda, yani zihinde gerçekleştirmek, akabinde de bir sonuca vararak fiziki dünyaya uygulamak gerekmektedir. "Çünkü ona göre kusursuz yuvarlıktaki toplar, kusursuz düzlükteki düzenler üzerinde ebediyen sadece ideal dünyada yuvarlanabilirler." (Sarı 2010: 218).

Bu noktada Galilei'nin neden böyle bir yönteme başvurduğu sorulabilir. Fiziki dünyada sürtünmenin olmadığı bir yüzey bulmak ya da böyle bir yüzeyi oluşturmak elbette mümkün değildir,¹³ ancak fiziki dünyada olmayan bir şeyi zihinde tasarlayarak bu tasarıdan elde edilen sonucu fiziki dünyaya uygulamak ne kadar doğru ve güvenilirdir? Benzer bir soruyu ve idealizasyona karşı şüpheci bir tavır Simplicio (Aristotelesçi pozisyon) da dile getirmektedir:

Matematiğin bu incelikleri soyut olarak doğrudurlar fakat gözle görülür elle tutulur maddeye ve fiziksel dünyaya uygulandığında sorunlara cevap veremiyorlar. [...] iş madde dünyasına gelince durum başka yöne doğru gidiyor: Demek istediğim, şu

¹³ Bu noktada anakronizmden kaçınmak adına vurgulamak gerekir ki, bahsedilen "sürtünmesiz yüzey" fikrinin içinde bulunduğumuz çağda gerek teknolojik geliştirmeler gerekse de bununla paralel bir gelişime sahip olan endüstriyel araçlar sayesinde oluşturulabilecek olması, söz konusu idealizasyon fikrinin Galilei döneminde yapılabileceği anlamına gelmediğini hatırlatmak gerekmektedir.

temas açıları, şu oranlar, bütün bunlar var ya; maddesel, gözle görülür elle tutulur dünya işlerine gelince tüm bunlar buharlaşıp yok oluyor. (Galilei 2020a: 283).

Salviati (Galilei) için ise durum böyle değildir. Ona göre bilimde ilerleme kaydedebilmek için engelleri aşmak gerekmektedir. Burada engel ile kastedilen soyut alanda rahatlıkla gerçekleştirilebilen faaliyetlerin somut alanda gerçekleştirilmeye çalışılması noktasında karşılaşılan engellerdir. Eğer bu engeller aşılsa istenilen işleyişler, etkileşimler gerçekleştirilecektir.¹⁴ Kaldı ki durum Simplicio'nun söylediği gibi fiziki dünyada sekteye uğrayan yapıda da değildir. Gerek matematiksel ve geometrik yapılarda gerekse de ideal fiziki düzenlerde Simplicio'nun dediği gibi sorunlara yanıt verememe gibi bir durum söz konusu değildir. Galilei için böyle bir durum gözükmesinin sebebi yapıda değil, yapıyı uygulamaya çalışmandadır. Kendi ifadesiyle:

Geometrici filozofun soyutta tasarlanana somutta bulabilmesi için maddenin engellerini ayırt etmesi gerekir. Eğer bunları yapmasını bilirse sizi temin ederim ki her şey aritmetik hesapları gibi punda punda birbirine uygun düşer. Hatalar ne soyutta ne somuttadır, ne geometride ya da ne fiziktedir, yalnızca onları hesaplayan kişidedir. Hesap etmesini bilmeyen kişide. (Galilei 2020a: 289-290).

Galilei için doğanın karmaşık yapısından sıyrılarak, doğada bulunan çeşitliliği azaltmak ve onları manipüle edilebilir hale getirmek, devamında da yukarıdaki gibi engelleri ortadan kaldırmak bize "saf durumun" nasıl gözükeceğini keşfedebilme fırsatı vermektedir (McMullin 1985: 265). Böylelikle de Galilei idealizasyon kullanım şekliyle soyut alanda gerçekleştirilen düşünsel faaliyetlerin somut alanda bir karşılığı olmaması gibi bir durumun söz konusu olmadığı düşünülmektedir.

Böylelikle Galilei idealizasyon kullanım şekliyle bilimin hem teorik hem de pratik yanını bir potada eritmektedir. Galilei için bilim yalnızca pratik alanda gerçekleştirilen deney ve gözlemlerden ibaret olmayıp, teorik alanın pratik alanı şekillendirdiği ve bilimsel ilerleme söz konusu olduğunda teorik alanın ön planda

¹⁴ Weisberg (2007: 640-641) Galilei'nin bu tür idealizasyon kullanımını pragmatik bir tutum olarak değerlendirmektedir. Ona göre Galilei konu edinilen fenomeni daha kolay bir şekilde değerlendirebilmek ve açıklayabilmek için böyle bir yol izlemektedir. Eğer böylesi bir yol izlemeseydi teorilerin içerisinde sıkışıp kalacak ve herhangi bir ilerleme kaydedemeyecekti.

olduğu bir faaliyettir. İdealizasyon kullanımları fiziki dünyanın sınırlarının aşılmasını sağlayarak deney kavramına yeni bir boyut eklemekte, akabinde de yeni bulgulara erişilmesini sağlamaktadır.

Sonuç

Bu noktaya kadar anlattıklarımızdan ve Aristoteles ile Galilei örneklerinden görüleceği üzere bilimde idealizasyon kullanımının pozitif bir statüsü bulunmaktadır.¹⁵ İçinde bulunduğumuz dünyayı anlamlandırmaya, bu dünyanın nasıl bir işleyişe ve yasalara tabi olduğunu keşfetmeye, ileriye dönük varsayımlarda bulunabilmeye olanak sağlaması bakımından bilimin bir yandan teorik bir yandan da pratik alanında önemli bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. İdealizasyon kullanımını gerek Aristotelesçi açıdan ilgili olmayan unsurların elenmesi olarak gerekse de Galileici açıdan sistemde yapılan çarpıtmalar olarak ele alalım, her iki idealizasyon kullanımında da bilime yeni bakışın bir temsilini görmekteyizdir. Çünkü “yeni bilimin temelinde gözlem, deney ve duyu algısı yerine salt, katışıksız düşünce” (Yardımcı 2020: 1253) bulunmaktadır. Gerek idealizasyon kullanımı gerekse de Galilei’de sıklıkla gördüğümüz idealizasyon içeren düşünce deneyleri kullanımlarıyla bilimde teorik alan daha ön plana çıkmakta, pratik alanı şekillendirmektedir.

Böylelikle idealizasyonun pozitif statüsü olduğu ve yeni bilim pratiğinin önemli bir unsuru olduğuna dair söylemimize paralel olarak onun bilimin ilerlemeci rolünde kritik bir işleve sahip olduğunu da ifade edebiliriz. Sadece fizik alanında değil, geçtiğimiz sayfalarda işaret ettiğimiz üzere kimya, biyoloji alanlarında da çeşitli soyutlama ve basitleştirmelerin yardımıyla karmaşıklıkları geride bırakarak

¹⁵ Bilimde idealizasyon kullanımına karşı olanlar/kullanılmasının yanlış olduğunu söyleyenler, yani negatif bir statüye sahip olduğunu düşünenler de bulunmaktadır. İçinde bulunan gerçeklikten uzaklaşarak bir noktada gerçekliğin bozulabileceğini, karmaşıklığın göz ardı edilmemesi gereken bir durum olduğunu ve bu karmaşıklık içerisindeki sistemde şu an fark edilmeyen ancak öneme sahip olabilecek unsurların elenmesinin yanlış bir yol izleme olabileceğini, idealleştirilmiş modellerin fiziki dünyadaki sistemleri birebir yansıtamayıp belirli noktaları ıskalayabileceğini öne sürülenler bulunmaktadır. Ancak söz konusu bu görüşler ve beraberinde getirdiği tartışma bu çalışmada ele alınamayacak kadar geniştir.

olguları keşfetmeyi, geleceğe yönelik varsayım ve tahminlerde bulunmayı mümkün kılmaktadır.

Introduction to the Method of Scientific Idealization: The Case of Aristotle and Galilei

Summary

Fikri GÜL

Prof. Dr.

İzmir Pamukkale University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Department of Philosophy, Denizli, TR.

ORCID: 0000-0002-9597-3176

fgul@pau.edu.tr

Karani Kağan BADEM

Ph.D. Candidate

Pamukkale University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Department of Philosophy, Denizli, TR.

ORCID: 0000-0003-3276-4091

kaganbadem06@hotmail.com

Introduction

In the field of science, scientific models are used to access and explain new discoveries, to make a forward interpretation based on the available information, to make complex and seemingly incomprehensible structures understandable at first blush, and to facilitate progress in all these areas. Scientific models are basically physical, mathematical or conceptual representations of ideas, emerging situations and what is experienced in this process.

Many of these representations used in science not only refer to idealization, but also create an idealised model. The objective of this study is to examine the concept of idealization in the context of idealised models. In the initial section of this study, we will examine the concept of scientific idealization. The principal function of scientific idealizations is to simplify complex phenomena (Potochnik 2017: 42). The use of idealization, a frequently employed method in the history of science, can be observed in Boyle's (1660: ch.7) gas law, Mendel's (2008) work on genetics and Newton's (1728: 5-8) thought experiment on gravity. We will evaluate these uses of idealization, which we encounter at every point in science such as chemistry, biology and physics, through Aristotle in the second section and Galilei in the third section.

In examining the work of Aristotle, we observe the use of idealization, which serves to simplify the phenomenon under consideration and remove elements that are considered irrelevant from the system. In contrast, the idealization used by Galilei is based on distortions, which operate both with additions and subtractions to the phenomenon under consideration.

1. Scientific Idealization

In the field of science, there are many scientific models used to analyse and explain a phenomenon.¹⁶ Although these scientific models use different methods and techniques, they all have the same goal: To provide a good understanding and explanation of the phenomenon in question by purifying it from its complex structure. As one of the scientific models acting in line with this goal, we come across idealised models, hence the concept of idealization. The scientific idealization method involves the simplification, abstraction and limitation of a phenomenon subjected to scientific investigation. This is done in order to facilitate a better understanding and explanation of the phenomenon in question, by eliminating the complexities that may otherwise impede this process.

In light of this definition, it is possible to conceptualise idealization as a cognitive toolbox. Just as we can perform various arrangements, additions, subtractions, changes and similar operations through the devices in our toolbox in a physical experiment or any technical process, it is possible to perform similar operations in the theoretical field with the help of our toolbox in the laboratory of the mind. For example, removing friction from a platform, ensuring that a falling object is not subjected to air resistance, or adding perfection to a round object such as a projectile, ball, cannonball, etc. so that it forms a smooth and flawless round.

Although idealization is an activity that occurs in the mental field, its impact and scope extend beyond this. Scientists construct a new world and the laws related to this world through idealization. To illustrate this phenomenon more clearly, we can refer to Ptolemy's explanations about the universe model. Ptolemy presents a mathematical model of the universe in his *Almagest*. He begins his work by claiming that the earth is fixed and at the centre of the universe (Ptolemy 1984: 41, H15). Ptolemy, who presents a geocentric model of the universe based on this claim, offers an explanation by combining eccentric and epicyclic models¹⁷ to explain the movements of the Earth and the other five planets (Saturn, Jupiter, Mars, Venus, Mercury), including the Sun and the Moon. Based on this explanation, he argues that the heavenly bodies have a spherical shape and their motions are also spherical (Ptolemy 1984: 38-39, H11-H12). It is precisely at this point that Ptolemy resorts to idealization. His idealization here is that he pushes aside all the apparent contradictions in the heavenly bodies and states that the motion of all of them can be handled with a perfect, smooth circular motion.

After defining and exemplifying idealization, it can be stated that scientific idealization is a deliberate intervention made to reduce the complexity at the point of discovering a

¹⁶ There is no consensus among thinkers on the classification of scientific models. However, in order to provide a general framework, we can take Gilbert's classification as an example. Gilbert (2011: 5) classifies seven types of scientific models: Concrete models, visual models, mathematical models, verbal models, simulation models, symbolic models and mental models.

¹⁷ The eccentric and epicyclic models are cosmological explanations developed by Apollonius Pergaeus. According to the eccentric model described by Ptolemy, the Sun and all other planets and fixed stars, including the Moon, move in a circular orbit around the Earth. But in this model of explanation, the Earth is not positioned exactly at the centre of the universe, but slightly away from the centre. In the epicyclic model, the Earth is again the centre of the universe, and the heavenly bodies move on small circles on a circular orbit in which the Earth is the centre and which exhibit a central motion.

phenomenon or examining a phenomenon. The objective is to ensure that the relevant subject is understood, explained and even traceable. The analyses of these interventions are basically divided into two fronts: Aristotelian idealization and Galilean idealization.

2. Aristotelian Idealization

When we look at the ways of using scientific idealization, we first encounter Aristotle. "Aristotelian idealization is the pushing aside of irrelevant features from the object under scrutiny" (Frigg and Hartmann 2020). When we analyse Aristotle's works, it will help to understand the subject to say that the features that he pushed aside, which are thought to be irrelevant, are the features that Locke mentions as secondary qualities.¹⁸ For example, the colour of a falling object in an examination of a falling object or the sound that heavenly bodies make during their movements in an examination of the sky are irrelevant features that are not related to the subject and will not provide any information during the examination.

At this point, let us look at his work *On the Heavens*. According to Aristotle (290b15-291a36), it is impossible for planets and heavenly bodies not to make sound during their movements. However, he does not address this point in his investigation, leaving the issue open-ended. Because in the context of the subject he analyses, whether the heavenly bodies make a sound during movement is not included in the context of his research. In other words, Aristotle disables some features of the relevant element at the point of use of idealization.

Aristotle draws attention to general concepts and main points by simplifying the complex structures of nature and the universe by pushing aside the elements other than the main point under scrutiny. In this way, he makes the subject more comprehensible and focuses on the main issue by narrowing the context. In parallel, through idealization, Aristotle takes a step forward in understanding nature and the universe without getting stuck in the limitation of technological inadequacies and limited experimentation and observation.

3. Galilean Idealization

While Aristotle exhibits a use of idealization by excluding the irrelevant factors from the target system, Galilei exhibits a use of idealization by excluding the factors in the target system from the system, that is, by deliberately changing and distorting the relevant factor. When we look at Galilei's works, we encounter statements such as "no friction" (2011: 13), "elimination of air resistance" (2020a: 203). Galilei wants us to think about what kind of effect and what consequences we will encounter if we think about these situations.

At this point, looking at Galilei's analysis of the motion of projectiles will allow us to understand his use of idealization. In his *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems* (1954: 244), Galilei asks us to think of a body moving on a plane that has both no friction and no end. Galilei's demand for this is his use of idealization. Galilei designs a new universe in his mental world and the laws, functions and interactions specific to

¹⁸ In his analysis of qualities, Locke (2013: 121-122) calls qualities that cannot be separated from objects and remain constant in the face of all changes and interventions, such as space, shape, movement, and number, *primary qualities*; and qualities such as colour, smell, taste, and sound, which are not related to the essential structure of objects but vary according to the experiencer, *secondary qualities*.

this universe and transfers what is in his mind to the universe we are in, the real world. For Galilei, in order to understand the physical world, it is necessary to realise it first in the ideal realm, that is, in the mind, and then to apply it to the physical world by reaching a conclusion. The reason for using idealization is quite clear for Galilei. According to him, it is necessary to overcome obstacles in order to make progress in science. What is meant by obstacles here are the obstacles encountered at the point of trying to realize the activities that can be easily realized in the abstract plane in the concrete order. If these obstacles are overcome, the desired processes and interactions will be realized. Thus, progress will be made in science by overcoming the limits of the physical world.¹⁹ So for Galilei, stripping nature of its complexity, reducing its diversity and making it manipulable, and then eliminating barriers like the one above, gives us the opportunity to discover what a pure state of affairs would look like.

Conclusion

As can be seen from what we have explained up to this point and the examples of Aristotle and Galilei, the use of idealization in science has a positive status. It is an important method in both the theoretical and practical fields of science in that it allows us to make sense of the world we live in, to discover how this world functions and is subject to laws, and to make forward-looking assumptions. Whether we consider the use of idealization as the elimination of irrelevant elements from the Aristotelian point of view or as distortions in the system from the Galilean point of view, we see a representation of the new view of science in both uses of idealization. Science is not a functioning that is confined to the practical sphere and owes all its progress to the practical sphere. Science is a functioning in which the theoretical field is also at the forefront, even shaping and directing the practical field. This can be seen in both Aristotle's and Galilei's use of idealization.

Thus, in parallel with our statement that idealization has a positive status and is an important element of the new scientific practice, we can also state that it has a critical function in the progressive role of science. Not only in the field of physics, but also in the fields of chemistry and biology, as we have pointed out in the previous pages, with the help of various abstractions and simplifications, it makes it possible to discover phenomena and make assumptions and predictions for the future by leaving complexities behind.

¹⁹ Weisberg (2007: 640-641) considers Galilei's use of such idealization as a pragmatic attitude. According to him, Galilei follows such a path in order to be able to evaluate and explain the phenomenon in question more easily. If he had not followed such a path, he would have been trapped in theories and would not have made any progress.

KAYNAKÇA | REFERENCES

- Aristoteles (2023). *Gökyüzü Üzerine* (çev. S. Babür), Ankara: Dost Kitabevi.
- Aristotle (1939). *On The Heavens* (çev. W. K. C. Guthrie), Cambridge: Harvard University Press.
- Boyle, R. (1660). *New Experiments Physico-Mechanicall, Touching the Spring of the Air, and its Effects*, Oxford: H. Hall for Tho. Robinson.
- Brown, J. R. (1991). *The Laboratory of the Mind: Thought Experiments in the Natural Sciences*, New York: Routledge.
- Çevik, A. (2022). Bilimsel İdealizasyonlar. *Mediterranean Journal of Humanities*, XII (2022) 11-23.
- Frigg, R., Hartmann, S. (2020). Models in Science. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2020 Edition) (ed. E. N. Zalta), <https://plato.stanford.edu/archives/spr2020/entries/models-science/>
- Galilei, G. (1954). *Dialogues Concerning Two New Sciences* (çev. H. Crew & A. Salvio), New York: The Macmillan Company.
- Galilei, G. (1960). The Assayer. *The Controversy on the Comets of 1618: Galileo Galilei, Horatio Grassi, Mario Guiducci, Johann Kepler* (çev. & ed. S. Drake), University of Pennsylvania Press, Philadelphia, 151-336.
- Galilei, G. (2011). *İki Yeni Bilim Üzerine Diyaloglar* (çev. Y. Çevik), Ankara: Elips Kitap.
- Galilei, G. (2020a). *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog* (çev. R. Aşçıoğlu), İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Galilei, G. (2020b). *Yıldızlardan Gelen Haber* (çev. K. A. Çetinalp), İstanbul: Kırmızı Kedi Yayınevi.
- Gilbert, J. K., Boulter, C. J., Rutherford, M. (1998). "Models in explanations, Part 1: Horses for courses?" *International Journal of Science Education*, 20 (1), 83-97.
- Gilbert, J. K. (2004). Models and Modelling: Routes to More Authentic Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2 (2), 115-130.
- Gilbert, S. W. (2011). *Models-Based Science Teaching*, Arlington: NSTA Press.
- Ladyman, J. (2008). Idealization. *The Routledge Companion to Philosophy of Science* (ed. S. Psillos, M. Curd), Routledge, Abingdon.
- Lawler, I. (2022). Scientific progress and idealisation. *New Philosophical Perspectives on Scientific Progress* (ed. Y. Shan), Routledge, New York, 332-355.

Locke, J. (2013). *İnsan Anlığı Üzerine Bir Deneme* (çev. V. Hacıkadiroğlu), İstanbul: Kabalcı Yayınları.

McMullin, E. (1985). Galilean Idealization. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 16 (3), 247-273.

Mendel, G. J. (2008). *Experiments in Plant Hybridisation* (çev. W. Bateson), New York: Cosimo Classics.

Newton, I. (1728). *A Treatise of the System of the World* (çev. A. Motte), London: Printed for F. Fayram.

Ptolemy (1984). *Ptolemy's Almagest* (çev. G. J. Toomer), London: Duckworth.

Potochnik, A. (2017). *Idealization and the aims of science*, Chicago: The University of Chicago Press.

Ruttkamp, E. (2002). *A Model Theoretic Realist Interpretation of Science*, London: Kluwer Academic Publishers.

Sarı, M. A. (2010). Francis Bacon ve Galileo'nun Bilim ve Yöntem Tasarımları. *Felsefe Dünyası*, 52(2), 208-229.

Topdemir, H. G. (1997). Galileo ve Modern Mekaniğin Doğuşu. *Felsefe Dünyası*, 24 (1), 42-52.

Weisberg, M. (2007). Three Kinds of Idealization. *The Journal of Philosophy*, 104 (12), 639-659.

Yardımcı, A. B. (2020). Norton-Brown Tartışması Bağlamında Bilimsel Düşünce Deneyleri. *Beytulhikme An International Journal of Philosophy*, 10 (4) :1235-1255.