

FİZİKTE İDEALLEŞTİRMELER

ELAY SHECH

VakıfBank Kültür Yayınları: 0447
Bilim: 010

FİZİKTE İDEALLEŞTİRMELER
ELAY SHECH

Özgün Adı
Idealizations in Physics

Türkçesi
Fazilet Fatıma Alçık

Yayın Danışmanı
Ekrem Demirli

Proje Editörü
Baha Zafer

Sayfa Uygulama
Yümna Sarıkaya

Kapak
Faruk Özcan

VakıfBank Kültür Yayınları
İnkılap Mahallesi
Dr. Adnan Büyükdenez Caddesi
No: 7/A1 – Kat 13
34768 Ümraniye / İstanbul
Telefon: 0 216 285 9571
www.vbky.com.tr - info@vbky.com.tr
Sertifika No: 40141

© Vakıf Pazarlama San. ve Tic. A.Ş., 2026
© Elay Shech, 2023

ISBN 978-625-5848-61-1

Kitabın Türkçe yayın hakları Kalem Telif Hakları Ajansı aracılığıyla VakıfBank Kültür Yayınları'na aittir. Tanıtım amacıyla, kaynak göstermek şartıyla yapılacak sınırlı alıntılar dışında, yayıncının yazılı izni olmaksızın hiçbir elektronik veya mekanik araçla çoğaltılamaz. Eser sahiplerinin manevi ve mali hakları saklıdır.

Baskı
Mega Basım Yayın San. ve Tic. A.Ş.
Cihangir Mah. Güvercin Cad. No: 3/1
Baha İş Merkezi A Blok Kat: 2
34310 Haramidere, Avcılar / İstanbul
Tel: 0212 412 1700
www.mega.com.tr - info@mega.com.tr
Sertifika No: 44452

1. Baskı: Şubat 2026

FİZİKTE İDEALLEŞTİRMELER

ELAY SHECH

TÜRKÇESİ
FAZİLET ALÇIK



ELAY SHECH

Auburn Üniversitesi Felsefe Bölümünde öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır. Araştırma alanları arasında bilim felsefesi, fizik, mantık ve biyolojinin yanı sıra yapay zeka ve makine öğrenmesi etiği ve felsefesi yer almaktadır. Ayrıca bu konular hakkında halka açık dersler vermekte ve yazılar yazmaktadır. Shech doktorasını Pittsburgh Üniversitesi Bilim Tarihi ve Felsefesi Bölümünde John Earman ve John D. Norton yönetiminde tamamlamıştır. Bilimde idealleştirmenin doğası ve rolünü tartıştığı *Idealizations in Physics* (Cambridge University Press) adlı eser yanında ortak editörlüğünü yaptığı *Scientific Understanding and Representation* (Routledge) adlı kitabı da yayıma hazırlamıştır. Ayrıca ortak yazar olarak bulunduğu renklerin nesnel bir açıklamasını savunan ikinci kitabı *The Metaphysics of Color* (Cambridge University Press) da yayımlanmıştır.

FAZİLET FATİMA ALÇIK

2015-2019 yılları arasında Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesinde Bilim Tarihi Bölümünde lisans eğitimi aldı. 2019 yılında İstanbul 29 Mayıs Üniversitesinde Felsefe yüksek lisans eğitimine başladı. Prof. Dr. Ayhan Çitil danışmanlığında, “Kant Sonrası Düşüncede Matematiksel Belirsizlikten Metafiziksel Sonsuzluğa Geçişin İmkânı Üzerine” başlıklı tezini 2022 yılında tamamladı. Aynı yıl İstanbul 29 Mayıs Üniversitesinde Felsefe doktora programına başladı. Halihazırda, Prof. Dr. Emre Şan’ın danışmanlığında, “Kant’ın Transandantal Düşüncesi Arkaplanında Çağdaş Fenomenolojide Öne Çıkan Nesnellik Anlayışlarının Eleştirel Bir Değerlendirmesi” başlıklı doktora tezini yazmaktadır. Çağdaş matematik felsefesi, fenomenoloji, bilim felsefesi ve metafizik alanlarında çalışmalarına devam etmektedir.

İÇİNDEKİLER

Özet	7
1 Giriş	9
2 İdealleştirme, Soyutlama ve Yaklaşıklık	23
3 Sınıflandırma	45
4 Gerekelendirme	61
5 Platonculuk	87
6 Gerçekçilik	101
7 Anlama	117
8 Sonsöz	131
Teşekkür	133
Kaynakça	135

ÖZET

İdealleştirmeler, fizikte her yerde mevcuttur. Bunlar teorilere, yasalara, modellere ve bilimsel temsillere giren çarpıtmalar veya yanlışlıklardır. Çeşitli sorular kendiliğinden ortaya çıkar: İdealleştirme nedir? Neden idealleştirmelere başvururuz ve onları nasıl gerekçelendiririz? İdealleştirme, fizik için gerekli midir ve eğer öyleyse, ne açıdan ve hangi amaçla gereklidir? İdealleştirme, nasıl gerçek anlamayı sağlayabilir? Elektronlar ve kuarklar gibi gözlemlenemeyen varlıkların varlığına inanma motivasyonumuz, bunların en iyi teorilerimiz için vazgeçilmez olması ise, vazgeçilmez idealleştirmelerin varlığına da inanmalı mıyız? Bu kitap, bu tür soruları ele alacak ve fizikte idealleştirmelerle ilgili felsefi meselelere dair görüş belirten ve seçici bir giriş sunacaktır. Ele alınacak konular; idealleştirme, soyutlama ve yaklaşıklık kavramı ile bunların ortaya konma nedenlerini, olası bir sınıflandırmayı ve gerekçelendirmeyi ve bunların matematiksel Platonculuk, bilimsel realizm ve bilimsel kavrayışa uygulanmasını içermektedir.

Anahtar Kelimeler: idealleştirme, soyutlama, yaklaşıklık, bilimsel modeller, bilimsel temsil

GİRİŞ

Bir süt çiftliğinde süt üretimi o kadar düşüktü ki; çiftçi, bölgedeki üniversiteye (bilim insanlarından) yardım istemek için yazdı. Bir teorik fizikçinin başkanlığında disiplinlerarası araştırmacı ekibi kuruldu ve iki hafta süren yoğun yerinde inceleme yapıldı. Akademisyenler, daha sonra üniversiteye döndüler, not defterleri verilerle doluydu ve raporu yazma görevi takım liderine bırakıldı. Kısa bir süre sonra (fizikçi raporu çiftçiye açıklamak için çiftliğe geri döndü. Bir yazı tahtası istedi ve bir daire çizdi. Şöyle başladı:) “İneğin bir küre olduğunu varsayın...”

(Harte 1988, xiii)

İdealleştirmeler, fizikte geniş bir alana yayılmıştır ve her yerdedir. Bunlar teorilere, yasalara, modellere veya daha genel olarak bilimsel açıklamalara ve temsillere dahil olan çarpıtmalar veya yanlışlıklardır. Örnekler arasında sürtünmesiz düzlem, basit sarkaç, nokta ve test parçacıkları, viskoz olmayan akışlar, sonsuz incelikte teller ve sonsuz uzunlukta silindirler veya düzlemler, mükemmel boşluk, ideal gaz yasası, atomun Bohr modeli, Ising ve Hubbard modelleri ve tabii ki, mükemmel küresel inekler bulunur.

Çeşitli sorular kendiliğinden ortaya çıkar: İdealleştirme nedir? Neden idealleştirmeye başvururuz ve onları nasıl gerekçelendiririz? İdealleştirme, fizik için gerekli midir ve eğer öyleyse, ne açıdan ve hangi amaçla gereklidir? Yanlış ve hatalı olan ideal-

leştirme, nasıl doğru açıklamalar, kesin tanımlamalar ve gerçek anlamayı sağlayabilir? Elektronlar ve kuarklar gibi gözlemlenemeyen varlıkların varlığına inanma motivasyonumuz, bunların en iyi teorilerimiz için vazgeçilmez olması ise, vazgeçilmez idealleştirmelerin varlığına da inanmalı mıyız? Bu, idealleştirmelerin Platonik formlara benzer soyut nesneler mi, yoksa edebi karakterler gibi kurgular olduğu anlamına mı gelir? Aksine, temel idealleştirmeler kendi içinde paradoks mudur? Bunun gibi daha pek çok soru ortaya çıkar.

Bu kitabın amacı, okuyucuya fizikte idealleştirmeyle ilgili felsefi meseleleri tanıtmak ve ilgili literatüre kısa bir giriş sağlamaktır. İlerleyen bölümlerde, az önce dile getirilen sorulardan bazılarını ele alacağım. Ne yazık ki, kısıtlı yer nedeniyle, tartışmam ne genişlik ne de derinlik açısından kapsamlı olmayacak ve bu nedenle birçok önemli çalışmadan, sadece geçerken bahsedilecek veya hiç bahsedilmeyecektir. Örneğin, fizikte idealleştirmeyle ilgili literatürün çoğu; açıklama (Batterman 2002; Batterman and Rice 2014; Bokulich 2008; Jansson Forthcoming), doğrulama (Shaffer 2012, ch. 3), matematiksel temsil ve uygulanabilirlik (Bueno and French 2018; Pincock 2012), indirgeme ve ortaya ıkma [İng. *emergence*] (Batterman 2002; Palacios 2022; Shech 2019a) gibi konuları ele alsa da bunları tartışacak yerim olmayacaktır. Örneğin, yanlış ya da doğrulanamayan [İng. *Nonveridical*] idealleştirilmiş iddiaların veya modellerin nasıl bilimsel açıklama sağlayabileceği konusu, açık bir şekilde ele alınmayacaktır.¹ Bu nedenle, benim yaklaşımım, güncel çalışmaların küçük bir kısmıyla eleştirel olarak etkileşime girerek sınırlı sayıda konuyu kapsamaktır.²

1. Yakın tarihli bir tartışma için Rice'a (2021) bakınız.

2. Tartışmaya önemli ve aydınlatıcı katkılarda bulunan ancak yer kısıtlılığı nedeniyle dışarıda bıraktığım tüm yazarlardan içtenlikle özür dilerim.

Çalışmamızı daha da karmaşık hale getiren şey, idealleştirme kavramının ayrıntılı bir şekilde ele alınması gereken başka konularla iç içe geçmiş olmasıdır (Fletcher vd. 2019a; Shech 2018a; Shech vd. 2022). Örneğin, bazıları idealleştirme ile soyutlama (Jones 2005) ve idealleştirme ile yaklaşıklık (Norton 2012) arasında ayrım yapar. Teoriler/Kuramlar (French 2020), yasalar (Cartwright 1983; Liu 2004), modeller (Frigg and Hartmann 2020; Gelfert 2016; Jacquart Forthcoming), simülasyonlar (Humphreys 2004; Winsberg 2010) ve temsiller (Frigg and Nguyen 2020; Shech 2015a, 2016), bir bakıma idealize edilen nesneler olma eğilimindedir. Yaklaşık doğruluk (Oddie 2016) ve analogi (Bartha 2019), idealleştirmenin “aracı” ve “hedefi”, olarak adlandırdığım şeyler arasında geçerli olan aday ilişkilerdir (Shech 2015a). Düşünce deneyleri (Stuart 2018), sıklıkla, çok sayıda idealleştirme içerir. Liste böyle uzayıp gider. Yine de idealleştirmeler, kendi başına ilginçtir. Dolayısıyla, mümkün olduğu ölçüde, özellikle fizikteki *idealleştirmeye* odaklanıyorum. Diğer değerlendirmeler için bakınız: Fizikteki idealleştirmeler için Hüttemann’a (2002), daha genel olarak idealleştirmeler için Elliott-Graves ve Weisberg’e (2014) ve temsil ve açıklamayla ilgili bağlantılar için Shech ve meslektaşlarına (2022). Sonsuz ve sonsuz küçük idealleştirmelerle ilgili meseleler için Shech’e (2018a) ve Fletcher ve meslektaşlarının (2019b) makalelerine bakınız.

Kitabın geri kalanının yapısı şu şekildedir. 2. Bölüm, idealleştirme kavramını tartışacak ve idealleştirmenin kullanılmasını gerektiren nedenleri belirleyecektir. Geniş ve dar anlamda idealleştirme arasında ayrım yapacağım ve dar anlamdaki idealleştirmenin iki örneğini, idealleştirme ile soyutlama arasındaki ayrım ve idealleştirme ile yaklaşıklık arasındaki ayrım yoluyla vereceğim. 3. Bölüm, kabul görmüş idealleştirme sınıflandırmasını ele alacak ve 4. Bölüm, gerekçelendirme meselelerini tartışacaktır. 5.,

6. ve 7. Bölümler, idealleştirmeler ile matematiksel Platonculuk, bilimsel gerçekçilik ve bilimsel kavrayış konuları arasında bağlantı kuracaktır. 8. Bölüm, kitabı kısa bir özetle bitirir. Son olarak, Giriş'in kalan kısmında, çeşitli idealleştirmeler içeren fizikten iki örnek sunuyorum.

Brown hareketi, bir sıvı içinde asılı duran polen gibi parçacıkların mikroskop altında görülen salınımıyla ilgilidir. Hedef sistem olarak suda (çözücü) seyreltik bir şeker çözeltisi (çözünen) almak ve söz konusu hedefi çözücü akışkan içinde asılı duran katı küreler biçiminde modellemek, Albert Einstein'ın incelediği moleküllerin boyutunu ve Avogadro sabitini hesaplamasını sağladı (Einstein 1926/1956). Brown hareketi olgusu, gerçek dünyada bulunan fiili bir etki olmasına rağmen, su-şeker çözeltisinin modeli yüksek derecede idealleştirilmiştir; çünkü [model]³, şeker moleküllerini katı küreler ve su moleküllerini şeker moleküllerinin asılı olduğu akışkan çözücü olarak temsil eder. Einstein ayrıca; şeker moleküllerinin öteleme ve dönme hareketlerinin eylemsizliğini soyutlama, herhangi bir molekülün hareketinin diğer moleküllerin hareketinden etkilenmediğini ve hareketin yalnızca yüzey gerilimi nedeniyle olduğunu varsayma, yerçekimi gibi dış kuvvetleri ihmal etme gibi başka idealleştirmelere de başvurmuştur (Cheng 2013, 5). Buna ek olarak, akışkanlarla ilgili klasik hidrodinamik denklemlerinin moleküler sisteme uygulanabileceğini varsaymıştır; böylece, moleküler yapının dikkate alınmasında yer alan karmaşıklıkları idealize etmiştir (Einstein 1926/1956, 36–37). Su-şeker çözeltisinin katı-küre modelinin kurulması ve uygulanmasındaki tüm bu varsayımlar; idealleştirme,

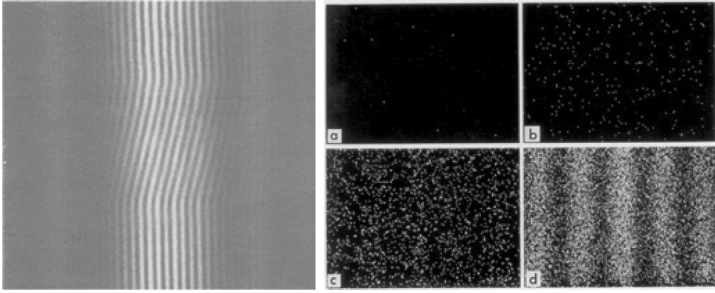
3. Köşeli parantez, çeviride ilave edilen kelimeleri ifade eder. Ancak alıntılarında içinde yer alan köşeli parantez yazarın alıntılarda eklediği kelime ya da cümle öbeklerini ifade eder.

soyutlama ve yaklaşıklık örnekleridir (bunları ilerleyen bölümde daha ayrıntılı tartışacağım).

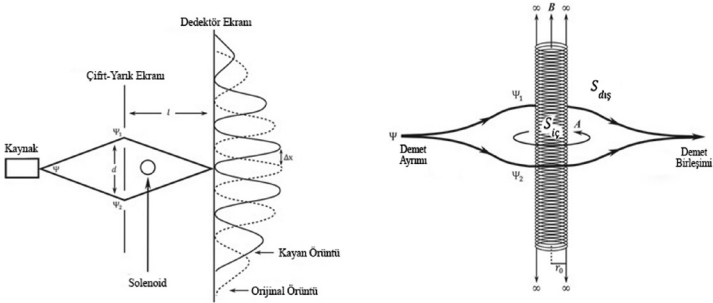
Kitap boyunca başvuracağım birincil örnek, Aharonov-Bohm (AB) etkisidir. Kısmen teknik yapısı nedeniyle, önce örnek incelemeyi niteliksel olarak sunacağım ve ancak o zaman bazı teknik ayrıntılar ekleyeceğim. Başlangıç olarak, iki yarıklı bir ekran üzerine homojen ışın demeti gönderildiğinde, dedektör ekranında koyu ve açık renk çizgilerden oluşan bir girişim örüntüsü ortaya çıktığını hatırlayın. Elektronlar gibi parçacıklarla (Şekil 1, sol), tek tek elektronların birikmesinden kaynaklanan girişim desenleri üretmek de mümkündür (Şekil 1, sağ).

Daha sonra, bir elektron demetinin, örneğin silindirik bir solenoid ekleyip [elektron demetini] “açarak” manyetik alanın devreye girmesinden nasıl etkileneceğini düşünün. Manyetik alan boyunca hareket eden yüklü parçacıkların orada bulunması nedeniyle, Lorentz kuvveti, elektronlar çift-yarık düzeneğinde, yollarını bulurken onlar üzerinde etki edecektir. Böyle bir etkileşim, klasik fizik bağlamında anlaşılabilir; bunun sonucu olarak dedektör ekranında ortaya çıkan girişim örüntüsünde bir kayma olacaktır (ancak, parçacık benzeri elektronlar nedeniyle, dedektör ekranında dalga benzeri bir girişim örüntüsünün orada bulunması, klasik bağlamda kesinlikle sürpriz olurdu).

Şimdi, yeni eklenen manyetik alan, elektron demetinden *tamamen* yalıtılırsa ne olacağını düşünün. İdealleştirmelerden (I1-I3) yararlanarak böyle bir deney kotarılabilir (bkz. Şekil 2):



Şekil 1 (Sol) Çift-yarık deneyinden bir girişim örüntüsü örneği (Möllenstedt ve Bayh 1962, 304'ten). (Sağda) (ayırıcı) girişim deseninin tek elektronlu oluşumu (Tonomura 1999, 15'ten). (a) 8 elektron, (b) 270 elektron, (c) 2.000 elektron ve (d) 60.000 elektron.



Şekil 2 (Manyetik) AB etkisinin gösterimi

- I1. Silindirik solenoidin sonsuz uzunlukta olduğu varsayılır, böylece bir kez “açık” olduğunda manyetik alan, solenoidin dışına taşmaz.
- I2. Solenoid “açıl”dığında oluşan manyetik alan, tamamen solenoidin içinde yer alır; böylece solenoid, çalışmaya başlarken manyetik alan solenoidin dışına taşmaz.
- I3. Solenoid, kesinlikle nüfuz edilemez [olandır]; böylece,

solenoidin içindeki bölgede, dışarıdan gelen bir elektron bulma olasılığı sıfırdır.

Belki de, nadiren, açıkça bahsedilen çok sayıda başka idealleştirmeler olduğunu belirtmek faydalı olacaktır. Örneğin, 11'e odaklanıldığında, sonsuz silindirik solenoidin genellikle sonsuz sıklıkta sarılmış [bobinin] sonsuz ince bir telden oluştuğu ve solenoidden geçen akımın eşit oranda dolaşan noktasal yüklerden oluştuğu varsayılır. Daha genel olarak, Dougherty'nin (2021, 12207) belirttiği gibi, çift-yarık deneyi, "Dünya'nın elektromanyetik alanı, elektronun sapan Z bozonlarını yayımı ve soğurması ve Sagittarius A*'nın⁴ kütleçekimsel etkisi" gibi çeşitli ihmal edilebilir faktörlerden etkilenecektir. Düzenegin tam bir tanımı, "yüzeye çarpan elektron ile fotoğraf plakasındaki gümüş halojenür arasındaki etkileşimin bir analizini, gümüş halojenürden bir elektronun [önceki etkileşim] sonrasındaki yayılımını ve yakındaki bir gümüş iyonu tarafından soğrulmasını, görüntünün oluşturulmasını ve sabitlenmesini ve benzerlerini içerebilir" (15).

Her halükârda, elimizdeki konuya geri dönelim: Tamamen yalıtılmış manyetik alana sahip elektronlarla yapılan çift-yarık deneyindeki girişim örüntüsüne ne olur? Uzayda elektron demeti ve manyetik alanın nedensel olarak etkileşime girebileceği bir bölge olmadığı için, klasik fiziğe göre herhangi bir özel etkinin ortaya çıkmasını beklemeyiz.

Buna karşın, Yakir Aharonov ve David Bohm (1959) çokça alıntılanan makalelerinde, izafi olmayan kuantum mekaniğinin

4. Sagittarius A* (Sgr A*), Samanyolu Galaksisi'nin merkezinde bulunan süper kütleli bir kara deliktir. Kütleli yaklaşık 4 milyon Güneş kütlelerine eşdeğerdir. Sagittarius A*'nın kütleçekimsel etkisi ise, bu kara deliğin çevresindeki yıldızlara, gaz bulutlarına ve diğer cisimlere uyguladığı kütleçekim kuvveti ve bu kuvvetin sonuçlarını ifade eder. —ç. n.

(QM) yukarıda bahsedilen idealleştirilmiş senaryoda girişim örüntüsünde bir kayma öngördüğünü ve böyle bir etkinin görünüşte, laboratuvarda doğrulanabileceğini göstermiştir. [Aharonov ve Bohm'un] makaleleri, son derece etkili oldu (örneğin, yaklaşık *Physical Review*'de 4.855 atıf ve Google Scholar'da 8.861 atıf aldı); ancak, aynı zamanda, fizik literatüründe 30 yıllık hararetli bir tartışmayı da tetikledi. Aharonov ve Bohm (1959) ve Chambers (1960) tarafından AB etkisinin deneysel olarak doğrulandığı iddiası, özellikle şüphe ve dirençle karşılandı.

Eşzamanlı olarak en az dört ana konu tartışılmıştır: (1) Bunlardan biri, AB etkisinin laboratuvar deneyleriyle doğrulanmış gerçek ve ampirik olarak doğrulanabilir bir etki olup olmadığıyla ilgilidir; bir diğeri ise (2) AB etkisinin ilk etapta tam olarak ne olduğuyla ilgilidir. (3) Ek bir tartışma noktası da AB etkisini ortaya çıkaran temel, ontolojik nedensel mekanizma ile ilgilidir – örneğin, bu etki, manyetik alan/akıştan mı yoksa “elektromanyetik vektör potansiyelinden” mi kaynaklanmaktadır (ki bu, genellikle fiziksel önemi olmayan matematiksel bir laf kalabalığı olarak kabul edilir)?⁵ (4) Kişinin (1)-(3)'ü ele alışına bağlı olarak, bir başka konu da AB etkisinin temel çıkarımlarıyla (ya da bunların eksikliğiyle) ilgilidir. Mesela, AB etkisi, yeni bir tür belirlene-

5. Klasik elektromanyetizmada, elektrik ve manyetik alanların (ve onların ilgili akının) gerçek fiziksel öneme sahip olduğu kabul edilir ve dünyada mevcuttur. Bununla birlikte, bir manyetik alan, matematiksel olarak bir elektromanyetik vektör potansiyeli ile temsil edilebilir; ancak bu ilişki, birden fazla [şeyle ilgilidir]: [Örneğin] farklı potansiyeller, aynı manyetik alanı temsil edebilir. Klasik olarak bunu, potansiyelin fiziksel bir önemi olmadığı anlamında ele alırız ve belirli bir alana karşılık gelen birçok potansiyel, aynı fiziksel manyetik alanı tanımlamanın farklı yollarıdır. Kabaca, gelecek tartışmanın habercisi olarak [söylemek gerekirse], belirli bir potansiyel seçmek bir “ayar (İng. gauge)” belirlemeye karşılık gelir ve manyetik alanın sabit olmasına izin veren potansiyelin herhangi bir dönüşümü, bir “ayar dönüşümüdür”. Böylece manyetik alan, “ayar-değişmez” bir niceliktir.