

FİZİK FELSEFESİ:  
UZAY VE ZAMAN  
TIM MAUDLIN

VakıfBank Kültür Yayınları: 0381  
Bilim: 003

**FİZİK FELSEFESİ:**  
**UZAY VE ZAMAN**  
TIM MAUDLIN

Özgün Adı  
*Philosophy of Physics: Space and Time*

Türkçesi  
**Recep Demir**

Yayın Danışmanı  
**Ekrem Demirli**

Proje Editörü  
**Baha Zafer**

Kapak Görseli ve Sayfa Uygulama  
**Faruk Özcan**

Son Okuma  
**Fazilet Fatıma Alçık**

**VakıfBank Kültür Yayınları**  
İnkılap Mahallesi  
Dr. Adnan Büyükdelen 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., 2025  
© Princeton University Press, 2012

ISBN 978-625-6647-99-2

*Kitabın Türkçe yayın hakları Princeton University Press 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.*

*All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage and retrieval system, without permission in writing from the Publisher.*

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: 0 212 412 1700  
www.mega.com.tr - info@mega.com.tr  
Sertifika No: 44452

1. Baskı: Temmuz 2025

# FİZİK FELSEFESİ

UZAY VE ZAMAN

TIM MAUDLIN

TÜRKÇESİ  
RECEP DEMİR



**TIM MAUDIN**

Tim William Eric Maudlin (d. 23 Nisan 1958), fizik felsefesi, metafizik ve mantığın temelleri üzerine çalışan Amerikalı bir bilim felsefecisidir. Yale Üniversitesi'nde fizik ve felsefe eğitimi almış, doktorasını 1986 yılında Pittsburgh Üniversitesi'nde bilim tarihi ve felsefesi alanında tamamlamıştır. Yirmi beş yıla yakın bir süre Rutgers Üniversitesi'nde ders verdikten sonra, 2010 yılında New York Üniversitesi Felsefe Bölümü'ne katılmıştır. Harvard ve Carnegie Mellon üniversitelerinde misafir öğretim üyesi olarak bulunmuş ve 2020-21 akademik yılından beri de İsviçre İtalyan Üniversitesi'nde misafir profesörlük yapmaktadır.

Maudlin'in çalışmaları özellikle fiziksel teorilerin ontolojik temelleri, zamanın doğası, nedensellik ve uzay-zaman yapıları üzerine yoğunlaşır. Başlıca kitapları arasında Quantum Non-Locality and Relativity (Blackwell, 3. baskı), Truth and Paradox (Oxford), The Metaphysics Within Physics (Oxford) ile iki cilt hâlinde yayımlanan Philosophy of Physics (Space and Time; Quantum Theory, Princeton University Press) bulunmaktadır.

Maudlin, Académie Internationale de Philosophie des Sciences, Foundational Questions Institute (FQXi) ve American Academy of Arts & Sciences üyesidir. Aynı zamanda fizik felsefesi alanında uluslararası çalışmalar yürüten John Bell Institute'un kurucusudur. Tim Maudlin evli ve iki çocuk babasıdır.

**RECEP DEMİR**

Recep Demir, 2015 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nden, 2021 yılında İstanbul Üniversitesi Felsefe Bölümü'nden mezun olmuştur. İstanbul Üniversitesi Felsefe Yüksek Lisans Programı'nda matematik felsefesi üzerine çalışmalarını sürdürmektedir.

*Evrenin izini süren  
Robert Weingard'ın anısına*



## İÇİNDEKİLER

Teşekkür	9
Giriş: Bu Ciltlerin Hedefi ve Yapısı	11
Bölüm Bir: Uzay ve Zamanın Klasik Yaklaşımları	17
Fiziğin Doğuşu	17
Newton'un Birinci Yasası ve Mutlak Uzay	21
Mutlak Zaman ve Mutlak Uzayın Kalıcılığı	28
Mutlak Uzayın ve Mutlak Zamanın Metafizigi	31
Bölüm İki: Uzamsal ve Zamansal Yapıya İlişkin Deliller	37
Newton'un İkinci Yasası ve Kova Deneyi	37
Aritmetik, Geometri ve Koordinatlar	46
Uzay Simetrileri ve Leibniz-Clarke Tartışması	58
Bölüm Üç: Gözlemlenemez Yapının Elenmesi	75
Mutlak Hız ve Galileocu Görelilik	75
Galileocu Uzay-Zaman	83
Bölüm Dört: Özel Görelilik	99
Özel Görelilik ve Minkowski Uzay-Zamanı	99
İkizler Paradoksu	111
Minkowski Çizgeci, Minkowski Pergeli	119
Lorentz Koordinatları'nın İnşası	124
Bölüm Beş: Ölçüm Fiziği	145
Saat Hipotezi	145
Soyut Artışlar ve Fiziksel Artışlar	154
"İşık Hızının Sabitliği"	162
Fiziksel İlkelerin Daha Derin Açıklamaları	166

Bölüm Altı: Genel Görelilik	169
Eğri Uzay ve Eğri Uzay-Zaman	169
Kütleçekimin Geometriye İndirgenmesi	175
Kara Delikler ve Büyük Patlama	187
Delik Argümanı	194
Genel Görelilik Üzerine Önerilen Okumalar	201
Bölüm Yedi: Zamanın Yönü ve Topolojisi	203
Zamanın Geometrisi	203
Teknik Bir Sorun Olarak Zaman Yolculuğu	214
Zamanın Yönü	219
Ek: Özel Görelilikçi Fizikte Bazı Problemler	225
Kaynakça	233
Dizin	239



## TEŞEKKÜR

BU CİLDİN KÖKLERİ, Clark Glymour'un Pittsburgs Üniversitesi'ndeki Bilim Tarihi ve Felsefesi lisansüstü öğrencilerinin talebi ile Görelilik üzerine bir yıl boyunca seminer vermeyi kabul ettiği benim öğrencilik dönemime kadar uzanıyor. Modern matematik yöntemlerinin o özenli ve kapsamlı sunumu olmasaydı, teori hakkında temelde geometrik bir şekilde düşünmeye başlayamazdım. John Norton'un seminerleri Newton'a kadar uzanan tarihsel arka planı açtı ve Peter Machamer bize Galileo boyunca rehberlik etti. John Earman ve Norton yakın zamanda delik argümanını [*the hole argument*] ortaya atmışlardı ve ben de bu muamma üzerinde kafa yorarak ilk tecrübemi edindim. Özetle bu kitap, o olağanüstü programın can damarı olan fikir bolluğu üzerine çeyrek asırlık bir düşünme sürecinin sonucudur.

1986'da Rutgers'a geldiğimde, Robert Weingard'ı bir arkadaş ve meslektaş olarak tanıdığım için çok şanslıydım. Meraki ve entelektüel dürüstlüğü tartışmaları her zaman zevkli hale getirdi ve onun derin fizik bilgisinden yararlandım. Bu kitap ona derin bir minnettarlık ve sevgiyle adanmıştır.

Bu yıllar boyunca ders verme ayrıcalığına sahip olduğum lisans ve lisansüstü öğrencilerime de farklı bir borcum var. Burada yer alan uzay-zaman teorisi sunumu birçok ders boyunca yavaş yavaş gelişti. İlk başlarda standart sunumları takip ettim, koordinatları ve koordinat dönüşümlerini yoğun bir şekilde kullandım. Koordinatlara yapılan atıflar, dersten derse, yavaş yavaş

azaldı ve temel geometri daha doğrudan incelemeye açık hale geldi. Özellikle Göreliliğin sunumu biraz alışılmışın dışında ama (tahtaya vurun) kavramsal olarak açık. En azından okuyucuyu, benim üstesinden gelmek için mücadele etmek zorunda kaldığım bazı kafa karışıklıklarından kurtarmayı umuyorum.

Bu kitap birçok yerden gelen geri bildirim ve yorumlardan yararlanmıştı. Özellikle iki anonim hakeme minnettarım. Umarım son versiyonu inceledikleri versiyondan daha iyi bulurlar. Sean Carroll, Genel Görelilik konusunda ayrıntıları doğru anlamam konusunda haklı olarak ısrarcıydı ve 6. bölüm onun tavsiyeleri sayesinde çok daha iyi hale geldi. Adam Elga, NYU'daki bilim felsefesi okuma grubu aracılığıyla yararlı yorumlar sağladı. Yorulmak bilmeyen Bert Sweet, kendine özgü özeni ve dikkatiyle ayrıntılar ve hesaplamalar üzerinde çalıştı.

Ayrıca Scott Soames, Rob Tempio ve Princeton University Press'e fizik felsefesi üzerine tek bir cilt olması düşünülen çalışmayı iki cilde genişletmeme izin verdikleri için minnettarım. Tek bir cildin gerektireceği ödünleri ve eksiklikleri düşünmek üzüntü verici olacaktı.

Daha pratik bir düzeyde, kitabı tamamlamak için gereken zaman Rutgers'da geçirilen ücretli akademik izin ile sağlandı. *Merci.*

Son olarak, her zaman olduğu gibi, Vishnya Maudlin kitap yazmaya eşlik eden takıntıya katlanmaktan çok daha fazlasını yaptı. Sınıfta ve evde her zaman yanımda oldu, tartışmaktan, eleştirmekten ve açıklığa kavuşturmaktan mutluluk duydu. Böyle bir görevi tek başıma üstlenmeyi hayal bile edemiyorum. O olmasaydı, bu kitap ortaya çıkamazdı.

## GİRİŞ

### BU CİLTLERİN HEDEFİ VE YAPISI

FİZİK FELSEFESİ, kullanışlı genel bir şekilde ele alınan fiziksel gerçekliğin bütünüyle ilgilenir. Örneğin, fiziksel dünyanın uzamsal ve zamansal yönleri var gibi görünmektedir, dolayısıyla uzay ve zamanın (veya uzay-zamanın) varlığı ve doğası merkezi bir konudur. Masaların, sandalyelerin ve gezegenlerin olduğu madde de benzer şekilde merkezi bir konudur. “Kullanışlı genel bir şekilde” derken şunu kastediyorum: madde hakkında sorabileceğimiz en genel soru, onun ne tür bir şey olduğudur. Örneğin, maddenin nokta-benzeri parçacıklardan, alanlardan, tek boyutlu sicimlerden, bunların bazı kombinasyonlarından ya da tamamen başka bir şeyden oluştuğunu düşünebiliriz. Bu genel açıklamalardan herhangi biri göz önüne alındığında, kaç çeşit alan olduğu, parçacıkların kütlelerinin ne olduğu gibi daha özel sorular da ortaya çıkmaktadır. Biz daha özelleşmiş sorulardan ziyade en genel sorularla ilgileneceğiz.

Bir disiplin olarak fizik felsefesi, fiziğin kendisiyle süreklilik içindedir. Soracağımız türden sorular, fizikçilerin sorduğu ve fiziksel teorilerin tarihsel olarak yanıtlamaya çalıştığı sorular arasındadır. Ancak fiziğin şaşırtıcı bir bölümü bu sorulara yanıt vermeksizin de ilerleyebilir. Örneğin termodinamik bilimi, adından da anlaşılacağı üzere, başlangıçta ısının bir nesne içinde ve bir nesneden diğerine nasıl yayıldığına kesin bir matematik temelli açıklamasını sağlamayı amaçlamıştır. Ancak ısı akışını yöneten oldukça ayrıntılı denklemler keşfedebilir ve yine de ısının ne oldu-

ğuna dair bir açıklamaya sahip olmayabiliriz. Bir cisimden diğeri-  
ne akan bir tür sıvı mı (kalori teorisinin bir zamanlar savunduğu  
gibi) yoksa bir cisimden diğeri- etkileşim yoluyla iletilen bir tür  
hareket mi (kinetik teorisinin savunduğu gibi)? Eğer ilgilendiği-  
niz tek şey 200 °C sıcaklıktaki 20 kiloluk bir demir çubuğun 50 °C  
sıcaklıktaki büyük bir su fıçısına daldırıldığında 100 °C sıcaklığa  
ne kadar sürede soğuyacağı ise, ısı transferi denklemleri bu soru-  
nun cevabını verebilir. Ancak cevabı hesapladıktan sonra ısının  
temel doğası hakkında daha fazla bilginiz olmayacak. Demir us-  
tası ısının doğasını umursamayabilir ve fizik felsefecisi de demir-  
in soğuması için geçen süreyi aynı derecede daha az umursaya-  
bilir. Deneyle- üzerinden çalışan bir fizikçi tipik olarak her ikisini  
de önemseyecektir ancak farklı zamanlarda birine veya diğeri-  
ne daha fazla odaklanabilir. Çağdaş fizik eğitiminin karakteristik  
özelligi, ısının doğası, uzay ve zamanın doğası ya da maddenin  
doğası gibi daha “felsefi” soruları tartışmak yerine, denklemin  
nasıl çözüleceğini ve demir ustası için faydalı yanıtın nasıl elde  
edileceğini öğrenmek için çok daha fazla zaman harcamasıdır. Bu  
tür daha temel sorular karşısında büyülenen fizik öğrencileri, bu  
soruları ele almayan fizik derslerinde hayal kırıklığına uğrayabi-  
lirler. Bu çalışma, fiziksel gerçekliğe ilgi duyan filozoflara olduğu  
kadar onlara da adanmıştır.

Fizik felsefesi burada iki cilde yayılmış olan üç bölüme  
ayrılmıştır. Bu ciltlerin her biri diğeri-nden bağımsız olarak oku-  
nabilir. Ancak bazı temalar -özellikle de “ölçüm” prosedürlerinin  
tamamen fiziksel bir açıklamasına duyulan ihtiyaç- her iki ciltte  
de ele alınmaktadır, bu nedenle bunları sırayla okumak çabanın  
karşılığını verecektir. İlk cilt uzay ve zamanın doğasını ele almak-  
tadır. Klasik fizikten (Newton) Genel Göreliliğe kadar uzay ve  
zaman hakkındaki tartışmaların kısa bir tarihini içerir. Fizikte  
uzay ve zaman (ya da daha sonra uzay-zaman), fiziksel evrenin

tarihinin oynandığı sahne olarak hizmet eder. Ancak uzayın ve zamanın kendisi anlaşılması zor varlıklardır. Fiziksel dünya kendisini bize uzayda bir arada bulunan ya da zaman içinde birbirini izleyen şeylerin ve olayların toplamı olarak sunar. Ancak uzay ve zamanın kendisi duyularımıza görünmez: renkleri, tatları, sesleri, kokuları ya da dokunulabilir şekilleri yoktur. Uzay ve zamanın sahip olduğu şey daha ziyade geometrik yapıdır. Bu yapının tam olarak ne *olduğu* ve neyin bu yapıya *sahip olduğu* hakkında çeşitli teorileri inceleyeceğiz. Görelilik Teorisi, her şeyden önce uzay-zaman geometrisinin teorisi olarak sunulmaktadır. Özel Görelilik, görelî bir dünyada saatlerin ve katı nesnelere davranışları hakkındaki belirli sorunları çözmek için yeterince ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Genel Görelilik daha az titizlikle sunulmuştur. Amacım, fizikte koordinatların kullanımının altta yatan geometrik yapıyla nasıl ilişkili olduğuna özellikle dikkat ederek, bu teorilerin kavramsal temellerini tümüyle açık hale getirmek olmuştur.

2. cilt madde teorisini ele almaktadır. İkinci cildin ilk bölümü maddenin çağdaş teorisi olan kuantum teorisini sunmaktadır. Göreliliğin aksine, kuantum teorisinin nasıl anlaşılması gerektiği konusunda fizikçiler arasında uzlaşma yoktur. Aslında, “kuantum teorisi” ifadesi yanlış bir isimlendirmedir zira böyle bir teori yoktur. Daha ziyade matematik temelli bir formalizm ve belirli türden tahminlerde bulunmak için formalizmin nasıl kullanılacağına dair bazı (oldukça etkili) temel kuralları vardır. Burada demir ustası ile fizik felsefecisi arasındaki fark keskinleşir. Demir ustası (ya da demir ustası konumundaki fizikçi) fiziksel gerçekliğin doğasını özellikle önemsemez. Nitekim çeşitli deneylerin nasıl sonuçlanması gerektiğini hesaplamak yeterlidir. Fizik felsefecisi altta yatan gerçeklikle ilgilenir ve tahminlere yalnızca altta yatan gerçekliğin hangi açıklamasının doğru olduğuna dair

kanıt olarak hizmet ettikleri ölçüde önem verir. İkinci cildin ilgili bölümünde, maddenin doğasına ilişkin bazı rakip açıklamaları ele alacağız. Bu açıklamalar kuantum teorisinin matematik temelini paylaşmakta ancak yine de var olana ilişkin açıklamalarında radikal farklılıklar göstermektedir.

Eğer 1. cilt uzay-zamanı ve 2. cildin ilk bölümü de uzay-zamanın maddi içeriğini kapsıyorsa, tartışacak başka bir şey yokmuş gibi görünebilir. Tabağı sıyrıp bitirmedik mi? Bir anlamda öyle: fiziksel dünyaya dair her şey, temel düzeyde, uzay-zaman ve madde teorisi tarafından açıklanmaktadır. Bununla birlikte, uzay-zaman teorisi ve kuantum teorisine özgü olanlardan farklı bir dizi kavram kullanılarak daha açık bir şekilde anlaşılan ve açıklanan fiziksel olgular vardır. Bunun belirgin örneği termodinamiktir. Termodinamik tarafından ele alınan olgular, temelde maddenin uzay-zamandaki hareketlerinden başka bir şey olmasa bile yine de belli bir tür içgörü, anlayış veya açıklama, bunların istatistiksel mekaniğin kavramsal araçlarıyla analiz edilmesini gerektirir. Aynı araçlar fizikteki olasılıkların görünümüne, istatistiksel davranış kalıplarının açıklanmasına ve birçok olgunun görünürdeki tersinmezliğine veya zaman-asimetrisine ışık tutar. Termodinamik, entropi, istatistiksel mekanik ve tersinmezlik arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmamız, temel ontoloji ve yasaları zaten biliniyor olsa bile fiziksel olaylara ilişkin yeni kavrayışların nasıl bulunabileceğine dair bir örnek sunmaktadır.

Bu kitaplar fikir verici bir inceleme sunmaktadır. Bu konularda öne sürülen tüm fiziksel teorilerin ve felsefi görüşlerin hakkını vermek için çok fazla malzeme ve burada çok az yer var ve ben de tümünü ele almayı denemeye çalışmıyorum. Bunun yerine, bana hem açık hem de öğretici gelen sınırlı sayıda alternatif yaklaşımı ele aldım. Ve en umut verici ve sağlam temellere dayandığını düşündüklerimi çekinmeden savunuyorum. Bu, alana

tarafsız bir bakış değildir. Ancak umuyorum ki seçtiğim öneriler, bir fiziksel teorinin açık ve anlaşılır olmasının ne demek olduğunu göstermektedir. Ne yazık ki fizik, temel sorulara ilişkin çok düşük netlik ve kesinlik standartlarıyla zehirlenmiştir ve fizikçiler sadece “susup hesaplamaya” [*shut up and calculate*, teorilerinin ontolojik öneminin net bir şekilde anlaşılmasını istemekten bilinçli olarak kaçınmaya alışmış (ve hatta teşvik edilmiş) hale gelmiştir. Bu tutum o kadar uzun süre hüküm sürdü ki, fiziksel gerçekliğin açık ve kesin bir açıklamasının neye benzediğini bile kolayca gözden kaçırabiliyoruz. Bu nedenle, tartışacağım fiziksel teoriler ilginizi çekse de çekmese de (ki pek çok fizikçi bunları tatsız bulacaktır), en azından *akledilebilirliklerini* takdir edeceğinizi umuyorum. Bu teoriler ister doğru ya da yanlış, ister aydınlatıcı ya da saptırıcı olsun, fiziksel dünya hakkında ne iddia ettiklerini biliyoruz. İçinde yaşadığımız evreni anlayabilmemiz için fizikçiler ve felsefeciler bu türden bir açıklık talep etmelidir.