

Modern Fiziği Giriş

Telhat ÖZDOĞAN · Mehmet KARA · Sedat GÜMÜŞ · Metin ORBAY

6. Baskı





Prof. Dr. Telhat ÖZDOĞAN, Prof. Dr. Mehmet KARA,
Prof. Dr. Sedat GÜMÜŞ, Prof. Dr. Metin ORBAY

MODERN FİZİĞE GİRİŞ

ISBN 978-605-5885-72-4

Kitap içeriğinin tüm sorumluluğu yazarlarına aittir.

© 2023, PEGEM AKADEMİ

Bu kitabın basım, yayım ve satış hakları Pegem Akademi Yay. Eğt. Dan. Hizm. Tic. A.Ş.'ye aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri, kapak tasarımı; mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt ya da başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Bu kitap T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır. Okuyucularımızın bandrolü olmayan kitaplar hakkında yayineimize bilgi vermesini ve bandrolsüz yayınları satın almamasını diliyoruz.

Pegem Akademi Yayıncılık, 1998 yılından bugüne uluslararası düzeyde düzenli faaliyet yürüten **uluslararası akademik bir yayınevdir**. Yayımladığı kitaplar; Yükseköğretim Kurulunca tanınan yükseköğretim kurumlarının kataloglarında yer almaktadır. Dünyadaki en büyük çevrimiçi kamu erişim kataloğu olan **WorldCat** ve ayrıca Türkiye'de kurulan **Turcademy.com** tarafından yayınları taranmaktadır, indekslenmektedir. Aynı alanda farklı yazarlara ait 1000'in üzerinde yayını bulunmaktadır. Pegem Akademi Yayınları ile ilgili detaylı bilgilere <http://pegem.net> adresinden ulaşılabilir.

1. Baskı: Mart 2005, Ankara

6. Baskı: Ekim 2023, Ankara

Yayın-Proje: Şehriban Türüldür
Dizgi-Grafik Tasarım: Tuğba Kaplan
Kapak Tasarımı: Pegem Akademi

Baskı: Sonçağ Yayıncılık Matbaacılık Reklam San Tic. Ltd. Şti.
İstanbul Cad. İstanbul Çarşısı 48/48 İskitler/Ankara
Tel: (0312) 341 36 67

Yayıncı Sertifika No: 51818

Matbaa Sertifika No: 47865

İletişim

Macun Mah. 204. Cad. No: 141/A-33 Yenimahalle/ANKARA

Yayınevi: 0312 430 67 50

Dağıtım: 0312 434 54 24

Hazırlık Kursları: 0312 419 05 60

İnternet: www.pegem.net

E-ileti: pegem@pegem.net

WhatsApp Hattı: 0538 594 92 40

Prof. Dr. Telhat ÖZDOĞAN (telhat.ozdogan@amasya.edu.tr)

Bitlis'in Tatvan ilçesinde doğmuştur. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun Eğitim Fakültesi, Fizik Öğretmenliği bölümünde lisans öğrenimini tamamlamıştır (1994). Amasya Eğitim Fakültesi, Fizik Öğretmenliği Bölümüne Araştırma Görevlisi olarak atandı ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisans ve doktora çalışmalarını tamamladı. Science Citation Index (SCI) başta olmak üzere, uluslararası ve ulusal indekslerde taranan hakemli dergilerde yayımlanmış çok sayıda araştırma makalesi yayınlanmış olup, moleküler integralerin hesaplanması, matematiksel fizik alanlarında çalışmaları ile akademik hayatını sürdürmektedir. Halen Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesinde çalışmaktadır.

ORCID No: 0000-0002-0211-770X

Prof. Dr. Mehmet KARA (karamehmet@amasya.edu.tr)

Tokat'ın Niksar ilçesinde doğdu. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fizik Öğretmenliği bölümünden mezun oldu (1995). 1995-1996 öğretim yılında Yalova Çınarcık Hüdaverdi Aydın İlköğretim Okulunda Fizik öğretmenliği yaptı. 1996 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Amasya Eğitim Fakültesinde Akademik hayatına Araştırma Görevlisi olarak başladı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisansını, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora programında ise doktorasını tamamladı. Halen Amasya Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde akademik çalışmalarını sürdürmektedir.

ORCID No: 0000-0003-1881-0565

Prof. Dr. Sedat GÜMÜŞ (sedatg@omu.edu.tr)

Amasya'nın Taşova ilçesinde doğdu. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü'nde lisans öğrenimini tamamladı. 1987-1991 yılları arasında Mahmutiye Lisesi (Eskişehir)'nde Fizik öğretmenliği yaptı. 1991 yılında Samsun Eğitim Fakültesi Fizik Öğretmenliği Bölümü'nde Araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Aynı Üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans ve doktora çalışmasını tamamladı. Halen Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünde görev yapmaktadır.

ORCID No: 0000-0001-7750-9452

Prof. Dr. Metin ORBAY (metin.orbay@amasya.edu.tr)

Kırşehir de doğdu. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun Eğitim Fakültesi, Fizik Öğretmenliği Bölümünü bölüm birincisi olarak tamamlamıştır (1994). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Amasya Eğitim Fakültesine Araştırma Görevlisi olarak atandı ve Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisans ve doktora çalışmalarını tamamlamadı. Uluslararası indekslerde taranan (SCI, SSCI) çok sayıda araştırma makalesi yayınlanmıştır. Halen Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesinde çalışmalarına devam etmektedir.

ORCID No: 0000-0001-5405-2883

ÖNSÖZ

Bilimde gözlenen hızlı gelişmelerin, insanların günlük yaşantıları üzerindeki etkileri son derece büyük olmasına rağmen pek çok insan bu gelişmelerin altında yatan bilimsel gerçekleri, en basit şekliyle dahi bilmemektedir. Bu durum, çoğu insanın yaşantısının, kendi denetimi dışında yönlendirildiği ve bilimsel ilerlemelerin doğurabileceği muhtemel problemlerin peşinen kabulüne gelir. Bu da modern toplumlar için kabul edilebilir bir durum değildir. Bu durumu, **A. Einstein** “*Bilimsel bilgiyi küçük bir grubun tekeline bırakmak; bir toplumun düşünce gücünü zayıflatır, fikir üretiminden yoksun bırakır ve o toplumu geri kalmışlığa mahkûm eder*” sözleriyle özetlemektedir. Bu nedenle, bilimdeki gelişmelerin ve bu gelişmelere paralel olarak ortaya çıkan uygulamaların olumlu olumsuz yanları insanların eğitim düzeyleri ne olursa olsun sade bir şekilde anlatılması gerekir. Bu anlamda, biz fencilere de önemli görevler düşmektedir.

Bu kitapta, yirminci yüzyılın başlarında klasik fiziğin cevap veremediği sorulara cevap veren, uygulamaları ile bugün yaşantımızı yakından ilgilendiren pek çok gelişmeye zemin hazırlayan ve serüvenini henüz tamamlamamış olan “**Modern Fizik**” konularının sade bir şekilde anlatılması amaçlanmaktadır.

Bu kitapta yer alan konular, YÖK’ün 2007 yılında Eğitim Fakülteleri programlarında yaptığı değişiklikler gözönüne alınarak, Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümlerinde okutulmakta olan “**Modern Fiziğe Giriş**” dersinin kur tanımına bağlı kalınarak oluşturulmuştur.

Bu kitabın okuyucunun hizmetine bir an önce sunulması için gayret gösteren ve kitabı titizlikle okuyarak gerekli düzeltmeleri yapan ve önerilerde bulunan Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Hasan GÜMÜŞ’e içtenlikle teşekkür ederiz. Ayrıca, uzmanlık alanlarına uygun olan bölümleri okuyarak önerilerde bulunan: Prof. Dr. Nezihe ÇALIŞKAN, Prof. Dr. Metin YAVUZ, Yrd. Doç. Dr. Feda ÖNER, Yrd. Doç. Dr. İbrahim KARACA, Yrd. Doç. Dr. Emin ÖZTEKİN, Yrd. Doç. Dr. Ahmet KÖROĞLU ve Türkçe Öğretmeni Filiz DEMİR’e teşekkür ederiz.

2009- AMASYA

İÇİNDEKİLER

Sayfa

1. BÖLÜM MODERN FİZİĞİN DOĞUŞU	1
1.1. Modern Fiziğin Doğuşu	2
2. BÖLÜM ÖZEL RÖLATİVİTE TEORİSİ	7
2.1. Giriş	8
2.2. Koordinat Sistemleri ve Galile Dönüşümleri	8
2.3. Michelson-Morley Deneyi	15
2.4. Özel Rölativitenin İlkeleri	17
2.5. Lorentz Dönüşümleri	18
2.6. Zaman Genleşmesi	19
2.7. Uzunluk Büzülmesi	21
2.8. Rölativistik Kütle ve Enerji	23
2.9. Özel Rölativite Teorisini Doğrulayan Bazı Çalışmalar	25
2.10. Bölüm Sonu Çözümlü Sorular	27
2.11. Bölüm Sonu Sorular	31
3. BÖLÜM KUANTUM FİZİĞİNE GİRİŞ	33
3.1. Giriş	34
3.2. Siyah Cisim Işıması	35
3.3. Fotoelektrik Olay	38
3.4. Compton Olayı	42
3.5. De Broglie Hipotezi ve Madde Dalgaları	44
3.6. Atom Modelleri	45
3.6.a. Dalton Atom Modeli	46
3.6.b. Thomson Atom Modeli	46
3.6.c. Rutherford Atom Modeli	49
3.6.d. Bohr Atom Modeli	50
3.6.e. Bohr Atom Modelinin Hidrojen Atomuna Uygulanması	52
3.7. Belirsizlik İlkesi	55

3.8.	Kuantum Mekanikinin Temelleri ve Modern Atom Teorisi	57
3.9.	Bölüm Sonu Çözümlü Sorular	66
3.10.	Bölüm Sonu Sorular	71
4. BÖLÜM LASERLER		73
4.1.	Giriş	74
4.2.	Atomun Uyarılması	74
4.3.	Uyarılmış Atomun Işınması	76
4.4.	Laserlerin Oluşumu	78
4.5.	Laser Çeşitleri	80
4.6.	Laser Işığının Özellikleri	82
4.7.	Bölüm Sonu Çözümlü Sorular	85
4.8.	Bölüm Sonu Sorular	90
5. BÖLÜM X- IŞINLARI		91
5.1.	Giriş	92
5.2.	X- Işıklarının Oluşumu	93
5.2.a.	Sürekli X- Işıkları Spektrumu	94
5.2.b.	Karakteristik X- Işıkları Spektrumu	96
5.3.	Auger Olayı	100
5.4.	Moseley Kanunu	100
5.5.	X- Işıklarının Soğurulması.	101
5.6.	X- Işıklarının Özellikleri	102
5.7.	Bölüm Sonu Çözümlü Sorular	104
5.8.	Bölüm Sonu Sorular	108
6. BÖLÜM ÇEKİRDEK FİZİĞİ VE BAZI UYGULAMALARI 109		
6.1.	Giriş	110
6.2.	Çekirdeğin Yapısı	110
6.3.	Çekirdeğin Büyüklüğü ve Yoğunluğu.	115
6.4.	Çekirdeklerin Kararlılığı	117
6.5.	Çekirdeğin Bağlanma Enerjisi	119
6.6.	Radyoaktivite	121
6.7.	Radyoaktif Bozunmalar	124
6.7.a.	Alfa Bozunması	125
6.7.b.	Beta Bozunması	126
6.7.c.	Gamma Bozunması	126

6.8.	Fizyon.	127
6.9.	Füzyon	129
6.10.	Bölüm Sonu Çözümlü Sorular	132
6.11.	Bölüm Sonu Sorular	136
7. BÖLÜM YARIİLETKENLİK		137
7.1.	Giriş	138
7.2.	Enerji Bandları	138
7.3.	Katkılı Yarıiletkenler	143
	7.3.a. n-tipi yarıiletkenler	144
	7.3.b. p-tipi yarıiletkenler	145
7.4.	Diyodlar (p-n eklemi)	146
7.5.	Transistörler	148
	7.5. a. Eklem Transistörler	149
	7.5. b. Alan Transistörler	150
7.6.	Bölüm Sonu Çözümlü Sorular	152
7.7.	Bölüm Sonu Sorular	154
8. BÖLÜM SÜPERİLETKENLİK		155
8.1.	Giriş	156
8.2.	Süperiletkenlik Çalışmalarının Dünü ve Bugünü	156
8.3.	I. Tip Süperiletkenler	159
8.4.	Meissner Olayı	161
8.5.	II. Tip Süperiletkenler	163
8.6.	Süperiletkenlerde Mıknatıslanma	165
8.7.	Süperiletkenlerde Oluşan Sürekli Akımlar	166
8.8.	Süperiletkenlik ve BCS Teorisi	167
8.9.	Josephson Olayı.	168
8.10.	Bölüm Sonu Çözümlü Sorular	171
8.11.	Bölüm Sonu Sorular	174
9. KAYNAKLAR		175
BAZI FİZİKSEL SABİTLER		177



BİRİNCİ BÖLÜM

1.1. Modern Fiziğin Doğuşu

“Dünyada her şey için, medeniyet için, hayat için, başarı için en gerçek yol gösterici ilimdir, fendir. İlim ve fennin dışında yol gösterici aramak, gaflettir, cahilliktir, doğru yoldan sapmaktır.”

M. Kemal Atatürk

MODERN FİZİĞİN DOĞUŞU

1.1. Modern Fiziğin Doğuşu

Bilim tarihçileri, ondokuzuncu yüzyılı daha önceki yüzyıllardan ayıran pek çok özelliğın olduğunu vurgulamaktadırlar. Bu özelliklerden en büyük öneme sahip olanı; bilim ve endüstri arasında olması gereken ilişkinin bu yüzyıl içerisinde kurulmuş olmasıdır. O zamana kadar endüstri, teorik gelişmelerden çok az etkilenir ve kendi içerisinde gelişme yolları aramaktaydı. Fakat, ondokuzuncu yüzyıl içerisinde durum birdenbire değişti. Bunun en güzel örneğini, elektrik üzerine yapılan teorik çalışmaların endüstriye neler kazandırdığına bakınca görmek mümkündür.

Ondokuzuncu yüzyılın sonlarına gelindiğinde, pek çok bilim adamı özellikle fizikte büyük buluşların tamamının yapılmış olduğunu düşünüyordu. O zamana kadar, **G. Galileo** cisimlerin öteleme hareketini nasıl yaptığını anlamamıza yardımcı olurken, **I. Newton** kütle çekim kuvvetini ve hareketin temel prensiplerini ortaya koymuştur. Benzer şekilde, **M. Faraday** manyetizma konusunun anlaşılmasını sağlarken, **J.C. Maxwell** elektrik ve manyetizmanın temel yasalarını matematiksel olarak birleştirmeyi başarmıştır.

Fiziğın her alanından bu ve buna benzer örnekleri artırmak mümkündür. Kısacası, doğada olup biten tüm olayların, insan deneyimine giren fiziksel problemlerin birkaç istisna dışında tamamının çözümü mümkündür. Dolayısıyla, çoğu bilim adamı için, fizik adına tüm taşların yerli yerine oturduğu gibi bir düşünce, o gün için pek te yanlış değildir.

Ondokuzuncu yüzyılın sonlarına doğru yapılan bazı deneysel çalışmalar, o güne kadar bilinen ve prestijinin en üst düzeyinde olan fizik yasalarıyla açıklanamayınca, bir takım yeni arayışlar içerisine girilmeye başlanmıştır. Çok geçmeden bu deneysel veriler doğrultusunda, Newton fiziğinin ancak belirli hız limitleri içerisinde geçerli olduğu ve ışık hızına yakın hızlarda hareket eden parçacıklar için bu yasaların geçerli olmadığı ortaya çıkmıştır. Burada kullanılan “ışık hızına yakın” sözcüğü, birçok kişi tarafından farklı algılanabilir. Işık hızına yakınlıktan kastedilen seviye, parçacığın hızının, c ışık hızı olmak üzere, $\left(\frac{c}{100}\right)$ olduğu durumlardır.

Newton fiziğinin belirli hız limitlerinde geçerli olduğunu bir örnek üzerinde göstermeye çalışalım. İki iletken paralel levha arasına konulan ve belirli bir potansiyel farkı altında harekete zorlanan bir elektronun hareketini göz önüne alalım. Elektronu, birkaç milyon elektron voltluk (eV) potansiyel enerji verilerek hızlandırılması durumunda, deneysel olarak $0.9988c$ 'lik bir hız değerine ulaştığı gözlenmiştir. Newton mekaniği geçerli ise, potansiyel farkı veya buna karşılık gelen enerji dört kat artırıldığında, elektronların hızının $1.9976c$ olması gerekir. Bu hız değerine bakılarak, Newton mekaniğinde bir parçacığın ulaşabileceği bir üst hız limiti olmadığı gibi bir sonuç karşımıza çıkmaktadır. Deneysel ölçümlerden ise, bu hızın çok küçük bir artmayla $0.999c$ değerine ulaştığını gözlenmiştir. Dolayısıyla, bu örnekten de açıkça görüldüğü gibi, teorik beklentiler ile deneysel sonuçlar arasında uyum görülmemektedir. Böyle bir durum, “*Işık hızına yakın hızlarda hareket eden parçacıklarda, sisteme sağlanan enerji artışı parçacıklar üzerinde beklenen hız artışını sağlamıyorsa, bu enerji artışının parçacıklar üzerine etkisi ne olabilir?*” gibi zor bir soruyu akla getirmektedir. Böyle bir soru, Newton mekaniği verileri ile cevaplanamamaktadır. Benzer şekilde, yapılan deneysel çalışmalarla, atom altı boyutlar içinde bilinen fizik yasalarının çoğunun geçerli olmadığı sonucuna varılmıştır.

Yirminci yüzyılın başlarında, o güne kadarki yaygın fizik anlayışının açıklayamadığı durumları açıklayan ve fizikte bir devrim niteliği taşıyan iki teori ortaya çıkmıştır. Bunlardan birincisi; madde ve enerjinin temel birimlerini konu alan ve 1900 yılında **M. Planck** ile temeli atılan ve daha sonraki yıllarda, **P. Dirac, E. Schrödinger, W. Heisenberg** gibi bilim adamlarının çalışmalarıyla ortaya çıkan “*Kuantum Teorisi*” dir. İkinci teori ise, 1905 yılında **A. Einstein** tarafından ileri sürülen, özellikle ışık hızına yakın hızlarda uzay-zaman, kütle-enerji arasındaki ilişkiyi kurmayı amaçlayan ve ölçülenlerin ölçülere bağlı olduğu kadar gözlemciye göre nasıl değiştiği sorularına cevap arayan “*Rölativite Teorisi*” dir (Şekil 1.1).