

FİZİKTE ÖZEL KONULAR

Eğitim Fakóltesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Ders Kitabı

Editör
Mehmet Fatih TAŞAR

Fatih AYDIN
Esmâ Buluş KIRIKKAYA
Hasan ÖZCAN
Betül TİMUR
Serkan TİMUR

5. Baskı





Editör: Prof. Dr. M. Fatih TAŞAR

FİZİKTE ÖZEL KONULAR

ISBN 978-605-5885-23-6

DOI 10.14527/978-6055885236

Kitap içeriğinin tüm sorumluluğu yazarlarına aittir.

© 2021, 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 ve dağıtılamaz. Bu kitap, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır. Okuyucularımızın bandrolü olmayan kitaplar hakkında yayınevimize bilgi vermesini ve bandrolsüz yayınları satın almamasını diliyoruz.

Pegem Akademi Yayıncılık, 1998 yılından bugüne uluslararası düzeyde düzenli faaliyet yürüten **uluslararası akademik bir yayinevi**dir. 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: Eylül 2008, Ankara

5. Baskı: Şubat 2021, Ankara

Yayın-Proje: Şehriban Türüldür

Dizgi-Grafik Tasarım: Müge Çetin

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: 36306

Matbaa Sertifika No: 47865

İletişim

Karanfil 2 Sokak No: 45 Kızılay/ANKARA

Yayınevi: 0312 430 67 50 - 430 67 51

Dağıtım: 0312 434 54 24 - 434 54 08

Hazırlık Kursları: 0312 419 05 60

İnternet: www.pegem.net

E-ileti: pegem@pegem.net

WhatsApp Hattı: 0538 594 92 40

ÖN SÖZ

Bilim ile teknoloji ve toplum arasındaki karşılıklı ilişkiler ve etkileşimlerin anlaşılması bilim eğitimi literatüründe çok vurgu yapılan bir konudur. Bilim bugün teknoloji için çok önemli bir bilgi kaynağıdır fakat tek bilgi kaynağı değildir. Kültür, matematik hayal gücü ve esinlenme de teknoloji geliştirmede önemli bilgi kaynaklarıdır. Bilim ile teknoloji arasındaki günümüzde var olan yoğun karşılıklı ilişki sadece insanlık tarihinin son dönemine mahsus bir durumdur. Yüzyıllar içinde teknoloji bilimle hiç alakası olmadan zanaatkarlar tarafından icra edilegelmiştir. Antik Yunan'da bilimsel faaliyetlerin ilk ortaya çıkış dönemi de göz önüne alındığında bu tür işlerle uğraşanlara ve uğraşlarına, bilimle uğraşanlara ve bilime göre daha az değer atfedildiği de görülür. Ancak bu eğilim son birkaç yüzyılda değişmiştir.

Bu kitapta bir doğa bilimi olarak fizik ile teknoloji arasındaki ilişki çeşitli başlıklar altında ele alınmaktadır. Büyük teorik fizikçi Feza Gürsey'in de vurguladığı gibi "artık asırların verdiği tecrübe ile biliyoruz ki, fizikte esas kanunlar bulunur bulunmaz uygulamalı fiziğe, oradan da teknolojiye geçiş yolu açıktır". Kitabın bölümleri incelendiğinde de bir bilimsel gelişmenin ardından bunu kullanan teknolojik uygulamaların bazan çok çabuk, bazan da zaman içinde ortaya çıkabildiği görülecektir. Böylece bilimin artık teknolojinin gelişiminde önemli bir bilgi kaynağı olduğu açıktır. Ancak kısaca "teknoloji, bilimin uygulamasıdır" şeklinde ifade edilen genelleme doğru değildir. Bilimin gelişim süreci göz önüne alındığında, yukarıda da vurgulandığı gibi, insanlık tarihi boyunca teknolojinin bilimden bağımsız ve o olmaksızın varolageldiği görülmektedir. Bugün bilim ve teknoloji arasındaki mevcut sıkı ilişki sadece son dönemde görülen bir olgudur. Şu durumda bilim teknolojinin, teknoloji de bilimin gelişimine son derece önemli katkılar yapmaktadır. Fakat günümüzde dahi bilim ve teknoloji arasındaki bu ilişki asla 'biri olmazsa diğeri de olamaz' boyutunda değildir. Dolayısıyla, teknolojiyi sadece bilimin bir uygulaması şeklinde anlamak gerçeği tam anlamıyla yansıtmaz.

Bilim ve teknoloji terimleri sıklıkla yan yana kullanılmaktadır. Günümüzde gelişmiş ülkeler hem bilimde ve hem de teknolojiye ileri düzeylerde bulunmaktadır. Yirminci yüzyıl boyunca sanayileşmek ve yüksek miktarlarda sanayi ürünleri üretip bunları dünya pazarlarında satışa sunmak milli geliri arttırmanın itici gücü olmuştur. Bu dönemde gelişmenin önemli bir göstergesi olarak da ülkelerdeki sanayi ürünleri kullanım sıklığı baz alınmıştır. Kişi başına düşen enerji ve demir-çelik üretim ve tüketimi ile araba, televizyon, buzdolabı, çamaşır makinası, bulaşık makinası, ev telefonu (daha yakın zamanlarda da cep telefonu) vb.

tüketimi ülkelere göre sıralanarak gelişmişlik karşılaştırmaları yapılagelmiştir.

Artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak ve daha müreffeh toplumlar meydana getirmek hedefi zamanla saf bir kapitalist kâr güdüsü ile ve de doğaya saygı göstermeyen kamçılanmış bilinçsiz tüketim güdüsüyle birleşerek doğal kaynakların aşırı ve hesapsızca tüketilmesine ve bunun sonucu olarak da doğanın geri dönülemez derecede zarar görmesine yol açmıştır. Her geçen gün etkilerini daha fazla hissettiğimiz küresel ısınma ve kuraklık belki de geri dönülemezlik eşliğini bile aşmıştır. Bilim ve teknoloji ve bunların kullanımı beşerî olgulardır. Her bireyin yeterince bilinçlenmesi ve kullanımda sıkı kurallara uyulması ve buna ilişkin denetim ve yönlendirme şarttır. Bu sadece kişinin kendi tercihine bırakılacak keyfî bir durum olmaktan çıkmıştır. Maddî olanakları çok olanların istediği gibi hesapsız tüketim yapabildiği ve denetimin sadece fiyat tespiti ile uygulandığı bir sistemin dünya geleceği açısından geçerli olmadığı görülmektedir. Uzun yıllar ucuz petrol fiyatları sayesinde özellikle ABD ülke olarak aşırı tüketime yönelmiştir. Bu gibi ülkelerde yakıt ekonomisinden hiç söz edilmemiş atmosfere aşırı karbon salınımları fütursuzca yapılmıştır. Ama artık yaşlı dünyamız butür davranışları kaldıramamaktadır.

Bilim ve teknolojide ilerlemenin en önemli unsuru insana yatırım yapmaktır. Bunun en güzel örneği Almanya ve Japonya'dır. Bu ülkeler 2. Dünya Savaşı'ndan mağlup ve hemen herşeylerini kaybetmiş bir halde çıkmış olmalarına ve uzun süre ülkeleri işgal altında kalmasına rağmen ilerlemeyi yine de gerçekleştirebilmişlerdir. Bu da tabii ki sahip oldukları yetişmiş insan gücü, üniversiteler ve araştırma kurumları sayesinde olabilmıştır.

Ne yazık ki bilimsel devrimi yaşayamamış olan ülkemizde etkin bir üniversite sisteminin kurulması ve üniversite eğitiminin tabana yayılması henüz gerçekleştirilememiştir. Üniversite eğitimi ile mezunların iş bulması arasında irtibat kurularak henüz yeterince istihdam sağlanamadığı için daha fazla mezun üretmenin gerekli olmadığı ve hatta bunun sakıncalı olduğu, ortalığın diplomalı işsizlerle dolu olduğu gibi mülhazalarla üniversitelerin yaygınlaştırılmasına karşı çıkıldığı, bu tür çabaların küçümsendiği ve hatta mevcut kontenjanların kısıtlanmasına gidildiği bir dönemden geçmekteyiz. Bu tür düşünceler tamamiyle geçersizdir. Yeni kurulmaya girişilen üniversiteler bir gün muhakkak kuruluşlarını tamamlayacaklar ve temayüz edeceklerdir. Ancak kurulmaları gerçekleşmezse ilerlemeleri hiç bir zaman mümkün olmayacaktır.

Ülkemizde talebin on yıllardır bu kadar yoğun olduğu yüksek öğrenim alanında arzın bir türlü yeterli miktarda sunulamaması veya çeşitli bahane ve gerekçelerle sunulmaması hakikaten ülkenin bir atılım yapmasının

önündeki en büyük engel olmuştur. Vakıf üniversitelerinin sayılarının artması yanında hemen her ilde birer üniversite kurulması ve zaman içinde kapasitenin arzu edilen seviyeye ulaşması ortak beklentidir. Bu sayede ülke genelindeki sıradan vatandaşlar da üniversite, öğretim elemanı, araştırma ve teknoloji geliştirme ile bire bir yüz yüze gelmekte, kendi aile fertlerinin de bu tür çalışmalarda yer almasıyla bilim ve teknoloji ile yaygın olarak tanışmaktadırlar. İlk ve orta öğretimde kalitenin artması şüphesiz ki üniversiteye daha nitelikli öğrencilerin ulaşmasına katkı sağlayacak ve böylece mevcut potansiyel harekete geçirilebilecektir. Önemli olan dünyaya açık ve hayata olumlu bakabilen aynı zamanda da kendi ayakları üzerinde durabilen bireyler yetiştirmektedir. Böylece her bir birey kendi ideallerini gerçekleştirmek üzere hayata atılacak; sahip oldukları bilgi, görgü, yetenek ve deneyim ile yapacakları çalışmalar ve kuracakları işbirlikleri sayesinde mevcut pastayı bölüşecek ve kişi başına düşen payı küçültecek değil, fakat büyütecek katkı sağlayabileceklerdir. Aksini düşünmek, zaten var olan nüfus azaltılmayacağına göre, toplumumuzun tam bir umutsuzluğa ve yoksulluğa mahkumiyeti anlamına gelecektir.

Bilim ve teknoloji okur-yazarlığı tüm dünyada temel eğitimin vazgeçilmez unsurlarından sayılmaktadır. Öğretmen adaylarımızın bu yöndeki farkındalıklarını arttıracak mahiyetteki *Fizikte Özel Konular* adlı derse yönelik olarak içeriği düzenlenen bu kitabın amacına ulaşmasını diliyorum.

Prof. Dr. Mehmet Fatih Taşar

Ankara, 2010

Bölümler ve Yazarları

1. Bölüm: Yarıiletkenler ve Lazerler

Doç. Dr. Hasan ÖZCAN
Aksaray Üniversitesi Eğitim Fakültesi

2. Bölüm: Süperiletkenlik: Doğanın Yüzyıldır Çözölemeyen Bir Gizemi

Prof. Dr. Mehmet Fatih TAŞAR
Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi

3. Bölüm: X – Işınları

Prof. Dr. Serkan TİMUR
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Fakültesi

4. Bölüm: İletişim Teknolojisi Araçları

Doç. Dr. Fatih AYDIN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi
Doç. Dr. Esmâ Buluş KIRIKKAYA,
Kocaeli Üniversitesi Eğitim Fakültesi

5. Bölüm: Tümlleşik Devreler, Sayısal (Dijital) Sistemler, Nanoteknoloji

Doç. Dr. Esmâ Buluş KIRIKKAYA
Kocaeli Üniversitesi Eğitim Fakültesi

6. Bölüm: Görüntöleme Teknikleri ve Araçları

Prof. Dr. Serkan TİMUR
Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi Eğitim Fakültesi
Doç. Dr. Betöl TİMUR
Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi Eğitim Fakültesi

İÇİNDEKİLER

Önsöz.....	iii
Bölümler ve Yazarları	vi
İçindekiler.....	vii

1. Bölüm

Yarıiletkenler ve Lazerler

(ss: 1/68)

A. Yarıiletkenler	2
Atomik Yapı	3
İletken, Yalıtkan ve Yarıiletken	10
Yarıiletkenlerin Tarihsel Gelişimi	12
Yarıiletken Türleri	13
N-tipi Yarıiletken	14
P-tipi Yarıiletken	16
Yarıiletken Elemanlar	18
Transistör (Geçirgeç)	29
Transistörün Tanımı ve Türleri	29
Transistörün Kutuplanması	34
Transistörlerin Çalışma Noktaları	36
Güneş Pilleri (Fotovoltaik Pil/Kolektör)	37
Güneş Pillerinin Tarihsel Gelişimi	38
Güneş Pillerinin Kullanım Alanları	39
Güneş Pillerinin Dünyadaki ve Türkiye'deki Yeri	41
Güneş Pillerinin Yapısı ve Çalışma İlkesi	43
Yarıiletken Güneş Pili Çeşitleri	44
Uzman Görüşü	46
B. Lazerler	50
Lazerlerin Tarihsel Gelişimi	51
Lazere İlişkin Temel Prensipler	54
Lazerin Çalışma Prensipleri	56
Lazer Işını	57
Nüfus Terslenmesi (Ters Birikimi)	58
Optik Pompalama	59
Osilasyon ve Geri Besleme	60
Lazer Türleri ve Lazerin Kullanım Alanları	60
Kaynakça	65

2. Bölüm
Süperiletkenlik: Doğanın Yüzyıldır Çözölemeyen Bir Gizemi
(ss: 69/114)

Süperiletkenliğin Kısa Tarihçesi ve Gelişimi	70
Süperiletkenliğe Genel Bir Bakış	74
Süperiletkenliğin Gelişimi ve Temel Kavramlar	77
Süperiletkenliğin Keşfi	77
Meissner-Ochsenfeld Olayı.....	77
Ginzburg-Landau Teorisi.....	81
Nüfuz Derinliği ve Alaşımılama	84
Cooper Çiftleri.....	86
BCS Teorisi	87
I. Tip ve II. Tip Süperiletkenlik.....	89
Süperiletkenlerin Manyetik Alan İçinde Davranışı ve Serbest Enerji.....	90
Josephson Olayı.....	96
Geliştirilen Süperiletkenlik Tabanlı Teknolojiler	103
Kaynakça.....	111

3. Bölüm
X - Işınları
(ss:115/134)

Elektromanyetik Spektrum.....	116
X-Işınlarının Keşfi	117
X-Işınlarının Elde Edilmesi	120
X-Işını Tüpü	121
X-Işınlarının Özellikleri	122
Geiger Sayacı (Geiger-Müller Sayacı).....	123
X-Işınlarının Astronomide Kullanımı.....	124
X-ışınlarının Kimyasal Analizde ve Kalite Kontrolünde Kullanılması	124
X-Işını Kristalografisi	127
X-Işınlarının Kullanım Alanları	129
X-Işınlarının Sağlık Alanında Kullanımı.....	129
X-Işınlarının Sağlık Alanı Dışında Kullanımı	130
Kaynakça.....	132

4. Bölüm

İletişim Teknolojisi Araçları

(ss: 135/182)

A. Bilgisayar ve Elemanları.....	136
Bilgisayarın Geçmişi	136
Bilgisayar Elemanları.....	141
B. Fiber Optik	153
Fiber Optiğin Tarihi	153
Fiber Optik Kablolar	156
Fiber Optiğin Kullanım Alanları	157
Fiber Optik Kabloların Avantajları	158
Fiber Optik Kabloların Dezavantajları	159
C. Sensörler	162
Bilim ve Teknoloji	162
Sensör nedir?.....	163
Sensör Çeşitleri	163
Sensörlerin Uygulama Alanları.....	176
Kaynakça	181

5. Bölüm

Tümleşik Devreler, Sayısal (Dijital) Sistemler, Nanoteknoloji

(ss: 183/230)

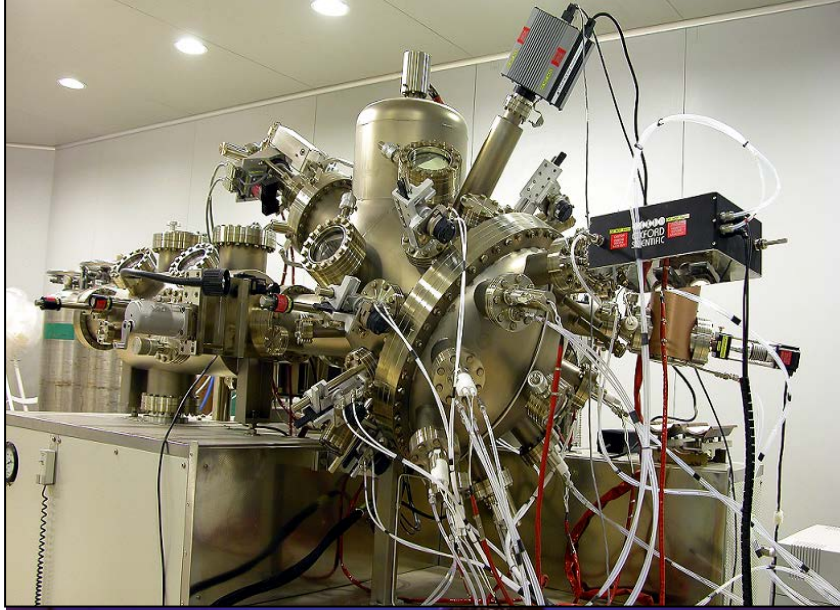
A. Tümleşik Devreler (Entegre Devreler-IC)	184
Tümleşik (Entegre) Devreleri Oluşturan Devre Elemanları	184
Tek parça (monolitik).....	189
İnce veya kalın film	189
Karma	190
Tümleşik Devrelerin Özellikleri	190
Ülkemizde Tümleşik Devre Üretimi.....	191
Kaynakça	195
B. Sayısal (Dijital) Sistemler.....	197
Analog ve Sayısal İşaret	198
Kodlama.....	198
Bir Uygulama Alanı: Dijital Görüntü Sistemi.....	199
Kaynakça	201
C. Nanoteknoloji.....	202
Nanoteknoloji Nedir?	204
Nano Yapılar	204
Nanoteknolojideki Gelişmeler	206
Türk Bilim İnsanlarının Uluslararası Başarıları.....	213
Kaynakça	218
Uzman Görüşü	219

6. Bölüm
Görüntüleme Teknikleri ve Araçları
(ss: 231/258)

Ultrason (US)	232
Ultrasonda Görüntü Modları	234
Tomografi.....	236
Bilgisayarlı Tomografi (BT)	236
BT Cihazının Ana Bölümleri	238
Pozitron Emisyon Tomografisi (PET/BT) Nedir?	239
Manyetik Rezonans (MR) Cihazları	242
Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) Cihazı	243
MR Cihazının Çalışma Prensibi	245
MRG Cihazının Avantajları	247
MR Cihazının Dezavantajları	247
Sintigrafi	248
Elektron Mikroskopları	249
Uzman Görüşü.....	255
Kaynakça.....	257
EK 1	259
EK 2	269

1. Bölüm

YARIİLETKENLER VE LAZERLER





A. YARIİLETKENLER

Bilim insanları, dünden bugüne gelinen süreçte doğanın gerçeklerini araştırıp, aydınlatmada hayli yol katetmiş durumdadırlar. İnsanoğlunun yaşamını kolaylaştırma gayesinde cereyan eden bu süreç, gelişimine artan bir ivme ile devam etmektedir. Düne nazaran, çevresinde olup biten olaylara daha fazla müdahale eder konuma gelen insanoğlunun, önemli mesafeler almış olduğu bu yolculuğunda, süregelen boyuttaki bu gelişimlerin etkisi büyüktür. Kaliteli ve refah ile donanmış bir yaşam için atılan bu baskın adımlar içerisinde, sınıflama becerisinin kazanımı önemli bir yer tutmaktadır. Temel bilimsel süreçler içerisinde yer alan sınıflama becerisi ile karşılaşmaların; tanınması, tanımlanması ve sınıflandırılması yapılabilmektedir. Aristo'nun akrabalık derecesi şablonunu baz alarak, bitkiler ve hayvanlar olmak üzere yaptığı en ilkel ayrımla başlayan sınıflama, günümüzde taksonomi bilim dalı altında incelenmektedir.

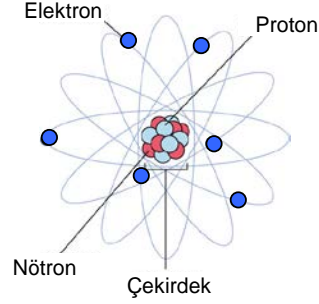
Madde, taksonomik olarak yedi halde bulunmaktadır. Bunlar; katı, sıvı, gaz, plazma, Bose (bozon) yoğunlaştırması, Einstein yoğunlaştırması ve Fermionik yoğunlaştırması halleridir [1]. Maddenin söz konusu bu hallerden birinde bulunması; atom veya molekülleri arasındaki çekim kuvvetiyle, dolayısıyla sıcaklık ve basınç ile ilişkilidir.

Çevremizde gördüğümüz ve sıklıkla kullandığımız maddelerin, pek çoğu katı halde bulunmaktadır. Atomlarının diziliş ve düzen niteliklerine göre kristal ve amorf yapı olmak üzere iki grupta incelenen katılar, elektriksel iletimi - iletkene uygulanan elektriki gerilim, ısı, manyetik endüksiyon gibi etkilerle atomlardan kopan elektronların devre boyunca bir atomdan diğerine kayma hareketi- ve optiki özellikleri bakımından iletkenler, yalıtkanlar ve yarıiletkenler olmak üzere üç grup altında incelenmektedirler [2]. Bu farklı özelliklerin nedenlerini; maddeyi oluşturan atomların son yörüngele- rindeki elektron sayıları, kristal yapıdan gelen periyodiklik ve Pauli ilkesi olarak sıralamak mümkündür. Tarihsel zamandizine göz atıldığında ise, maddelerin iletken ve yalıtkan olarak ilk kez bir İngiliz bilim insanı Stephen Gray tarafından sınıflandırıldığı görülmektedir. İletken cisimleri ard arda bitştirerek elektriğin bu cisimler aracılığı ile iletilebileceğini kanıtlayan Gray, 1729'da yaptığı bir deney ile elektriği yaklaşık 250 metrelik bir uzaklığa kadar iletilebilmeyi başarmıştır [3].

Elektronüğün temelini oluşturan yarıiletkenlerin detaylı izahından önce, madde ve onun en küçük birimi olan atomları iyi anlamak gerekmektedir. Bu bağlamda, öncelikli olarak atomik yapıya ilişkin temel bilgilere yer verilecektir.

1. Atomik Yapı

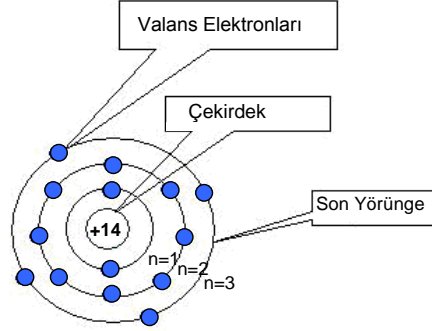
Yeryüzünde bilinen ve şu anda varlığı saptanabilmiş 116 element vardır. Bunların yaklaşık 90 kadarı doğada bulunurken, diğerleri laboratuvar koşullarında üretilmişlerdir [1]. Bütün bu elementler atom numaralarına uygun olarak periyodik çizelgede belirli bir düzen içerisinde yer almaktadırlar. Elementler, çekirdekteki proton sayıları ile nötron sayılarının yaklaşık olarak toplamına eşit olan atom ağırlıklarına göre de belirli bir düzen içerisindedirler. Proton sayıları ile elektron sayıları eşit olan atomlar, elektriksel açıdan nötr atomlardır.



Şekil 1 Bohr Atom Modeline Göre Atom

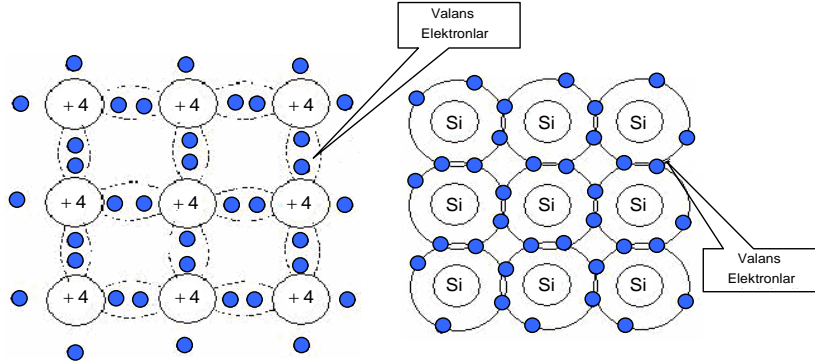
Elementlerin özelliklerini belirleyen atom kavramı, Epikür tarafından Yunancada bölünemez, kesilemez anlamına gelen 'atomos' sözcüğünden türetilmiştir [4]. Atom, türetilişindeki açıklıktan da anlaşılabilir gibi maddenin bölünemeyen en küçük yapı taşı anlamına karşılık gelse de günümüz çağdaş biliminde atomaltı parçacıkların birleşimi olarak ifade edilir. Bir başka deyişle bölünebilir ve parçalanabilirler. Bu bölünme işlemine Filyon adı verilir. Klasik Bohr Atom Modeli'ne göre atom, Şekil 1'de verildiği gibi 3 temel parçacıktan oluşmaktadır. Bunlar: elektron, proton ve nötron'dur. Atomik yapıda, nötron ve protonlar merkezdeki çekirdeği oluştururlar. Çekirdek pozitif yüklüdür, elektronlar ise negatif yüklü olup, atom çekirdeği etrafında birbirinden gelen ve her biri belirli sayıda elektron içeren yörüngeler boyunca sürekli dönmektedirler. Bu hareket, dünyanın güneş etrafındaki dolanımına benzetilebilir. Hareket halindeki bu elektronlar, çekirdekte olan Coulomb çekme kuvvetinin etkisi ve dönme hareketi sonucu oluşan merkezci kuvvetin etkisi ile yörüngesinde kalabilmektedirler.

İçinde elektronların hareket ettiği yörüngeler, çekirdekten belli uzaklıktaki mesafelerdedir. Elektron, çekim kuvveti ve merkezci kuvvetin dengelenmesi nedeni ile dairesel yörünge izler. Çünkü elektron negatif yüklü, çekirdek pozitif yüklüdür. Ayrıca çekirdekten uzakta olan elektronların çekim gücü çekirdeğe yakın elektronlara göre daha düşüktür [5]. Bununla paralel olarak, atomun en son yörüngesi en yüksek enerjili elektronlara sahiptir. Atomun son yörüngesindeki bu elektronlara valans elektronlar adı verilir. Şekil 2 incelendiğinde, silisyum atomunun $n=1$ düzeyinde 2, $n=2$ düzeyinde 8, son yörüngesi olan $n=3$ düzeyinde ise 4 elektron olmak üzere toplam 14 elektronu vardır. Bunların $n=1$ ve $n=2$ düzeyinde olan 10 tanesi, atomun çekirdeğine sıkı biçimde bağlıdır. Son yörüngede bulunan 4 tanesi ise gevşek olarak bulunmaktadır. İşte, son yörüngede bulunan bu 4 elektron, valans elektronlarıdır.



Şekil 2 Silisyum Atomu

Valans elektronlar, kimyasal reaksiyona ve malzemenin yapısına katkı sağlarlar. Ayrıca komşu atomlar, son yörüngelerdeki bu elektronlar ile kendi aralarında valans çiftlerini oluştururlar [6]. Örneğin her silisyum atomu, kendisine komşu diğer 4 atomun valans elektronlarını kullanarak kristal bir yapı oluşturur. Bu yapıda her atom, 8 valans elektronunun oluşturduğu etki sayesinde kimyasal kararlılığı sağlar. Her bir silisyum atomunun valans elektronu ile komşu silisyum atomunun valans elektronunun paylaşımı sonucunda kovalent bağ oluşur (Şekil 3 ve Şekil 4). Bu durum, bir atomun diğer atom tarafından tutulmasını sağlar. Böylece paylaşılan her elektron, birbirine çok yakın elektronların bir arada bulunmasını ve birbirlerini eşit miktarda çekmesini sağlar [7].



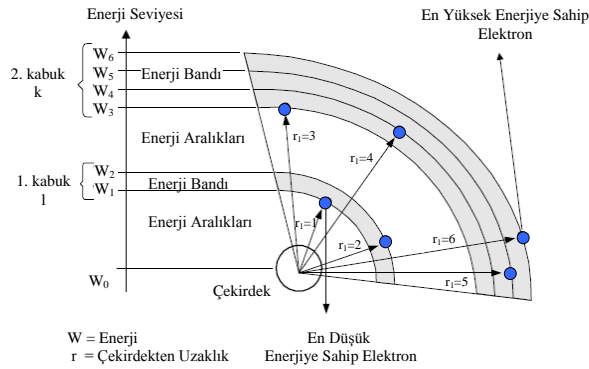
Şekil 3 Kovalent Bağ Oluşumu
Görünüm 1

Şekil 4 Kovalent Bağ Oluşumu
Görünüm 2

Çekirdeğe farklı uzaklıklarda bulunan yörüngelerdeki elektronların, çekirdeğe olan uzaklıklarına göre sahip oldukları enerjilerinde değişimler mevcuttur. Söz konusu bu elektronlar belirli enerji seviyelerine uyarlar. Bu

enerjileri; ısı etkisi, ışık etkisi, elektriksel etki, manyetik etki ve elektronlar kanalıyla yapılan bombardıman etkisi ile yükselebilir. Elektronlar, enerjilerindeki bu artış ile birlikte çekirdekten daha uzak bir yörüngeye yerleşirler. Böylece, valans elektronlar daha fazla enerji kazanır ve atomdan uzaklaşma eğilimleri de bu ölçüde artar. Valans elektronlarının serbest hale geçmesi, o maddenin iletkenlik kazanması anlamına da gelmektedir. Bir valans elektron yeterli miktarda enerji kazandığında ancak bir üst kabuğa çıkabilir ve atomun etkisinden kurtulabilir [8]. Atom da, pozitif (protonların elektronlardan daha fazla olması) olarak nitelenebilecek bu duruma karşı nötr (proton ve elektron sayılarının eşit olması) değere ulaşmaya çalışır. Bu amaçla atom, valans elektronlarını harekete geçirir. Valans elektron kaybetme işlemine iyonlaşma adı verilir. İyonlaşma ile atom pozitif yüklenmiş olur ve pozitif iyon olarak adlandırılır. Örneğin; hidrojenin kimyasal sembolü H'dir. Hidrojen, valans elektronları kaybettiğinde pozitif iyon adını alır ve H⁺ olarak gösterilir. Atomdan ayrılan valans elektronlar ise serbest elektronlar ya da iletkenlik elektronları olarak adlandırılırlar. Serbest elektronlar, (+) ve (-) yükleri eşit durumda olan hidrojen atomunun en dış kabuğuna doğru akarlar. Atom negatif yük ile yüklendiğinde (elektronların protonlardan fazla olması) negatif iyon olarak adlandırılır ve H⁻ ifadesi ile gösterilir [5].

Valans elektronların serbest hale geçmesinde, iletkenler için düşük seviyeli bir enerji yeterli iken yarıiletkenlerde oldukça fazla bir enerji gereklidir. Yalıtkanlar için ise çok daha büyük bir enerji verilmelidir. Bu yüksek seviyeli enerji ise malzemenin fiziksel özelliklerini değiştirip tahrip olmasına neden olabilir [2].



Şekil 5 Çekirdekten Uzaklıklarına Göre Enerji Seviyeleri [9]

Atom, enerji bantları şeklinde gruplaşmış yörüngelere sahiptir. Bu yörüngelere kabuk (shell) denir (Şekil 5). Çekirdek etrafında belirli bir yörün-