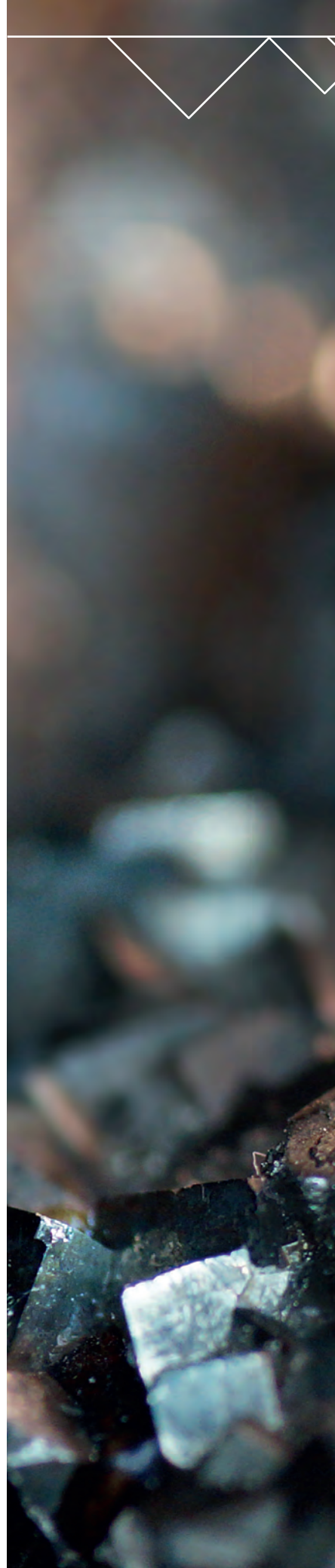


# MİNERAL VE METALLERİN İNSAN HAYATINDAKİ ÖNEMİ

Doç. Dr. Nuray KARAPINAR [ Maden Mühendisi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

*İnsanlar tüm maddi ihtiyaçlarını doğal kaynaklardan karşılar. Yaşamı işlevsel hâle getiren araç ve gereçlerin hemen hemen hepsinin üretimi doğal kaynakların kullanımını gerektirir. Toprak, su, hayvanlar, orman, güneş ışığı, petrol, mineral hammadde ve hatta soluduğumuz hava doğal kaynaklara örnek olarak verilebilir. Farklı tasnifler mümkün olsa da doğal kaynaklar kökenleri itibarıyla biyotik ve abiyotik diye sınıflandırılır. Biyotik doğal kaynaklar organik maddelerden, yani canlılardan oluşur. Bitkiler, hayvanlar ve fosil yakıtlar (petrol, kömür, doğal gaz gibi) organik kökenli doğal kaynaklardır. Abiyotik doğal kaynaklar ise hava, su, güneş ışığı, mineral ve metaller gibi inorganik (canlı olmayan) kökenli doğal kaynaklardır.*





Pirit (demir sülfür)  
minerali parçaları



# Dünyanın Neresinde Olursak Olalım, Metaller ve Mineraller Hayatımızın Bir Parçası

**D**iğer doğal hammadde kaynakları gibi metal ve mineral hammadde kaynaklarına erişim de birey ve toplum için son derece önemlidir. Tarihe dönüp baktığımızda, mineral hammadde kaynaklarının tarih öncesi çağlardan beri insan ve toplum yaşamının vazgeçilmez bir parçası olduğunu görürüz. Hatta tarih öncesi çağlara o dönemde bulunan mineral hammaddelerin adı verilmiştir: Taş Devri, Bakır Devri, Tunç Devri gibi. Bu yüzden “İnsanlar mineral hammadde kaynaklarını kullanmasa medeniyet olmazdı” demek hiç de abartı olmaz. Çünkü sanayileşme ve sosyoekonomik kalkınma geçmişte mineral hammadde kaynaklarının kullanımı ile gerçekleşti, bugün de aynı şekilde gerçekleşmeye devam ediyor. Mineraller ve metaller, ulusların sosyoekonomik kalkınmaları için gerekli enerji ve sanayinin temel hammadde ihtiyacını karşılar. Dolayısıyla birey ve toplumun zenginliği, refahı ve konforlu bir yaşam sürmesi mineral hammadde kaynaklarına erişimi ve kullanımı ile mümkündür.

## Güneş paneli imalatında hangi mineral ve metaller kullanılır?

<b>Arsenik</b>	Galyum-arsenit yarı iletken çipler (yongalar)
<b>Boksit</b>	Alüminyum
<b>Bor mineralleri</b>	Yarı iletken çipler
<b>Kadmiyum</b>	İnce film güneş gözeleri
<b>Kömür</b>	Kok olarak çelik üretiminde
<b>Bakır</b>	Kablo ve ince film güneş gözeleri
<b>Galyum</b>	Güneş gözesi
<b>İndiyum</b>	Güneş gözesi
<b>Demir cevheri</b>	Çelik
<b>Molibden</b>	Fotovoltaik hücreler
<b>Kurşun</b>	Akü
<b>Fosfat kayası</b>	Fosfor
<b>Selenyum</b>	Güneş gözesi
<b>Silika</b>	Güneş gözesi
<b>Gümüş</b>	Güneş gözesi
<b>Tellür</b>	Güneş gözesi
<b>Titanyum dioksit</b>	Güneş paneli



Ortalama bir otomobil için 1.428 kg metale ve bunun karşılığı olarak 5.080 kg madene ihtiyaç duyulduğunu biliyor musunuz? Peki ya günümüzün akıllı telefonlarının üretimi için kırktan fazla metal çeşidine ihtiyaç olduğunu? Rüzgâr türbinlerinin ağırlığının %90'unun metal bileşenlerden oluştuğunun farkında mısınız? Metaller ve mineraller ol-

madan elektrik kablosu, bilgisayar, cep telefonu, cam, çelik, çimento, diş macunu, araba, uçak, köprü, içecek kutusu, gemi, uzay istasyonları, içinde yaşadığımız evlerimiz ve hatta kullandığımız ilaçlarımız bile olmayacaktı. Hayatımızda yer alan ve üretimi metal ve mineral hammadde kaynaklarına dayanan ürünlerin listesi uzayıp gidiyor.



<b>Doğal taş/kırma taş</b>	Yol, bina/ev, köprü, peyzaj ve diğer yapı-inşaat işlerinde
<b>Kum ve çakıl</b>	Beton, asfalt, yol, blok ve tuğla üretiminde
<b>Çimento</b>	Yol, kaldırım, bina, okul ve ev inşasında
<b>Demir cevheri</b>	Bina, araba, kamyon, uçak, tren ile diğer yapı ve taşıma araçlarının imalatı için gerekli olan çelik üretiminde
<b>Tuz</b>	Birçok kimyasalın üretiminde, gıda ve tarımda, yollarda buzlanmanın önlenmesinde
<b>Fosfat kayacı</b>	Gübre ve hayvan yemi üretiminde
<b>Kil mineralleri</b>	Seramik, fayans, porselen, tuğla, çimento, kâğıt ve kedi kumu üretiminde
<b>Alüminyum (boksit)</b>	Binalarda, içecek kutuları, arabalar ve uçaklarda
<b>Bakır</b>	Binaların elektronik ve elektrik malzemelerinde, tesisat ve ulaşımda
<b>Kurşun</b>	Akü, elektrikli ekipmanlar ve iletişim araçlarında
<b>Çinko</b>	Metallerin paslanmasının önlenmesinde, birçok metal alaşımında, boya, plastik ve yüz kremlerinde, beslenme takviyelerinde
<b>Soda külü</b>	Tüm cam çeşitlerinde, toz deterjan üretiminde, besin katkısı olarak ilaç sektöründe ve su arıtımında
<b>Manganez</b>	İnşaat sektörü için her tip çelik üretiminde, makine ve ulaşım sektöründe
<b>Diğer metaller</b>	Elektronikler, televizyon, düşük karbon teknolojileri ve daha birçok alanda
<b>Diğer mineraller</b>	Cam, kimyasal madde, sabun, kâğıt, bilgisayar, cep telefonu ve daha birçok ürünün üretiminde
<b>Petrol, doğalgaz, kömür ve uranyum</b>	Enerji üretiminde

## Mineral ve metallere olan ihtiyacımız, teknolojik gelişmeler ile birlikte çeşitlilik ve kullanım bakımından artarak devam ediyor.

Dünyaya gelen her bir birey yaşamı süresince birçok mineral ve metale ihtiyaç duyar ve tüketir. Bu nedenle nüfus ile doğal kaynak tüketimi arasında doğrusal bir ilişki vardır. Bununla birlikte, Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından hazırlanan bir rapora göre, doğal kaynak kullanımında “tüketim miktarı” nüfus artışından daha etkilidir. Diğer bir deyişle, nüfus artışı genel anlamda doğal kaynak kullanımına olan talebi yükseltse de kişi başına düşen gelirin artması ve gelişmekte olan ülkelerde yeni bir orta sınıfın ortaya çıkması nüfusun tüketim miktarını artırmakta, bu da doğal kaynak kullanımını daha büyük bir oranda artırmaktadır.

Ülkelerin sosyoekonomik kalkınması mineral hammadde kullanımını gerektiren ekonomik kal-

### Cep telefonu imalatında çok sayıda petrol ürünü yanında başka hangi mineral ve metaller kullanılır?

Arsenik	Amplifikatör ve alıcıda galyum arsenit olarak
Bakır	Devre
Galyum	Galyum arsenit olarak
Altın	Devre
Magnezyum bileşikleri	Telefon kılıfı
Paladyum	Devre
Platin	Devre
Gümüş	Devre
Tungsten	Devre

ABD’de yıllık 130 milyon cep telefonunun kullanım dışı kaldığı düşünülürse hurdaya çıkan telefonların toplam ağırlığı 14.000 tondur. Bu da 2.100 ton bakır, 46 ton gümüş, 3,9 ton altın, 2 ton paladyum ve 40 kg platin demektir.

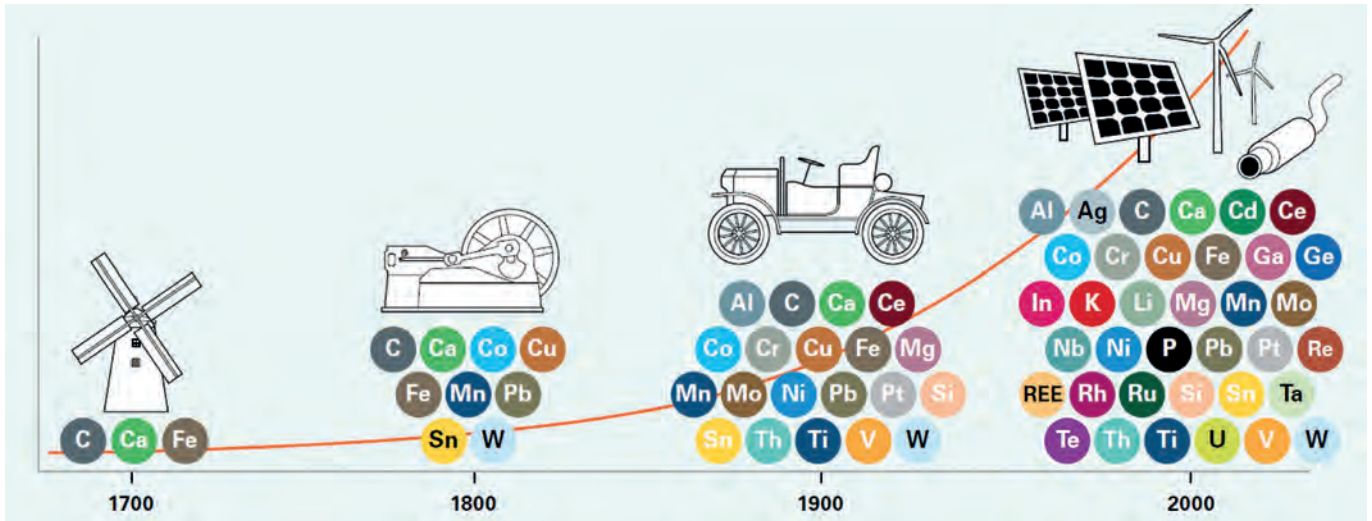


## Başlıca ileri teknoloji metalleri ve kullanım alanları

**Metal(ler)** **Temel kullanım alan(lar)**

<b>Galyum (Ga)</b>	Yarı iletkenler
<b>Germanyum (Ge)</b>	Yarı iletkenler, fiber optik, IR optikler
<b>Gümüş (Ag)</b>	Elektronikler, katalizörler
<b>Hafniyum (Hf)</b>	Süper iletkenler, seramikler
<b>Tellür (Te)</b>	Güneş pilleri
<b>İndiyum (In)</b>	LCD ekranlar
<b>Kadmiyum (Cd)</b>	Güneş pilleri, bataryalar
<b>Kobalt (Co)</b>	Bataryalar, süper iletken katalizörler
<b>Lityum (Li)</b>	Bataryalar, alaşımlar
<b>NTE</b>	Katalizörler, alaşımlar, mıknatıslar, fosforlar
<b>PGE</b>	Katalizörler
<b>Renyum (Re)</b>	Süper alaşımlar, katalizörler
<b>Selenyum (Se)</b>	Cam renksizleştirme, Mn-rafinasyon, katalizörler, güneş pilleri, alaşımlar
<b>Tantal (Ta)</b>	Elektronikler, süper alaşımlar

NTE: nadir toprak elementleri; PGE: platin grubu elementler



Mineral ve metaller ekonominin farklı alanlarındaki birçok uygulamada ve artan çeşitlilikte kullanılıyor. (Zepf vd. 2014)

### Hibrit araba imalatında hangi mineral ve metallere kullanılır?

Boksit	Alüminyum
Kadmiyum	Akü
Kromit	Krom
Kömür	Kok olarak çelik üretiminde
Kobalt	Alaşım ve akü
Bakır	Kablo
Altın	Devre
Demir cevheri	Çelik üretimi
Kurşun	Akü
Lityum	Akü
Manganez	Çelik alaşımı
Molibden	Çelik alaşımı
Nikel	Akü ve alaşım
Platin	Devre
Nadir toprak elementleri	Lantan (akü), neodim (elektik motoru)
Silika	Silikon
Sülfür	Kimyasal çözümler
Tungsten	Kablo
Vanadyum	Alaşım
Çinko	Galvaniz

Hibrit arabalarda hibrit olmayanlara göre daha fazla bakır kullanılır. Araçların camları feldspat ve trona, araç içi döşemeler bor ve kireç taşı, çelik kuşaklı lastikler mika, kükürt, berilyum, kobalt, çinko ve bakır içerir.

kınma çabaları ile sağlanır. Birey ve toplum için refah, konforlu ve fonksiyonel bir yaşam mineral hammadde kaynaklarına dayalı sanayinin sağladığı ürün ve hizmetler ile elde edilir. Dolayısıyla, bir bireyin mineral hammadde tüketim miktarının içinde bulunduğu toplumun gelişmişlik seviyesi ile doğrusal ilişkili olması şartıdır değildir. UNEP tarafından 2016 yılında yayımlanan bir rapora göre, 2010 yılı doğal kaynak (metal, mineral, fosil yakıt ve biyokütle) tüketimi insani gelişmişlik endeksinde göre “çok yüksek gelişmiş” ülkelerde kişi başı yıllık 16 ton üzerinde iken az gelişmiş ülkeler için bu miktarı 4 tonun altındadır. Dünya ortalaması ise kişi başı yıllık 10 tondur.

Teknolojik gelişmeler mineral ve metallere temelinde yeni ihtiyaçlar ortaya çıkarır. Son 30-40 yıldır yaşanan gelişmeler ve teknolojik yenilikler çok özel niteliklere sahip, ismi fazla bilinmeyen bazı metallerin kullanımı sayesinde gerçekleşti. Dolayısıyla dünya genelinde bu metallere talep arttı. İleri teknoloji metalleri olarak da adlandırılan bu metaller, genellikle az miktarda kullanılırsalar da yüksek değere sahip ürün ve teknolojilere arzu edilen fonksiyonların kazandırılmasını sağlarlar. Düz ekran televizyonlar, cep telefonları, elektronik aletler ve daha başka birçok teknolojik ürün için bu metallere ihtiyaç duyuluyor. Ayrıca çevre dostu düşük karbonlu enerji teknolojilerinin ge-

liştirilmesi de ileri teknoloji metal-  
lerinin kullanımı ile gerçekleşiyor.  
Bu metaller arasında neodim, tel-  
lür, galyum, indiyum ve hafniyum  
gibi elementler yer alıyor.

**2020 yılında ABD’de  
doğan bir bebeğin  
hayatı boyunca  
tüketeceği  
mineral hammadde  
miktarı**



## **Bir İnsan Ömrü Boyunca Ne Kadar Mineral ve Metal Tüketir?**

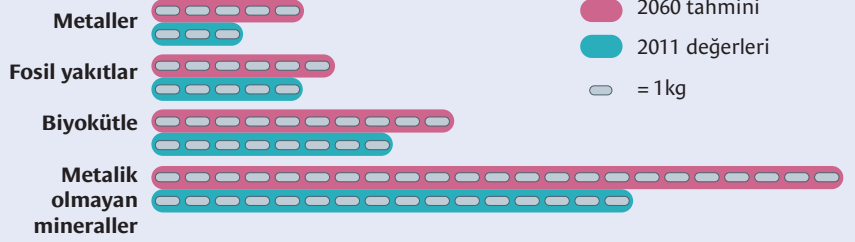
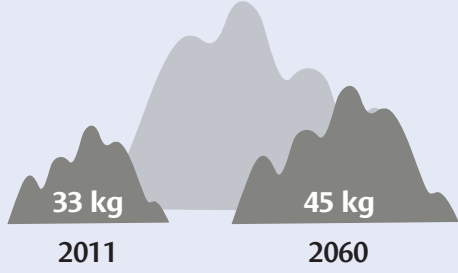
Mineral hammadde kaynakları  
dâhil kişi başı doğal kaynak tüke-  
timi, ülkelerin gelişmişlik seviyesi-  
ne göre değişiklik göstermekle bir-

likte, küresel ölçekte toplam nüfus  
artışı ve ülkelerin kalkınma çaba-  
larının bir sonucu olarak her yıl ar-  
tıyor. Ekonomik İşbirliği ve Kalkın-  
ma Örgütü (OECD) tarafından ya-  
ymlanan bir rapora göre, 2011 yı-  
lında dünyada kişi başı hammad-  
de tüketimi günlük 33 kg (bunun  
24 kg’ı mineral hammadde kay-  
nakları) iken 2060 yılında günlük  
kişi başı tüketimin 45 kg’a (bunun  
da 35 kg’ı mineral hammadde kay-  
nakları) çıkacağı öngörülüyor. Bu





## Kişi başı günlük doğal hammadde tüketimi



tahminlerle ilgili dikkat çeken bir nokta da fosil yakıtlara olan talebin azalacağı, mineral ve metallerle olan talebin ise daha da artacağıdır.

Mineral hammadde tüketimi daha önce de belirttiğimiz gibi, ülkeden ülkeye değişiklik gösteriyor. Konuyla ilgili Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) yapılan bir çalışmada 2020 yılında ABD'de doğan bir insanın hayatı boyunca (yaşam süresi beklentisi 78,6 yıl olarak dikkate alındığında) yaklaşık 1,45 milyon kg mineral hammadde kaynağı (mineraller, metaller ve yakıt olarak) tüketileceği hesaplandı. Bu da yaklaşık olarak kişi başı yıllık 18,4 ton mineral hammadde tüketimine karşılık geliyor.

Mineral hammadde kaynakları yenilenebilir değildir. Dolayısıyla sahip olduğumuz konforlu yaşamı devam ettirebilmek ve teknolojik yeniliklerin gerçekleştirilmesini sekteye uğratmamak adına yeni doğal kaynak ihtiyacının, atık oluşumunun ve emisyonların azaltılması, enerjinin, suyun ve kaynakların etkin kullanılması bir zorun-

## Rüzgâr türbini imalatında hangi mineral ve metaller kullanılır?

Agrega ve kırılmış taş	Beton
Boksit	Alüminyum
Kil ve şeyl	Çimento
Kömür	Kok olarak çelik üretiminde
Kobalt	Mıknatıs
Bakır	Kablo
Jips	Çimento
Demir cevheri	Çelik
Kireç taşı	Çimento
Molibden	Çelik alaşım
Nadir toprak elementleri	Mıknatıs ve akü
Çinko	Galvaniz
Kum ve çakıl	Çimento ve beton

Rüzgâr türbinlerinin temelinde 1.000 tonun üzerinde beton ve inşaat demiri kullanılabilir. Modeline bağlı olarak endüstriyel rüzgâr türbinleri genellikle 164 ila 334 ton ağırlığındadır, bazen daha ağır bile olabilirler.



## CD ve DVD imalatında hangi mineral ve metaller kullanılır?

Boksit	Alüminyum
Altın	Lazer ışını yansıtılmasında
Petrol ve petrol kumu	Polikarbonat plastik

Diskler plastik ve metallerden yapılır. Petrolden elde edilen polikarbonat plastik en çok kullanılan bileşendir. Diskin en önemli kısmı (disk üzerindeki bilgiyi okumak için kullanılan lazer ışını yansıtan bölüm) ince metal kaplamadır.

luluktur. Döngüsel ekonomi modelinin ürün üretiminin tüm değer zinciri boyunca; hammadde sağlayıcısından, ürün tasarımı ve üretimine ve de son kullanıcıya (tüketici) kadar benimsenmesi gerekir. Bilimsel ve teknolojik araştırma, geliştirme ve inovasyon alanında yapabileceğimiz katkılar baki olmak üzere aynı zamanda birer tüketici olarak hepimiz en azından tüketim alışkanlıklarımızı değiştirerek sürdürülebilir bir yaşam için doğal kaynakların etkin kullanılması çabalarına katkıda bulunabiliriz. Ne dersiniz? Var mısınız? ■



Kumtaşının detaylı yapısı

## Kaynaklar

- Frenzel, M., Tolosana-Delgado R., Gutzmer J., Assessing the supply potential of high-tech metals- A general method. *Resource Policy*, 46, 45-58, 2015.
- Karapınar, N. Yüksek Teknoloji Metalleri, *Madencilik Türkiye Dergisi*, 70, 140-146, 2018.
- OECD, Global material Resources Outlook to 2060- Economic Drivers and Environmental Consequences, OECD publishing, 2019.
- UNEP, Global Material Flows and Resource Productivity-Assessment Report for the UNEP International Resource Panel, published by UNESCO, 2016.
- ICCM, Social progress in mining-dependent countries: Analysis through the lens of the SDGS, 2018.
- Zepf V., Reller A., Rennie C., Ashfield M. & Simmons J., BP, *Materials critical to the energy industry. An introduction. 2nd edition.*, 2014.
- <https://mineralseducationcoalition.org/mining-minerals-information/minerals-in-your-life/>
- <https://mineralseducationcoalition.org/mining-mineral-statistics/>