

Hangisi Daha Sert?



"Taş gibi ..." ya da "Kaya gibi sert..." benzetmeleri, bir şeylerin ne denli sert olduğunu anlatmak için sıkça kullanırız. Oysa kayaların, dolayısıyla onları oluşturan minerallerin tümü için bunu söylemek çok da doğru olmaz. Çünkü bir bakır parçası, hatta tırnaklarımız bile kimilerinden daha serttir. Buna karşılık yeryüzünde, yine bir mineral olan elmadan daha sert bir malzeme bulamazsınız. İşte mineraller arasındaki sertliğin bu denli farklı olması, bir yandan bu özelliğin minerallerin fiziksel özellikleri arasında önemli bir yer tutmasını sağlarken, bir yandan da pek çok araştırmacının bu konuya ilgisini çekmişti. Bu araştırmacılardan biri olan Mohs'un 1822 yılında mineraller için önerdiği sertlik ölçeğiyle, minerallerin tanınmasında günümüzde de kullanılan, kullanışlı bağıl bir sertlik ölçeğidir.

ÇEVREMİZDEKİLERİ canlılar ve cansızlar olarak iki büyük gruba ayırmak çocukluğumuzdan beri yapagediğimiz basit ve doğal bir sınıflamadır. Üzerinde yaşadığımız yerkabuğu da 'cansızlar alemi'nin büyük bir bölümünü barındırır. Kayaları oluşturan mineraller, katı yerkabuğunun doğal ve türdeş parçalarıdır. Herhangi bir kayaya, örneğin bir granit parçasına büyüteçle bakıldığında, bunun genellikle çıplak gözle kolayca ayırdedilemeyecek, parlak ya da mat küçük parçacıklardan oluştuğu görülür. Granit için bu küçük parçacıklar kuvars, feldspat, mika veya hornblend gibi minerallerdir. Metal içeren cevher parçalarındaysa galenit, çinkoblend ya da kalkopirit gibi parlak metal mineralleri hemen göze çarpar.

Nasıl olduğu tam olarak bilinmiyorsa da milattan yaklaşık bin yıl önce insanlar demiri cevherinden ayırmayı başarmışlardı. Bundan daha önce de tunç çağına adını veren bronzu elde etmek için, bakır ve kalay içeren mineralleri başka binlercesi arasından

ayırdedebilmişlerdi. Bilimsel anlamda ilk mineraloji düşüncelerinin, pek çok konuda olduğu gibi yine Aristoteles'le (bu kez öğrencisi Theophrastos'la birlikte) başladığını söyleyebiliriz. On birinci yüzyılın ikinci yarısında da Albertus Magnus'un, o güne kadar mineral-



Doğada bilinen en yumuşak mineral talktır. Rüzgâr, su gibi doğal aşındırıcılardan kolayca etkilenir. Bu nedenle doğada talka ideal kristal biçiminde raslamak oldukça güçtür.





Florit

Elmas (solda) bilinen en sert mineraldir. Bu nedenle sanayide ve bilimsel araştırmalarda kullanım alanı çok geniştir. Dilinin yzeylerinin varlığı elmasın traşlanabilmesini sağlar.



ler hakkında bilinenleri, hazırladığı kitapta bir araya getirdiğini görüyoruz.

Mineralojinin kurucusu sayılan Georg Agricola (1494-1555), maden işletmeciliği ve ergitmesiyle ilgili çalışmalarıyla n kazanmıştı. 1669 yılında Danimarka'lı hekim Nils Stensen "Katının İçindeki Doğal Katı zerine" adlı kitabında, kristal yzeylerinin ve boyutlarının değişebildiğini, buna karşın aralarındaki aıların sabit kaldığını saptamıştı. Aynı tarihlerde Kepler, kar kristallerindeki aıların değişmez olduğundan söz ediyordu. Mineralojinin kristalografisi dalı için ilk temel yasa olmasına karşın bu gerçek, o tarihlerde kimsenin ilgisini çekmemiş, farkedilebilmesi ve modern kristalografinin ku-

rulabilmesi için yaklaşık iki yz yıl beklemek gerekmişti.

17. ve 18. yzda kimya ve fizikteki gelişmelere koşut olarak mineraloji alanında da gelişmeler sağlandı ve minerallerin kimyasal bileşimini esas alan bir sınıflama Abraham Gottlob Werner tarafından bu tarihlerde ortaya atıldı. Daha sonra Mitscherlich, Röntgen, Laue gibi araştırmacıların gerçekleştirdiği çalışmalar, kristalografi dalında gelişmelerin hızlandırdı. Bu sayede mineraloji ve kristalografi, katı maddenin kristal halini araştıran birer bilim dalı olarak doğa bilimleri arasındaki yerini almaya başladı.

Cevher, kaya ve toprağın bünyesindeki bütün mineraller, metaller,

alaşımlar, anorganik ve organik yzbinlerce katı bileşik (tuzlar, boya maddeleri, şekerler, selllozlar vb.) kristalli bir yapı gösterdiklerinden, mineralojinin ve kristalografinin malzemesini oluştururlar.

Bunlar arasında, doğal, kristal yapı gösteren ve yer kabuğundaki kayaları oluştıran anorganik mineraller de yer alır. Minerallerin, kristal biçimleri ve atomik yapıları yanında, fiziksel özellikleri, doğadaki binlerce mineralin birbirinden ayırdedilmesini sağlar. Bu zelliklerin başlıcaları şunlardır: Parlaklık, renk, sertlik, dilinim ve özgül ağırlık. Bunların yanı sıra radyoaktivite, manyetik ve elektrik özellikler, ergime (sıvı-



Korund en sert minerallerden biri olmasına karşın, elmas, korunddan 140 kat daha serttir.



Kuvars





1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Talk	Jips	Kalsit	Florit	Apatit	Feldspat	Kuvars	Topaz	Korund	Elmas

Mineral adı	Bileşimi	Sertlik derecesi
Talk	$Mg_3(OH)_2Si_4O_{10}$	1
Jips	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	2
Kalsit	$CaCO_3$	3
Florit	CaF_2	4
Apatit	$Ca_5F(PO_4)_3$	5
Feldspat (ortoklas)	$KAlSi_3O_8$	6
Kuvars	SiO_2	7
Topaz	$Al_2O_3(F,OH)_2SiO_4$	8
Korund	Al_2O_3	9
Elmas	C	10

laşma) dereceleri de minerallerin ayırt edici fiziksel özelliklerindedir.

Kuşkusuz bugün mineralojide, mineralleri tanımak için kullanılan laboratuvar yöntemleri ve teknoloji çok daha kesin ve ayrıntılı sonuçlar verebiliyor. Bununla birlikte, laboratuvarından uzakta, arazide çalışan yer bilimcilerin ve taşlara meraklı amatör mineralogların mineralleri tanımadaki kullandıkları bazı pratik yöntemler de hâlâ geçerliliğini koruyor. Bunlardan biri olan Mohs Sertlik Ölçeği, minerallerin fiziksel özellikleri arasında yer alan sertlik özelliğinin belirlenmesinde oldukça basit ve işlevsel bir sistem. Herhangi bir cismin iki molekülü arasındaki çekim kuvveti (kohezyon) ve buna karşı gelen kuvvete gösterilen direnç esasına dayanan, birbirinden ayrılması güç bir çok özellik, mineralojide "sertlik" adı altında toplanıyor. Mineral sınıflandırmasında büyük önem taşıyan bu özelliğın mineralojideki pratik karşılığı, bir mineralin çizilmeye karşı gösterdiği direnç olarak anlaşılıyor. Aynı mineralin bir çekiç ya da taş darbesine karşı gösterdiği dirençse onun sağlamlığını gösteriyor. Çünkü mineralojide sertlik ve sağlamlık farklı anlamlar içeriyor. Örneğın mineralerin en sert olan elmas, her şeyi çizebildiği halde, yere düştüğünde kolayca parçalanabilir.

Çelik çakıyla bir kuvars mineralini çizmeye çalıştığımızda, çakıya karşı mi-

neralin büyük bir direnç gösterdiğini, bazan çakı ucunun bu dirence yenildiğini görürüz. Elbette bu özellik, hem mineralin kendine özgü direncine, hem de mineral atomlarının birbirine çok sıkı bağlanmış olmasının ürünüdür. Aynı deneyi sivrice köşesi bir başka mineralle yineleyelim. Hatta bu iki mineralden her biriyle diğerini çizmeye çalışalım. Bu durumda minerallerden yalnız birinin diğerini çizdiğini görürüz. Bu da çizilenin çizenden daha dirençsiz yani daha yumuşak olduğunu gösterir. İşte Avusturyalı mineralog Friedrich Mohs da ölçeğini böylesi bir yöntem izleyerek hazırlamıştı.

Kuşkusuz Mohs'dan önce de sertlik belirlemeye çalışan benzer yöntemler yok değildi. Örneğın Bo-odt, 1609 yılında yazdığı "Değerli Taşların İrdelenmesi" adlı kitabında değerli taş sayılan bazı mineralleri sertliklerine göre sınıflandırmaya çalışmış, bir bakıma bir sert-



Ortoklas (feldspat)

lik ölçeği önermişti. Buna göre mineraller yumuşak, sert, taşla çizilebilenler, eğeyle çizilebilenler, zımparayla çizilebilenler ve elmasla çizilebilenler olmak üzere altı gruba ayrılıyordu.

Mohs, 1822'de önerdiği sertlik ölçeğindeyse, değişik sertlikte on minerali belli bir sertlik sıralamasına sokmuştu. Sonraları bu ölçek, Rosiwal, Pfaff ve Jagger gibi pek çok araştırmacının çabalarıyla daha duyarlı bir ölçek haline getirilmeye çalışılmıştı. Ama yine de söz konusu ölçek, Mohs'un önerdiği biçimiyle bugün de kullanılıyor.

Talk, jips, kalsit, florit, apatit, feldspat (ortoklas), kuvars, topaz, korund ve elmastan oluşan ölçekte, mineraller en yumuşaktan en serte, sertlik dereceleri 1'den 10'a kadar sıralanıyor. Bu değerlerin her şeyden önce bağlı değerler olduğunu söylemeliyiz. Ayrıca sertlik değerleri arasındaki farklar da eşit değildir.

Bu on basamaklı ölçekte minerallerin sertlikleri birbirleriyle karşılaştırılarak saptanır. Buna



Topaz





polimorfik (yani kimyasal bileşimi aynı olmasına karşın farklı biçimlerde kristalleşen) mineraller için böyle bir ilişkinin varlığından söz edilebilir. Elmas gibi, kimyasal bileşimi yine karbon olan grafitin yoğunluğu 2,23, sertliği de 1,5'tir.



Mohs sertlik ölçeğinin kullanımını kolaylaştırmak amacıyla, bakır para, çakı ya da cam gibi, sertliği bu ölçeğe göre belirlenmiş bazı yardımcı malzemeler de kullanılır. Örneğin tırnaklarımızın sertliği 2,5'tir. Bu nedenle sertliği 2 olan jips (üstte) tırnakla kolayca çizilir.

göre bir mineral, (n) numaralı (sertlik derecesi n olan) bir mineral tarafından çizilmezken, (n+1) numaralı mineral tarafından çizilirse, söz konusu mineralin sertliği (n+1/2) dir. Sertlik dereceleri aynı olan minerallerin köşeleriyle bu minerallerin yüzeyleri çizilebilir.

Sertlik deneyi olabildiğince düz yüzeyli ve dağılmaya yüz tutmamış örnekler üzerinde yapılır. Bu sırada, mineral yüzeyinde çizilme sonucu oluşan tozun hangisine ait olduğu doğru saptanmalıdır. Bu amaçla, mineral yüzeyindeki toz silinmeli ve bir büyüteç yardımıyla, çizik olup olmadığı kontrol edilmelidir. Çünkü sertliği eşit olan iki mineral birbirine sürülünce her ikisi de aşınabilir. Bunun gibi, biri diğerinin üzerinde çizige benzeyen hafif bir toz da bırakabilir.

Mohs'un ölçeğinde en sert mineral elmas, en yumuşak mineral de talk'dır. Kalsit jipsi çizebildiği gibi, jips talkı, çelik çakıysa florit ve apatiti çizebilir. Camı çizebilen feldspat da su verilmiş çelik tarafından çizilir. Öteki mineralere gelince, onlar da ancak kendilerinden sonra gelen minerallerce çizilebilirler. Uygulamada, kullanımı kolaylaştırmak amacıyla, bakır para, çakı ya da cam gibi, sertliği bu ölçeğe göre belirlenmiş bazı yardımcı malzemeler de kullanılır. Örneğin tırnaklarımızın sertliği 2,5'tir. Yani talk ya da jipsi tırnağımızla çizebiliriz. Bunun gibi bir bakır paranın sertliği 3, çelik çakı ve camınki 5,5, ege çeliğininki 6,5'tir.

Minerallerin sertlik dereceleriyle yoğunlukları arasında herhangi bir ilişki söz konusu değildir.

Örneğin elmasın yoğunluğu 3,52 ve sertliği 10 olduğu halde, yoğunluğu 19,37 olan altının sertliği ancak 2,5'tir. Fakat,



Kaynaklar
<http://www.york.ac.uk>
<http://mineral.galleries.com>
<http://www.minerals.net>
<http://www.rockhounds.com>
<http://www.mcli.dist.maricopa.edu>

Murat Dirican

Bir klasik. Nokta.

1998 yılında
Türkiye'de çocuklar için
hazırlanan tek bilim dergisi
Bilim Çocuk'u
çıkarmaya başladı

Gelişmiş bir masaüstü
teknolojisiyle yayıma hazırlanan
TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları
sabırlı ve titiz bir işçilik sonunda
okura ulaşmakta

Beş yıl içerisinde yayımladığı
100'e yakın kitapla
1.500.000 tırarjı gerçekleştirdi

Otuz yılı aşkın bir süredir
yayımlanan Bilim ve Teknik
Türkiye'nin en çok satan ve okunan
dergisi olmaya devam ediyor



Türkiye'de bilimin
yaygınlaşmasında
rol oynadı

Sekiz yıllık eğitime
katkı amacıyla
Gençlik ve Çocuk kitaplığı
dizilerini başlattı

Yayımladığı kitaplar
satış rekorları kırıyor



Popüler Bilim Yayınları