

Doğal Minerallerin Sağlık Açısından Faydaları-Zararları Teşhis ve Tedavideki Önemi

Health Benefits and Harms of Natural Minerals, Their Importance in Diagnosis and Treatment

 Salih YÜKSEK¹,

 Hatice Ece YÜKSEK²

¹ Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi, İnşaat
Mühendisliği Bölümü, Geoteknik
Anabilim Dalı, Sivas, Türkiye

² Akdeniz Üniversitesi, Tıp Fakültesi
Dönem 1, Antalya, Türkiye

Corresponding author:

Salih YÜKSEK, Sivas Cumhuriyet
Üniversitesi Mühendislik Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Geoteknik Anabilim Dalı, Sivas,
Türkiye

E-mail:

syuksekc@cumhuriyet.edu.tr

Received/Accepted: Dec 2022

Conflict of interest: There is not
a conflict of interest.

How to Cite

Yuksekc, S., Yuksek, H., E.
(2022). Doğal Minerallerin Sağlık
Açısından Faydaları-Zararları
Teşhis ve Tedavideki Önemi.

Health Sciences Student Journal,
2(3), 63-70.

<https://www.healthssj.com/dogal-minerallerin-saglik-acisindan-faydaları-zararları-teshis-ve-tedavideki-onemi/>

same time, the use of minerals in pharmacy and in the diagnosis and treatment of some diseases is gradually increasing, especially studies on the causes of cancer, prevention and treatment of cancer have begun. In this review, first of all, the importance of minerals in human and living life, general information about beneficial minerals and harmful minerals are given. Then, the potential of boron and kaolin minerals in cancer prevention and treatment is mentioned. The potential applications of kaolinite group minerals (kaolinite, stalagmite, nacrite and halloysite) in cancer diagnosis and follow-up, cancer treatment, prevention of metastasis and relief of cancer pain are mentioned. Montmorillonite is a useful clay mineral in a variety of pharmaceutical applications. It has been determined in research that this clay contributes to the improvement and / or modification of drug delivery systems due to its properties such as swelling and adsorption. It is stated that it forms composites with various polymers such as montmorillonite, chitosan, alginate and polyacrylic acid, thus changing the properties, release patterns and mechanical properties of polymers. Research and development studies should be conducted on the effect of montmorillonite clay mineral, which has a very high cation exchange capacity and swelling capacity, in preventing the spread of cancer cells.

Keywords: Mineral, Boron, Halloysite, Montmorillonite, Metastasis.

ÖZET

Mineraller ve killer tüm canlıların ve insanoğlunun yaşamında önemli bir yere sahiptir. Teknolojinin ve modern yaşamın gelişmesine paralel olarak mineral üretimi ve tüketimi de her geçen gün artmakta, nimetlerinden faydalanırken birçok zararlı etkilerine de maruz kalınmaktadır. Aynı zamanda minerallerden tıbbi ilaç yapımı ve bazı hastalıkların teşhis ve tedavisinde kullanımı da giderek artmakta özellikle kanserin nedenleri, kanserin önlenmesi ve tedavisi ile ilgili çalışmalar yapılmaya başlamıştır. Bu derleme çalışmasında öncelikle minerallerin insan ve canlı yaşamındaki önemi, faydalı mineraller ve zararlı mineraller hakkında genel bilgiler verilmektedir. Daha sonra bor ve kaolin minerallerinin kanser önleme ve tedavisindeki potansiyeline değinilmiştir. Kaolinit grubu minerallerin (kaolinit, dicit, nakrit ve halloysit) kanser teşhisi ve takibinde, kanser tedavisinde, metastazın önlenmesinde ve kanser ağrısının giderilmesinde potansiyel uygulamalarına değinilmiştir. Montmorillonit, çeşitli eczacılık uygulamalarda faydalı bir kil mineralidir. Bu kilin şişme ve adsorpsiyon gibi özelliklerinden dolayı ilaç taşıyıcı sistemlerin iyileştirilmesine ve/veya modifikasyonuna katkı sağladığı araştırmalarda belirlenmiştir. Montmorillonit, kitosan, aljinat ve poliakrilik asit gibi çeşitli polimerlerle kompozitler oluşturduğu, bu sayede polimerlerin özelliklerini, salım şekillerini ve mekanik özelliklerini değiştirdiği belirtilmektedir. Katyon değişim kapasitesi ve şişme kapasitesi çok yüksek olan montmorillonit kil mineralinin kanser hücrelerinin yayılmasını önlemedeki etkisine yönelik araştırma ve geliştirme çalışmaları yapılmalıdır.

Anahtar kelimeler: Mineral, Bor, Halloysit, Montmorillonit, Metastaz.

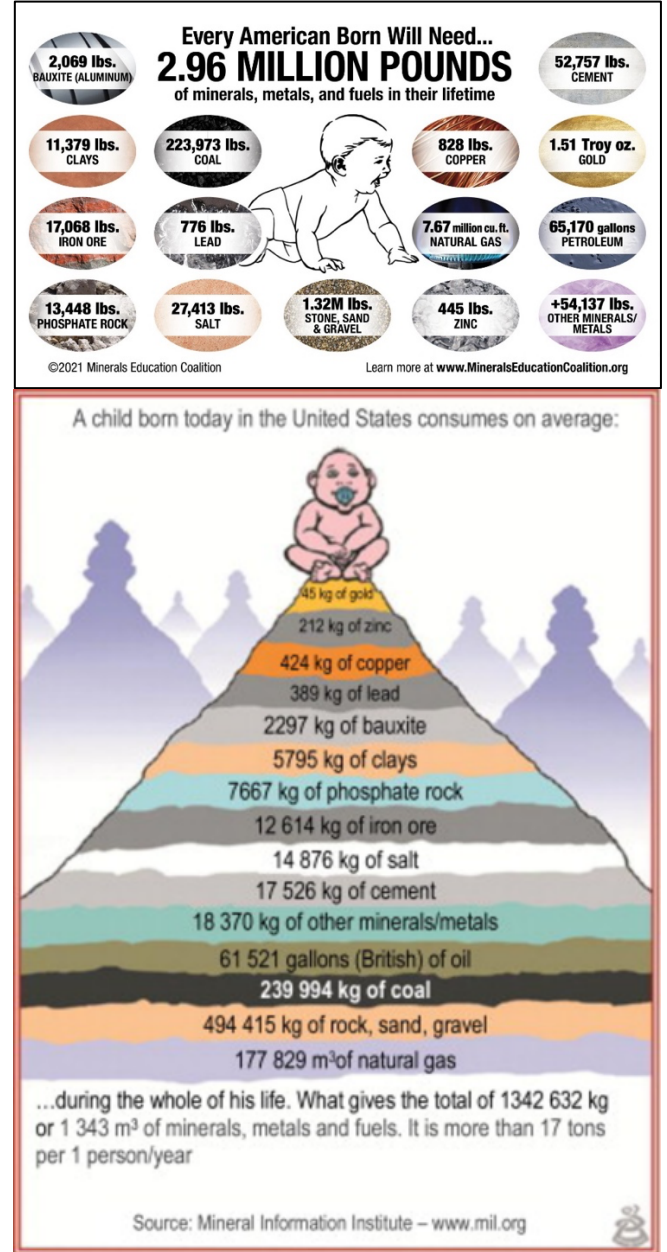
ABSTRACT

Minerals and clays have an important place in the life of all living things and human beings. In parallel with the development of technology and modern life, mineral production and consumption are increasing day by day, and while benefiting from its blessings, it is also exposed to many harmful effects. At the

1. GİRİŞ

İnsanoğlu yaratılışından günümüze kadar doğal taş, toprak, su ve minerallerden/madenlerden faydalanmış veya kullanmış ve faydalanmaya da devam etmektedir. İlk zamanlarda daha çok avlanma, barınma ve yemek kabı ve saklama şeklinde kullanılan söz konusu bu doğal malzemeler günümüzde yol, bina, mutfak, otomobil, uçak, cep telefonu, televizyon ve tıbbi cihazlar gibi her türlü teknolojik araç ve gereçlerin yapımında kullanılmaktadır. Ülkelerin gelişmişlikleri ve refah seviyeleri ürettiği ve tükettiği enerji ve mineral/maden hammadde miktarlarına göre belirtilmektedir.¹ Hatta Amerika Birleşik Devletleri her yıl doğacak her bir Amerikalı çocuğun müreffeh şekilde ömrünü sürdürebilmesi için ortalama 70 yıllık ömrü boyunca gerekli maden ve mineral hammaddeleri miktarını hesaplamakta ve ona göre tedbirini almaktadır (Şekil 1).

Benzer şekilde olmasa bile çoğu gelişmiş ülke aynı stratejiyi yürütmekte ve dünyada yılda yaklaşık 1,2 trilyon \$ seviyesinde maden, mineral ve enerji hammaddeleri üretilmekte ve tüketilmektedir. İnsanoğlu bu kadar ekonomik büyüklükteki doğal kaynaklarının nimetlerinden faydalanırken üretimden kullanım aşamasına kadar değişik çevre ve sağlık sorunları gibi birçok külfetlere maruz kalmaktadır. Diğer yandan sağlık ve ilaç sektöründe birçok hammadde ve uç ürün minerallerden yapılmaktadır. Son yıllarda değişik kanser tiplerinin tedavisinde kil minerallerinin etkisi araştırılmaya başlamıştır. Bu derleme yazısında doğal mineral ve killerin faydaları ve zararları ile kanser tedavisinde kullanımı araştırmaları hakkında genel bilgiler derlenmiştir.



Şekil 1-2. Her doğacak Amerika vatandaşı için yaşamı boyunca gerekli mineral, metal ve yakıt miktarları²

2. TIBBİ/SAĞLIK AÇISINDAN FAYDALI DOĞAL MİNERALLER

Doğal mineraller fiziksel ve kimyasal özellikleri ile besleyici gıda ürünlerinin imalatında, çevre kirliliğini önleme ve iyileştirmede, ilaç yapımında, diş, kemik grefti ve ortopedik tedavide ve kanser tedavilerinde ve sağlık bilimlerinde birçok uygulamada kullanılmaktadır. Karbon (C), Oksijen (O), Hidrojen (H), Kalsiyum (Ca), Sodyum (Na), Magnezyum (Mg), Potasyum (K), Fosfor (P), Kükürt (S) ve Klor (Cl)

Faydalı mineraller	Özellik/kaynak	Faydaları
Kil Mineralleri	Bitki büyümesi için gerekli olan besin elementlerini tutar.	Zararlı ve toksik maddeleri adsorbe etme yeteneğine dayalı çeşitli ilaçların formülasyonu.
Hidroksi Apatit ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$)	Dişlerin ve kemiklerin ana bileşeni	Kemik ve diş minesini içeren ameliyatlarda.
Fosfat mineralleri	Fosfat (P) elementinin ana kaynağı; et, balık, kümes hayvanları, yumurta, süt, işlenmiş gıdalar (soda pop dahil)	Gübrelerde kullanılan temel bitki besin maddesi.
Kalsit (CaCO_3)	Kalsiyumun (Ca) ana kaynağı; asit nötralize etme yeteneği; süt ve süt ürünleri; kemikli konserve balık (somon, sardalye); müstahkem tofu ve müstahkem soya sütü; yeşillikler (brokoli, hardal yeşillikleri); baklagiller.	Mide asiditesinin nötralizasyonu; sindirim ve diğer rahatsızlıkları tedavi etmek için kullanılan çok sayıda ilacın içeriği; kemikleri ve dişleri oluşturur, vücuttaki enzimleri aktive eder; kan basıncını düzenlemeye yardımcı olur; kasların kasılmasına, sinirlerin mesaj göndermesine ve kanın pıhtılaşmasına yardımcı olur.
Manezit (MgCO_3)	Magnezyumun (Mg) ana kaynağı; fındık ve tohumlar; baklagiller; yapraklı; yeşil sebzeler; deniz ürünleri; çikolata; enginar; "sert" içme suyu.	Kemikleri ve dişleri oluşturur. Ayrıca kan basıncını ve kan şekeri düzenlemeye yardımcı olur ve kasların kasılmasını, sinirlerin mesaj göndermesine ve kanın pıhtılaşmasını sağlar.
Kuvars (SiO_2)	Kristaller	Stresten kaynaklanan rahatsızlıkların iyileşmesini hızlandırır ve benzeriyle mücadele eder ve psişik ve duygusal iyileşme kapasitesini güçlendirir.
Tuz (NaCl)	Temel besin; sofraya tuzu, soya sosu; işlenmiş gıdalarda büyük miktarlarda; süt, ekmek, sebze ve işlenmemiş etlerde az miktarda bulunur.	Tatlandırıcı; baharat ve muhafaza; eser elementler için ek; sinirsel iletişimi teşvik eder; kanseri önler, astıma karşı savaşır; kemik ve kas sağlığını korur; vücuttaki sıvıları dengeler, sinir uyarılarını yönlendirmeye ve kasların kasılmasına yardımcı olur.
Jips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	Tehlikeli olmayan, toksik olmayan, doğası gereği güvenli malzeme.	Zemin ıslahı; diş hekimliğinde ölçü alçısı; alçı yutulmasından kaynaklanan uzun vadeli olumsuz tıbbi etkiler.
Zeolitler	Moleküler elekler	Kimyasal katalizde benzin yapmak için petrolün parçalanması ve H_2O 'nun yumuşatılmasında kation değiştirici.
Demir hidroksit ($\text{Fe}(\text{OH})_3$)	Enterosorbent/Polisorb	Toksik ağır metallerin ve metaloidlerin emicileri.
Bakır-Cu mineralleri	Cu'nun ana kaynağı; baklagiller, kabuklu meyşerler ve tohumlar, kepekli tahıllar, sakatatlar, içme suyu.	Amino ve yağ asitlerinin yanı sıra vitaminler ile birlikte normal metabolik süreçler, kırmızı kan hücreleri yapmak, nörotransmitterleri düzenlemek ve serbest radikalleri temizlemek için gerekli olan temel eser mineral.
Demir (Fe) oksitler	Fe'nin kaynağı; organ yemekleri; kırmızı etler; balık; kümes hayvanları kabuklu deniz ürünleri (özellikle istiridye); yumurta sarısı; baklagiller; kurutulmuş meyveler; koyu, yapraklı yeşillikler; demir açısından zengin ekmekler ve tahıllar ve güçlendirilmiş tahıllar.	Esansiyel eser mineral; nöronal bozuklukların yanı sıra kanser ve rejeneratif tıp için ortaya çıkan terapi; hemoglobin (vücutun kırmızı kan hücrelerinde oksijen taşıyan kimyasal) ve miyoglobin (kas hücrelerinde bulunan bir protein) yapımına yardımcı olur; bazı enzimleri harekete geçirmek ve amino asitler, kolajen, nörotransmitterler ve hormonlar yapmak için gereklidir.
Boksit ve Alüminyum oksitler	Alüminyum (Al) elementinin ana kaynağı	Gıda ve ilaç uygulamaları.
Kromit (Cr_2O_3)	Ana Cr kaynağı, rafine edilmemiş gıdalar, özellikle karaciğer, bira mayası, kepekli tahıllar, kuruyemişler, peynirler.	Esansiyel eser mineral; mutfak aletleri, gıda işleme ekipmanları ve tıbbi ve dişilik aletleri; Normal kan şekeri seviyelerinin korunmasına yardımcı olur ve hücrelerin kan şekerinden enerji almasına yardımcı olur.
Piroluzit (MnO_2)	Mn'nin ana kaynağı; gıdalarda, özellikle bitkisel gıdalarda yaygın olarak bulunur.	Esansiyel eser mineral; kemiklerin oluşumuna yardımcı olur ve amino asitleri, kolesterolü ve karbonhidratları metabolize etmeye yardımcı olur; birçok enzimin bir parçasıdır.
Molibden (MoO_2)	Mo'nun ana kaynağı; baklagiller; ekmekler ve tahıllar; yapraklı yeşillikler; lifli yeşil sebzeler; Süt; karaciğer.	Esansiyel eser mineral; Toksinleri parçalayan ve vücutta zararlı sülfidlerin birikmesini önleyen çeşitli enzimleri uyarır.
Ortoz (KAlSi_3O_8)	K'nin ana kaynağı; et, süt, taze meyve ve sebzeler, kepekli tahıllar, baklagiller.	Vücuttaki sıvıları dengeler, kalp atışının sabit kalmasına, kasların kasılmasına ve kan basıncının artmasına yardımcı olur.
Sfalarit (ZnS)	Zn'nin ana kaynağı; et, balık, kümes hayvanları, kepekli tahıllar ve sebzeler.	Esansiyel eser mineral; kan pıhtısı oluşumuna yardımcı olur, proteinlerin ve DNA'nın yapılmasına yardımcı olur, bağışıklık sistemini güçlendirir ve yara iyileşmesine ve hücre bölünmesine yardımcı olur.
Florit (CaF_2)	F'nin ana kaynağı; içme suyu (florürlü veya doğal olarak florür içeren), balık ve çoğu çay.	Esansiyel eser mineral; kemiklerin ve dişlerin oluşumuna yardımcı olur ve diş çürümelerini önler.

Tablo 1. Mineraller özellikleri ve faydaları³

elementleri ve bunların doğada bulunan bileşikleri canlı yaşamının %97,5'ni oluşturan minerallerdir. Tablo 1'de bazı faydalı minerallerin özellikleri ve sağlık üzerine faydalı etkileri özetlenmiştir.

3. TIBBİ/SAĞLIK AÇISINDAN ZARARLI DOĞAL MİNERALLER

İnsanoğlunun hayatını devam ettirebilmesi, biyolojik ve fizyolojik ihtiyaçlarını karşılaması için hava ve suyun yanı sıra bitkisel ve hayvansal gıdalarla beslenmesi gereklidir. Tabii bu hava, su ve gıda üçlüsünün temiz ve standartlara uygun mineral, element ve diğer empürüteleri sağlaması gerekmektedir. Nasıl ki içme suyu standartlarında kokusuz tatsız olmasının yanında örneğin Tablo 2'de gösterilen sınır değerleri de sağlaması gerekmektedir. Sınır değerlerin aşması durumunda uzun süreli kullanımda çeşitli sağlık problemlerine sebep/neden olmaktadır.

Legend:

- Non essential
- Essential
- Essential trace
- Toxic
- Radioactive

Şekil 3. Canlı ve insan yaşamında etkili olmayan (non essential), biyolojik olarak gerekli olan (biologically essential), eser miktarda gerekli (essential trace), zehirli ve radyoaktif elementlerin Periyodik tablodaki sınıflandırması³

Dünyamız veya yerküre tüm canlıların yaşadığı ve gereksinimlerini sağladığı tüm maddeler, element ve bileşiklerden oluşmaktadır. Periyodik cetvelde günümüze kadar keşfedilen 118 element bulunmaktadır. Şekil 2'de canlıların yaşamında etkili olan elementler renklerle sınıflandırılmıştır. Şekil 3'te, yeşil renk ile gösterilen canlıları oluşturan ana elementler (canlıların %97'sinden fazlası); ikincil biyo

elementler (canlıların yaklaşık % 2.5 i) canlılar için gerekli olmayan elementler beyaz renkli olanlar; pembe ile işaretlenmiş olanlar geçici biyo elementler olarak adlandırılan canlılarda küçük miktarda bulunmakta (% 0,5 ten az); ve canlılarda yokluğu veya fazlası organizma için zararlı olabilir ve patolojik hale gelebilenler, doğal özelliği gereği toksik-zehirli olan elementler kırmızı ile işaretli olanlar; yine aşırı reaktif özelliği ile risk oluşturan radyoaktif elementler sarı ile gösterilmiştir.³

İçme suyunda bulunan element ve mineraller	Sınır değeri – en çok(µg/L)
Antimon (Sb)	5,0
Arsenik (As)	10
Benzen (C ₆ H ₆)	10
Bor (B)	1,0
Bromat (Br)	10
Kadmiyum (Cd)	5,0
Krom (Cr)	50
Bakır (Cu)	100-2000
Siyanür (CN)	50
Florür (F)	1,0-1,5
Kurşun (Pb)	10
Cıva (Hg)	1,0
Nikel (Ni)	20
Nitrat (NO ₃ ⁻)	25-50
Nitrit (NO)	0,10-0,50
Selenyum (Se)	10
Demir (Fe)	50-200
Mangan (Mn)	20-50

Tablo 2. TS266'ye göre içme suyunda bulunacak element ve minerallerin sınır değerleri⁴

Yerkabuğunda bulunan bazı ağır mineral ve elementler (Kadmiyum (Cd), Cıva (Hg), Titan (Ti), Kurşun (Pb), Arsenik (As), Antimuan (Sb), Bizmut (Bi)) ile radyoaktif elementler (Teknesyum (Tc), Fransiyum (Fr), Radyum (Ra), Aktinyum (Ac), Rutherfordiyum (Rf), Dubniyum (Db), Siaborgiyum (Sg), Bohriyum (Bh), Hassiyum (Hs), Meitneriyum (Mt), Prometyum (Pm), Toryum (Th), Protaktinyum (Pa), Uranyum (U), Neptünyum (Np), Plütonyum (Pu), Amerikyum (Am), Künyum (Cm), Berkelyum (Bk), Kaliforniyum (Cf),

Aynştanyum (Es), Fermiyum (Fm), Mendelevyum (Md), Nobelyum (No), Lavrensiyum (Lr), Polonyum (Po), Astatin (At), Radon (Rn)) standart değerleri aşan miktar ve sürede gıda, toprak, su, hava yoluyla solunma, yutma ve temas edildiğinde zehirlenmelere ve başta kanser olmak üzere çeşitli hastalıkların kaynağını oluşturmaktadır. Yani toksik ve radyoaktif elementler her ne kadar çeşitli sağlık problemlerinin kaynağı olsa da bu elementlere maruz kalma daha çok antropojenik faaliyetler sonucu meydana gelmektedir. Tablo 3'te toksik ve radyoaktif bazı element ve minerallerin özellikleri ve sağlık üzerine etkileri özetlenmiştir.

Zararlı mineraller	Özellik/kaynak	Sağlık üzerine etkileri
Radyoaktif mineraller (U veya Th konsantrasyonu > % 0.1 içeren mineraller)	Kaynak U ve Th içeren mineraller.	Böbrek fonksiyonu, karaciğer etkileri, hematolojik değişiklikler, nöroendokrin hormon seviyeleri, semen özellikleri, kemik fonksiyonu, nörobilişsel etkiler ve genotoksisite.
Asbest/Krokidolid ($\text{Na}_2\text{Fe}^{2+}$, $\text{Mg}_3\text{Fe}^{3+}2\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$)	Mavi asbest	Akciğer ve mezotel kanseri dahil akciğer hastalıkları.
Hidroksi Apatit ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$)	Kemik ve dişlerin ana bileşeni	İnsan kalp kapakçıklarında ve atardamarlarında birikintiler oluşturur. monosodyum ürat birikiminin neden olduğu duruma benzer bir şekilde akut veya kronik artrite neden olur.
Zeolit minerallerinden Erionit ($\text{NaK}_2\text{MgCa}_{1.5}(\text{AlSi}_{128})\text{O}_{712}\cdot 25\text{H}_2\text{O}$)	Lifli zeolit (bazen moleküler elek olarak anılır)	İnsanlarda malign mezotelyomalar (Akciğer zarı kanserleri).
Phenacite (BeSiO_4)	Berilyum (Be) içeren toz son derece zehirlidir.	Son derece zehirli
K-Feldispat (KAlSi_3O_8)	Önemli bir Pb kaynağı olan küçük miktarlarda radyoaktif U içerir.	Akciğer kanseri; yorgunluk veya halsizlik uyukluk veya karıncalanma hissi bulantı veya kusma nefes almada zorluk göğüs ağrısı çarpıntı veya düzensiz kalp atışları
Asbest-Krizotil ($\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$)	Beyaz asbest	Kronik maruziyet, akciğer dokusunun sertleşmesine neden olan ve elastikiyet kaybına ve nefes almada zorluğa neden olan ilerleyici bir akciğer hastalığı olan asbestoza neden olabilir.
Kuvars (SiO_2)	İnce parçacık	Solunum etkileri (silikoz veya silikotüberküloz), akciğer kanseri ve diğer kanserler, böbrek hastalığı, admimmunolojik problemler.
Florit (CaF_2)	Ana F içeren mineraldir.	Skeletal fluorosis olarak adlandırılan geri dönüşü olmayan bir hastalığa neden olan çok şiddetli bir kemik bozukluğu.
Pirit (FeS_2)	Asit maden sularının ana kaynağı, sülfid maden atıklarıyla ilişkilidir.	Milyonlarca insanı etkileyen, çevreye dağılmasına neden olan toksik ağır metallerin çözünmesi.
Galen (PbS)	Pb elementinin ana kaynak mineralidir.	Fetüslerde ve çocuklarda gelişimsel ve sinir sistemi bozuklukları, yetişkinlerde kardiyovasküler hastalık.
Zinober (HgS)	Hg elementinin ana kaynağıdır. Metil civa ve dimetil civa, insan tarafından bilinen en toksik bileşiklerden ikisidir.	Fetüslerde ve çocuklarda gelişimsel ve sinir sistemi bozuklukları ve düşük konsantrasyon seviyelerinde öldürebilir.

Tablo 3. Zararlı bazı mineraller ve sağlık üzerine etkileri³

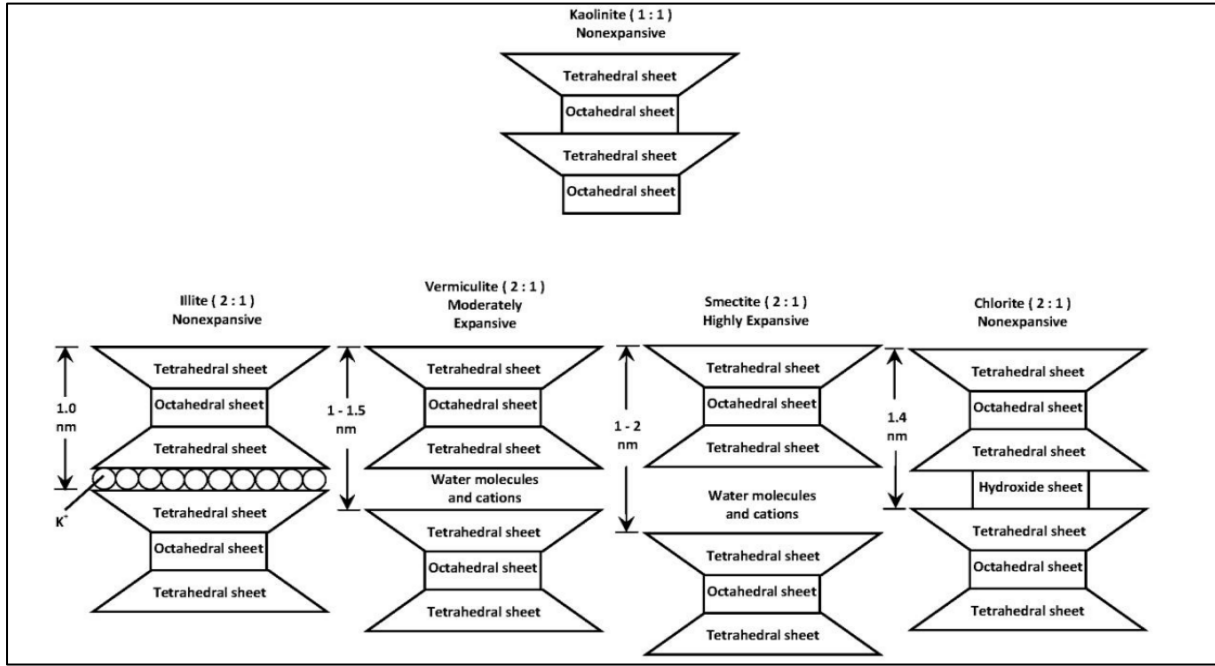
Diğer yandan yapılan bir araştırmada, ülkemizde yaklaşık 12 milyon kişi asbest minerali, 12 bin kişi zeolit-erionit minerali, 24 milyon kişi kömür, kuvars ve diğer tozların, 2 milyon kişi radon gazı etkisinde, 32 milyon kişi arsenikli su, 2 milyon kişi florlu su ve 35 milyon kişi de iyot yetersizliğinden etkilenmektedir.⁵ Her ne kadar çok sayıda insan toksik ve radyoaktif minerallerin etki alanında olduğu belirtilse de daha çok sağlık sorunlarına sebep olma durumu bu tür minerallerin kullanıldığı sektörlerde çalışanlarda sık görüldüğü vurgulanmaktadır.⁶

4. KANSERDEN KORUMADA VE KANSER TEDAVİSİNDE BOR VE KİL MİNERALLERİNİN ROLÜ

Mineraller insan sağlığı açısından faydalı ve zararlı etkilerinden başka özellikle kanser önleme ve tedavisinde de kullanımı üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar özellikle bor, kaolen ve bentonit mineralleri üzerine yoğunlaşmıştır. Aşağıdaki paragraflarda bu mineral üzerine yapılan çalışmalar hakkında özet bilgiler derlenmiştir.

4.1 Kanser önleme ve tedavisinde Bor ve Bor bileşiklerinin rolü

Dünya rezervinin %70'i ülkemizde bulunan bor mineralleri Eskişehir ve Kütahya bölgesinde yer almaktadır. Açık işletme metodu ile çıkarılarak zenginleştirilmekte ve hammadde ve yarı hammadde olarak üretilmekte ve yurt dışına ihraç edilerek ülkemize yaklaşık 1 milyar dolarlık bir döviz kazandırmaktadır. Bor metal ve ametal gibi davranabilen, organik ve inorganiklerle bileşik yapabileceği özelliğinden dolayı bileşenine girdiği malzemenin fiziksel, kimyasal ve teknolojik özelliklerini arttırdığı için inşaat, sağlık, seramik, cam, temizlik, metalürji, uzay ve havacılık sektörüne kadar sanayide 250'den fazla alanda kullanılmaktadır.⁷



Şekil 6. Bazı kil minerallerinin tabaka yapıları ve şişme özellikleri [14]

ilaç moleküllerini güçlü bir şekilde adsorbe ederek birçok formülasyonun ilaç salınımını sürdürür. Bununla birlikte, montmorillonit ayrıca hidrofobik ilaçların çözünme hızını ve biyo yararlanımını da artırır. Katyonik değişim aktivitesi nedeniyle, ilaçların montmorillonit içeren formülasyonlardan adsorpsiyon ve salıverilme modeli esas olarak pH'dan etkilenir. Bu nedenle, montmorillonit, çeşitli ilaç dağıtım sistemlerinde farmasötik bir ekspiyan olarak kullanım için umut verici bir malzemedir.¹⁵

Diğer bir kil mineral grubu olan kaolin mineralleri, kendilerine has özellikleri ve çok küçük taneli olması farmasötik uygulamaları ve özellikle kanser tedavisindeki potansiyelleri için araştırmalar yapılmaktadır. Özellikle kaolinit grubu minerallerinin (kaolinite, dickite, nacrite, and halloysite) kanser teşhisi ve takibi, kanser tedavisi, metastazın önlenmesi ve kanser ağrılarının giderilmesindeki potansiyel uygulamaları üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu grup kil mineralleri yüksek antikanser aktivitesi,

yüksek biyoyumluluk, düşük yan etkiler ve yüksek ilaç biyo yararlanımı sergiledikleri gösterildiğinden, çeşitli kanser türlerinin tedavisi için yüksek potansiyel göstereceği belirtilmektedir.¹⁵

Kaolen grubu minerallerinden Halloysit, kolon kanseri hücre dizileri, insan akciğer epitel hücreleri, glioblastoma hücreleri, insan karaciğer kanseri hücreleri gibi kanser hücre dizilerindeki potansiyel sitotoksik etkileri açısından birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Rahim ağzı kanseri hücreleri, meme kanseri hücreleri, insan yumurtalık kanseri ve osteosarkom hücreleri üzerine de araştırmalar yapılmıştır. Kaolinitin sitotoksik etkisi sadece akciğer kanseri hücrelerinde test edilmiştir. A549 ve DNA hasarında artış ve mikronükleer A549 hücrelerinin sıklığında doza bağlı bir artış bulunduğu belirtilmektedir. Kaolinitin sito-uyumlu malzeme olarak karakterizasyonu için daha fazla hücresel çalışmaya ihtiyaç olduğu da vurgulanmaktadır.¹⁶

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- İnsanoğlu doğal kaynakların nimetlerinden faydalanırken üretimden kullanım aşamasına kadar

değişik çevre ve sağlık sorunları gibi birçok külfetlere maruz kalmaktadır.

- Toksik ve radyoaktif element içeren minerallere standart sınırların dışında uzun süre maruz kalındığında başta kanser olmak üzere çoğu sağlık problemlerinin kaynağını oluşturmaktadır.
- Canlılar ve insanoğlunun yaşamının çoğunu (%97,5) C, O, H, Ca, Na, Mg, K, P, S ve Cl gibi elementler içeren minerallerden sağlamaktadır.
- Sağlık ve ilaç sektöründe birçok hammadde ve uç ürünler minerallerden yapılmaktadır.
- Dünya rezervinin % 70'i ülkemizde olan bor mineralleri insan sağlığı ve kanser önleme ve tedavisinde kullanılması için çalışmalar yapılmakta ve yeni ürün ve yöntemler için ARGE araştırmaları yapılmamıştır.
- Kil minerallerinin eczacılıkta ve dermatolojide kullanımı her geçen gün artarken özellikle bentonit-halloyisit minerallerinin kanser ağrılarının dindirilmesinde, teşhis ve tedavisinde ümit verici çalışmalar bulunmakta ve ARGE çalışmalarına hız verilmelidir.
- Şişme kapasitesi, katyon değişim kapasitesi (CEC), su absorbe kapasitesi çok yüksek olan montmorillonit türü kil mineralinin tümörlerin yayılmasında tampon oluşturması üzerine ARGE çalışmaları yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- 1- Demirci, A., Yüksek, S., 2003. Madencilikğin Önemi ve Sivas Madencilikğinin Konumu, 4 Eylül Sivas Kurultayı, Sivas Valiliği, Türkiye. 1-7s.
- 2- www.MineralsEducationCoalition.org son erişim tarihi: 15.08.2022
- 3- Carlos-Alberto Ríos-Reyes, María-Paula Ríos Gutiérrez, Santiago Joya-Neira, 2021. The importance of minerals in medical geology: impacts of the environment on health, Archivos de Medicina Volumen 21 N° 1 – Enero-Junio de 2021, 182-202p.
- 4- TS 266 Nisan 2005, Sular - İnsani kullanım amaçlı sular
- 5- Atabey, E. 2006. Türkiye’de doğal jeolojik genel unsurlar ve halk sağlığı (Tıbbi Jeoloji). 1. Tıbbi Jeoloji Sempozyum Kitabı (Ed. E. Atabey). TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları: 95, 27-52. Ankara.
- 6- Geraldine Moses AM The safety of commonly used vitamins and minerals *Aust Prescr* 2021;44:119-23
- 7- Korkmaz, M. 2020. Bor ve İnsan Sağlığı, Boren Yayınları, Ankara, 166s.
- 8- Nielsen, F.H, Meacham S.I. 2011. Growing evidence for human health benefits of boron. *Journal of Evidence Based Complementary & Alternative Medicine*, 16; 169-180.
- 9- Scorei R.I, RaduPopu R. 2010. Boron containing compounds as preventive and chemotherapeutic agents for cancer. *Anti Cancer Agents in Medicinal Chemistry*, 10;346-351.
- 10- Nielsen F.H. 2014. Update on human health effects of boron, *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 28;383-387.
- 11- Nikkhhah S. Naghii M.R. 2017. Using boron supplementation in cancer prevention and treatment. A Review Article, *Cancer Press*, 3 (3), 113-119.
- 12- Tepedelen, B.E & Korkmaz, M. 2020. Doğal ve Sentetik Bor Bileşiklerinin Kanserden Korunmada ve Tedavisinde Etkiler, 129-152s., Bor ve İnsan Sağlığı, BOREN,166s.
- 13- Grim, R.E., 1959, Physico-Chemical Properties of Soils: Clay Minerals, *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE*, Vol.85, No. SM2, p. 1-17.
- 14- J.K. Mitchell, *Fundamentals of Soil Behavior*, 2nd Ed. (John Wiley & Sons, Inc, 1992)
- 15- Park, J. H., Shin, H. J., Kim, M.H., Kim, J.S., Kang, N., Lee, J.Y., Kim, K.T., Lee, J.I., Kim, D.D. 2016. Application of montmorillonite in bentonite as a pharmaceutical excipient in drug delivery systems, *Journal of Pharmaceutical Investigation*,46:363-375 Online ISSN 2093-6214 DOI 10.1007/s40005-016-0258-8
- 16- Giannia, E., Avgoustakisb, K., Papoulisa, D. 2020. Kaolinite group minerals: Applications in cancer diagnosis and treatment, *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 154, 359- 376p. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2020.07.030>