

İnsan Sağlığına Etki Eden Mineraller ve Analiz Yöntemleri

Orhan Kavak*, Abdurrahman Dalgıç*, Abdurrahman Şenyiğit**

ÖZET

Minerallerin ve tozlarının insan sağlığı üzerindeki etkileri temel olarak tozların tane boyutuna ve tozların mineralojik yapısına bağlıdır. Son yıllara kadar mineral tozlarının neden olduğu hastalıklar sadece mesleki hastalıklar olarak biliniyordu. Günümüzde ise mineral tozlarının solunum, sindirim veya deri yoluyla vücuda girdiği ve çeşitli hastalıklara neden oldukları araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır. Mineraller doğal bir şekilde oluşan, belirli bir kristal içyapısı olan yine belirli kimyasal bileşime sahip, kendine özgü fiziksel ve kimyasal özellikleri içeren katı maddelerdir. Minerallerin analizlerinde Fizik-Kimya-Matematik gibi temel disiplinlerden yararlanılmaktadır. Bu çalışmada özellikle insan sağlığına etki eden mineraller ve analiz yöntemleri ele alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: İnsan sağlığı, Mineral, Mineralojik analizler

Effects of Minerals on Human Health and Their Analysis Methods**SUMMARY**

Health effects of minerals depend on mineralogical structure and dimension of inhaled dust. Diseases caused by minerals were known as only occupational diseases up to recently. However, many researchers pointed out that many diseases at various parts of body resulted from minerals. Minerals are naturally occurred solid particles which have a determined chemical and physical structure properties and interior crystal structure. In mineral analyses basic disciplines such as chemistry, physics and mathematics are used. In this study, especially minerals that effect human health and their mineralogical analyses will be considered.

Key Words: Human health, Mineral, Mineralogical analyses

GİRİŞ

Toplumlar sanayi de ilerledikçe minerallere olan ihtiyaçları ve kullanma miktarları da artmaktadır. Son yıllara kadar mineral tozlarının neden olduğu hastalıklar sadece mesleki hastalıklar olarak biliniyordu. Günümüzde ise mineral

tozlarının meslekten bağımsız olarak, solunum, sindirim veya cilt yoluyla vücuda girdiği ve vücudun çeşitli organlarında çeşitli hastalıklara yol açtıkları birçok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır (1-6) (Tablo)

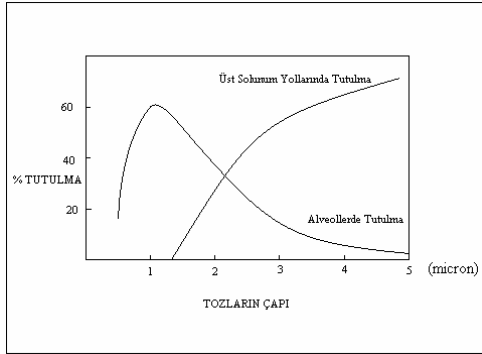
Tablo: İnsan Sağlığına Etki Eden Mineraller ve Sebep Oldukları Hastalıklar

Mineralin Adı	Neden Olduğu Hastalıklar
Eser Elementler (demir, bakır, kurşun, magnezyum, çinko, manganez, kobalt, krom, selenyum, molibden, iyodin vs.)	Metabolizmadaki Bütün Prosesler.
Asbest Grubu (krizotil, krosidolit, tremolit, amasit, antofillit, aktinolit)	akciğer, plevra, periton, ovaryum, mide, pankreas, böbrek, üst sindirim yolu ve solunum yolu kanserleri, hyalanize kalsifiye plevral plaklar, pulmoner fibrozis.
Kuvars Grubu (ametist, tridimit, kristobalit, keatit, koesit, stishavit, kalsedon, sileks)	pnömokonyoz
Kömür Grubu (taşkömürü, turba, linyit, antrasit)	pnömokonyoz
Silikat Grubu (fenakit, olivin, alümino silikatlar, gröna, epidot)	pulmonar fibrozis, hyalanize kalsifiye plevral plaklar
Zeolit Grubu (analsim, lösit, natrolit, şabazit, höylandit, stilbit)	plevra ve periton kanserleri, plevra kahlılaşması, kalsifiye plevral plaklar
Radyoaktif Grubu (uraninit, Tyuyamunit, thorininit, autunit)	kemik, kemik iliği, deri ve akciğer kanserleri
Nikel Talk, Mika, Kaolin Kalsit, Aragonit, Vaterit Whewellit, Brushit, Apatit Arsenik, Kromit, Hematit	akciğer ve nazal sinüs kanserleri pulmoner fibrozis safra kesesi taşları üriner taşlar deri ve akciğer kanserleri

* Dicle Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü

** Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Göğüs Hastalıkları A.D.

Havada asılı duran ve hava akımı ile hareket edebilen katı parçacıklara toz denilmektedir. Mineral tozlarının insan sağlığı üzerindeki etkileri temel olarak tozların tane boyutlarına ve mineralojik yapılarına bağlıdır. Almanya'nın Bochum Slikoz Araştırma Merkezi'nde (7), tozun akciğerlerde tutulması ile ilgili yapılan araştırmalarda; 0.5 (μm)'den küçük olan taneciklerin geri atılmasının tozun kimyasal yapısına ve özgül ağırlığına bağlı olduğu bildirilmiştir. Slikoz hastalığından ölen hastalar üzerinde yapılan bir araştırmada (8); akciğerde boyutu 5 μm 'a kadar olan toz tanecikleri bulunmuştur. Nadir olarak 10 μm çapındaki tanecikler görülmüşse de bu durumun tamamen taneciklerin şekliyle kaynaklandığı düşünülmüştür. Akciğerde tutulan toz taneciklerinin büyüklüğü 0.2-2.0 μm arasında ve özellikle 1 μm civarındadır. 20 angströmden (0.002 μm) küçük olan taneciklere ise akciğerde rastlanmamıştır. Bu boyuttaki ince tozların akciğer sıvılarında taşındığı ve hemen çözündüğü düşünülmektedir. Bilindiği gibi tane boyutu küçüldükçe çözünmede artmaktadır (7) (Şekil 1).



Şekil 1: Tozların Üst Solunum Yollarında ve Alveollerde Tutulma Boyutları

Metabolizmaya giren toz inert olabilmektedir. Bu durumda tozun çok az veya hiç etkisi olmaz. Fakat toz biyolojik olarak aktif ise; toksik, allerjik, fibroblastik veya kimyasal olarak ara reaksiyonlara katılabilmekte ve altere olabilmektedir. Hastalıklara neden olan minerallerin en önemli özellikleri alterasyon mineralleri olması ve kendi elektrik yük dengelerini buldukları ortama göre ayarlayabilmeleridir (9).

MİNERALLERİN NEDEN OLDUĞU BAZI ÖNEMLİ HASTALIKLAR

A) Pnömonyozlar;

a) Silikosis: Kuvars tozlarının akciğerlerde oluşturduğu bir hastalıktır (3,10,12). Silikosis deyimi ilk olarak Visconti (1871) tarafından rapor edilmiştir (11). Önceleri “**Maden Tüberkülozu**” olarak isimlendirilmiş olan hastalığın çok ince kuvars (SiO_2) içeren tozların solunmasından kaynaklandığı anlaşılmıştır. 0.5-5 μm çapındaki tozlar, 5-10 yıl gibi uzun bir süre ve tozların yoğun olduğu bir ortamda solunurlarsa hastalığa yol açabilmektedirler (13,14). Esas etki kömür tozu ile birlikte bulunan SiO_2 e aittir.

b) Asbestozisler:

Asbest Cisimleri: 10 μm dan uzun bütün asbest tipleri çekirdek olmak üzere, bunların üzerinde çubuklar veya boncuklar dizisine benzer şekilde biriken organik materyalin oluşturduğu cisimlerdir. Asbest cisimlerinin serpantin liflerinden ziyade amfibol lifleri ile oluştuğu gözlenmiştir. Talk, alüminyum silikatlar, zeolit gibi lif biçimli mineraller, organik lifler de asbest cisimlerinin oluşumuna neden olabilirler (15). Asbest grubu lifli mineraller solunum yolu ile alındıktan sonra mesotelial hücrelere direkt olarak toksik etkilerinden dolayı plevral inflamasyonu provoke edebilirler. İnhal edilen asbest lifleri aynı zamanda akciğerden inflamatuvar sitokinlerin ve büyüme faktörlerinin salınımına yol açarak indirekt olarak plevral hasarlanmayı ortaya çıkarabilmektedir (15, 16).

Plevral plaklar: Asbeste maruziyet nedeniyle oluşan subplevral hyalinize alanlardır. Boyutları değişik olduğu gibi genellikle her iki hemitoraksta birlikte gelişirler. Plevral plaklar incelendiğinde; plakların yapısında lifsel biçimli amfibollerin bol miktarda, serpantin asbest liflerinin çok az miktarda bulunduğu görülmüştür (16,17).

Plevral Effüzyon: Plevral effüzyonun çeşitli nedenleri vardır. Nedeni bilinmeyen plevral effüzyonlu hastaların geçmişlerinde direkt veya indirekt olarak asbestlerle karşı karşıya kaldıkları saptanmıştır (17).

Plevral kahlınlaşma: Asbest işçileri arasında en yaygın olan hastalıktır (18).

Bronş Kanseri: Asbest lifleri akciğerde lokal doku reaksiyonu ve özellikle küçük bronşların epitelinde önce metaplazi, daha sonrada bronkojenik kanser gelişmesine sebep olabilmektedir. Asbestin işlenmesi esnasında asbestlere bulaşan eser elementlerin de bronş kanserinin nedeni olabileceği düşünülmektedir (19).

Mezotelioma: Bu hastalığa neden olan mineraller amfibol grubundan krokidolit, amesit, antofillit, tremolit, aktinolit, serpantin grubundan krizotil, ayrıca çeşitli kil mineralleri ve bazı zeolit mineralleriyle, sillimanit, rutildir. Mineral tozlarıyla karşı karşıya kalmakla hastalık en az 3-5 yıl, ortalama olarak 30-40 yılda gelişmektedir (20).

B) Minerallerin Jinekolojik Hastalıklarla İlişkileri:

Genital pudra kullanımı sonucu yumurtalık kanserine yakalanma sıklığının arttığı öne sürülmektedir (21).

C) Minerallerin Gastroenteroloji Hastalıkları ile İlişkileri:

a)Kanser: Krizotil, aktinolit, tremolit, antofillit, krokidolit ve amosit minerallerin etkisi altında kalan insanlarda mide ve pankreas kanserlerinden ölüm oranının bu minerallerin etkisine maruz kalmayanlardan daha fazla olduğu bildirilmiştir (22). Bu minerallerle karşı karşıya kalmanın iç organlardaki kanser riskini nasıl arttırdığı açıkça belirlenmemiştir. Ancak çalışmalar lifsel biçimle minerallerin bütün vücut dokularına yayılabildiğini göstermektedir. Mide kanserinin coğrafik yayılımı incelenirken genetik, iklim, görev, diyet, jeoloji gibi faktörler üzerinde durulmaktadır. Birçok araştırma jeolojik faktörün mide kanserine neden olan etkenler arasında belli bir ağırlığa sahip olduğunu göstermektedir.

b)Safra kesesi taşları: Safra kesesi taşlarının büyük çoğunluğu organik materyalden oluşmaktadır (23). Bununla beraber organik materyalin yanı sıra kalsit, aragonit ve vaterit bulunduran veya tamamen bu üç karbonat mineralinden oluşan taşlar da belirlenmiştir (24).

D) Mineraller ile Ürolojik Hastalıklar Arasındaki İlişkiler:

a) Kanser : Çeşitli minerallere maruz kalanlarda ürolojik kanserlerin görülme sıklığının arttığı bildirilmiştir (1,25, 26).

b) Üriner Taşlar: Böbrek taşları; idrarın tuzlara doyması ve küçük kristallerin ortaya çıkmasıyla oluşmaya başlar. Taş oluşumunda, beslenme, idrar miktarının azalması, idrar akışının engellenmesi, metabolizma bozuklukları, ilaçlar, travmalar, kronik kemik iltihapları ve idrar yolları iltihaplarından biri veya bir kaçının etken olduğu söylenebilir. Ülkemizde oksalat türü taş yapısının sık görülmesi beslenme alışkanlıkları ile ilgilidir, ürik asit ve urat taşlarının oluşumu ise sıcak iklim koşullarına ve az sıvı alma eğilimine bağlı olarak açıklanmaktadır. Üriner sistem taşlarının kristal yapıları ülkeden ülkeye hatta aynı ülke içinde bölgeler arasında farklılık göstermektedir. Üriner sistem taşlarının başlıca özellikleri şunlardır; 1) Biyolojik-kimyasal bir sedimentasyon olayının ürünüdürler ve idrardan çökme yolu ile oluşurlar. Bu çökmenin başlıca nedenleri ise idrarın fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özelliklerinde oluşan değişikliklerdir. 2) Üriner kayaçları karmaşık bileşimlidirler. 3) Bir veya birkaç fazdan oluşmuş agregatlar halindedirler (27,28).

Kalsiyum Oksalat Taşları: Böbrek taşlarının %60-70'i kalsiyum oksalat içerir. Kimyasal bileşimi ve kristal yapısı farklı iki çeşit kalsiyum oksalat taşı vardır. Bunlar, kalsiyum oksalat dihidrat (vedelit) ile kalsiyum oksalat mono hidrat (vevelit) mineralidirler.

Ürik Asit Taşları: Metabolizma faaliyetlerinin son ürünü olarak böbreklerden atılmalarına rağmen üriner sistem taşlarında %5-6 oranında görülmektedir.

Fosfat Taşları: Türleri karbonat, apatit, struvit, brusit ve vitlokit'dir. Taşların %5' inde struvit, %2'sinden azında karbonat apatit bulunmaktadır.

Nadir Taşlar: Sistin taşları, taş hastalarının %1'inde görülmektedir. Sistin proteinin temel yapı maddesi olan kükürtlü bir amino asitten oluşur. Amonyum urat taşları, enfeksiyonlarla ilgili olarak başlangıçta antibiyotiklerden meydana gelebileceği kabul edilmektedir. Ksantin taşları ise, çok nadir



olarak bulunur. Doğumsal bir metabolizma hastalığı sonucu ortaya çıkarlar.

E) Eczacılık Teknolojisinde Kullanılan Mineraller:

Eczacılık teknolojisinde, bentonit, montmorillonit ve talktan büyük ölçüde yararlanılmaktadır. Bunların İnsan sağlığına olumlu katkıları olduğu gibi olumsuz etkileri de vardır (21).

MİNERALLERİN ANALİZ YÖNTEMLERİ

Mineraller; doğal bir şekilde oluşan, belirli bir kristal içyapısı ve kimyasal bileşime sahip olan, kendine özgü fiziksel ve kimyasal özellikler içeren katı maddelerdir. Minerallerin analizinde; fizik-kimya-matematik gibi temel disiplinlerden yararlanılmaktadır.

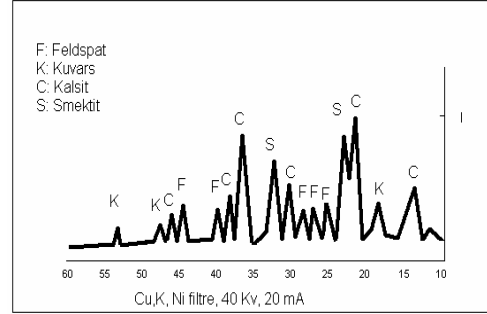
Mineral tozlarının analizi, kristallografi ve tanımlamalı mineraloji olmak üzere iki ana yöntemle yapılmaktadır.

Kristal; kendisini meydana getiren atom veya moleküllerin iç strüktürel yapısının sonucu olarak, düz yüzeylerle sınırlanmış katı cisimdir. Bir yönden mineral kristale eşdeğerdir. Kristallografi; mineralleri oluşturan atom veya moleküllerin iç strüktür yapılarının X-ışınları ile üç boyutlu (uzayda) olarak dizilimlerini incelemektedir. Kristalleşme sıvı bir çözeltide erimiş maddeler ve gazlardan, buharlaşma veya basınç ve sıcaklığın azalması ile başlar. Sıvı soğuyunca atomların hareketi yavaşlar, sonuç olarak kristalin veya amorf katılara dönüşürler. Atomlar üç boyutlu geometrik bir kafes oluştururlar. Bu kafes üç boyutlu yönde eşdeğer düğüm noktalarının dizilimi şeklindedir. Her düğüm noktası bir atom, iyon veya molekülün ağırlık merkezi olarak kabul edilmektedir.

Minerallerin ve tozlarının kimyasal bileşimlerini bulmak için çeşitli teknikler kullanılmaktadır (29-33).

X-ışınlarının Difraksiyon Analizi: Bir kristal üzerine X-ışınları düştüğünde, kristali oluşturan atomlar saçılır. Difrakte ışının oluşması için düzgün olarak sıralanmış olan bu atomlardan saçılan dalgaların birbirlerini kuvvetlendirmesi gerekir. İki dalganın birbirini kuvvetlendirmesi içinde aynı fazda olmaları veya faz farkının dalga boyunun tam katlarına eşit olmalıdır. Mineral tozlarının analizinde numune 1 damla aseton ile karıştırılarak bir

tarafı kapalı cam içine yerleştirilir. Numune yerleştirilirken, üzerine ikinci düz bir cam ile bastırılır. X-ışınları kamerası tarafından farklı θ açılarına göre difraksiyonlar pikler halinde alınır. Toz numunesinde yüzeyleri taranarak elde edilen pik boyları ölçülür. Mineral karakteristik cetvellerinden kristal tayini yapılır (Şekil 2).



Şekil 2: X-ışınları Paterni

X-ışınları difraksiyon yöntemleri ile herhangi bir kristaldeki birim hücrenin kesin boyutlarını ölçmek, hücredeki atom sayısını bulmak ve kristal yapısındaki atomların düzenini saptamak mümkündür. Aynı tür minerale ait çeşitli kristallerde, belirli bir yüzün düzlem açısı, bu yüzlerin gelişimleri nasıl olursa olsun sabittir. Kristallerde, sertlik, ısı, elektrik iletkenliği, ısıl genleşme gibi özellikler vardır. Bu özellikler doğru ile devamlı değişmektedir. Herhangi bir doğrultuda belirli bir değerleri vardır ve grafik olarak düzgün, yuvarlak ve kapalı bir yüzey şeklinde gösterilebilir. X-ışını toz difraksiyon tekniğini en çok kullanılan diğer iki teknikle karşılaştırıldığında X-ışını hata payının % 2 gibi çok düşük değerde kaldığı görülür. En iyi analiz yöntemi olarak ta önerilmektedir. Özellikle üriner sistem taşlarının analizinde X-ışını toz difraksiyonu (XRD) tekniği kullanılmaktadır.

Kristalokimyasal Analiz: Kristal yüzeylerinin dış şekillerine göre, kristale özgü yapıyı tanımlamak ve gelişmiş yüzeylerin tanımına dayanmaktadır. Bu yüzeyler, elementer yüzeylerin maksimum yoğunluktaki düzlemlerine eşdeğerdirler. Bu analiz metodu, kristalin kimyasal bileşimi ile iç ve dış yapı şekilleri, çeşitli fiziksel özellikleri arasındaki

ilişkileri ortaya çıkarmakta bir köprü görevini üstlenen yeni bir bilim dalıdır.

Mikroskop Analizi: Polarizen mikroskopta mineral üzerine düşen ışığı yansıtma gücü mikrometrik oküler aracılığı ile ölçülür. Bu özellik; minerallerin sertlik, renk, reaktiflere karşı gösterdiği direnç gibi özelliklerle beraber tanımlanmaktadır. Mikroskop verileri mineralleri tanımlama tabloları veya özel olarak hazırlanmış mineral tayin abakları ile karşılaştırılarak sonuca gidilmektedir.

Isısal Analiz: Mineral toz numunelerin ısınma eğrisini elde ederek, sıcaklığın artması halinde kimyasal (suyunu kaybetme, oksidasyon, redüksiyon, diğer bir polimorfik şekle dönüşüm) ve fiziksel özelliklerinin dönüşümüne bağlı olarak endotermik veya ekzotermik olduğunu tespit etme yöntemidir. Mineral tozlarının analizinde yaygın olarak kullanılan metotların başında gelmektedir. Çok az miktardaki toz numunelerin analizini bu metotla yapmak mümkündür.

Kimyasal Analiz: Toz numuneleri öncelikle kimyasal analiz için hazırlanmaktadır. Binoküler mikroskop altında veya mineral zenginleştirme metotları ile numune yabancı artıklardan arındırılır. Veriler % ağırlık olarak ifade edilerek atomik veya moleküler miktarlara dönüştürülmektedir.

Spektral Analiz: Elementlerin alevde karakteristik bir renk verme esasına dayanan bir analiz yöntemidir. Bu analiz yöntemi her elementin kendine özgü bir ışık çizgisi olduğu prensibine dayanır. Sezyum elementi bu yöntem sayesinde keşfedilmiştir. Mineral tozları üzerine gönderilen ışık izleri hassas kağıt veya fotoğraf kağıdı üzerine kaydedilerek şiddeti ölçülmektedir. Spektral analiz yönteminin diğer bir özelliği ise çok hızlı ve kesin sonuç alınabilmesidir. Bir günde 30 değişik mineral toz analizi yapmak mümkündür.

Radyokimyasal Analiz: Mineral tozları antikatot üzerine yerleştirildikten sonra, X-ışınları gönderilerek ışık çizgileri belirlenmektedir. Spektral analizden farkı X-ışınları tüpünün elektronlarının alınabilmesinin yeterli düzeyde olmasıdır. Bu analiz yöntemi özellikle minerallerdeki nadir toprak alkalilerin tanımı

için çok gereklidir. Çünkü bu tür elementlerin kimyasal analizi uzun, yorucu ve problemlili çalışmaları gerektirmektedir.

Lüminesans Analiz: Sıcaklık ve basınç altında kristalleştirilen mineral tozlarının katodik ışınların dalga boylarının elde edilmesi esasına dayanmaktadır.

Çamur Analizi: Tozlanma esnasında kimyasal reaksiyona duyarlı kuvars, magnetit, zirkon, turmalin, rutil, kassiterit, altın, platin gibi mineraller bozulmadan kalırlar. Bu yöntem için alınan numuneler yıkanarak konsantreleri elde edilmektedir. Minerallerin gravimetrik, manyetik, mikrokimyasal reaksiyonlar, spektral inceleme, parlatma, mikroskopik özellikler yardımı ile analizleri yapılabilmektedir.

Elektronik Mikroskop Analizi: Dalga boyu daha küçük olan ultraviyole ışıkta geniş immersiyonlu objektifler kullanılır. Boyutu 0.2 µm kadar olan mineral tozları bu yöntemle analiz edilebilmektedir.

Deneyisel Analizler: Yapay minerallerin laboratuvarında kimyasal ve fizikokimyasal yöntemlerle elde edilmesiyle birlikte bunları doğada oluşum ve kristalleşme koşullarının ortaya konulması açısından son derece önemlidir.

Sonuç olarak; insan sağlığına etki eden minerallerin bilinmesi ve analiz edilebilmesi, jeolojik ve epidemiyolojik araştırmalara imkan verdiği gibi, hastalıklardan korunma ve tanı koymada da yardımcı olmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Morales Suarez-Varela M, Llopis Gonzales A, Tejerizo perez ML, Ferrandiz Ferragud J. Concentration of nitrates in drinking water and its relationship with bladder cancer. J Environ Pathol Toxicol Oncol. 1993;12:229-236.
2. Rico MC, Hernandez LM, Gonzales MJ. Water contamination by heavy metals (Hg, Cd, Pb, Cu and Zn) in Donana National park (Spain). Bull Environ Contam Toxicol. 1989; 42: 582-588.
3. Wehner AP. Biological effects of cosmetic talc. Food Chem Toxicol. 1994;32:1173-84.
4. Schenker M. Exposures and health effects from inorganic agricultural dusts.

Environ Health Perspect. 2000; 108 Suppl 4:661-664.

5. Morales-Suarez-Varela MM, Llopis-Gonzales A, Tejerizo-Perez ML. Impact of nitrates in drinking water on cancer mortality in Valencia, Spain. Eur J Epidemiol. 1995;11:15-21.

6. Brown JS JR. Role of selenium and other trace elements in the geography of schizophrenia. Schizophr Bull. 1994;20:387-398.

7. Dautrebande L, Beckmann H. Neve Untersuchungen an Aerosolen. Beitrage Zur Silikoseforschung. 1984; 22: 1-59.

8. Becker H. New Developments in Underground Dust Extraction. Gluckauf Translation. 1981; 117: 321-324.

9. Hochella M. Surface chemistry, structure and reactivity of hazardous mineral dust:health effect of mineral dust. In: Reviews in Mineralogy. George D, Guthrie Jr, Brooke T. eds. 1993;28:581.

10. Rice FL, Park R, Stayner L, Smith R, Gilbert S, Checkoway H. Crystalline silica exposure and lung cancer mortality in diatomaceous earth industry workers:a quantitative risk assessment. Occup Environ Med. 2001;58:38-45.

11. Stoches B, Jung N. Maden İşletmelerinde Toz ve Silikozla Mücadele. Çev. Saltoğlu S. İstanbul Teknik Üniversitesi. 1970; 540-557.

12. Green FH, Harley R, Vallyathan V, Althouse R, Fick G, Dement J, Mitha R, Pooley F. Exposure and mineralogical correlates of pulmonary fibrosis in chrysotile asbestos workers. Occup Environ Med. 1997;54:549-559.

13. Dalgıç A, Bayat O. OAL Çayır han İşletmesinde Kömür Kesimi, Nakliyesi ve Ramble Atımı gibi Faaliyetler Esnasında Oluşan Tozun Azaltılmasına Yönelik Çözümler. Çukurova Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi Dergisi. 1996;11:233-241.

14. Short SR, Petsonk EL. Respiratory health risks among nonmetal miners. Occup Med. 1993;8:57-70.

15. Şenoğlu M. Sağlığa zararlı mineral tozlarının genel özellikleri ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri. Jeoloji Mühendisliği Dergisi. 1996;48:88-90.

16. Boffetta P. Health effects of asbestos exposure in humans:a quantitative assessment. Med Lav. 1998;89:471-480.

17. Chapman SJ, Cookson WO, Musk AW, Lee YC. Benign asbestos pleural diseases. Curr opin Pulm Med. 2003;9:266-271.

18. Stephens M, Gibbs AR, Pooley FD, Wagner JC: Asbestos induced diffuse pleural fibrosis:Çpathology and mineralogy. Thorax. 1987;42:583-588.

19. Kishimoto T, Ohnishi K, Saito Y. Clinical study of asbestos-related lung cancer. Ind Health. 2003;41:94-100.

20. Senyigit A, Babayigit C, Gokirmak M, Topcu F, Asan E, Coskunsel M, Isik R, Ertem M. Incidence of malignant pleural mesothelioma due to environmental asbestos fiber exposure in the southeast of Turkey. Respiration. 2000;67:610-614.

21. Cramer DW, Liberman RF, Titus-Ernstoff L, Welch WR, Greenberg ER, Baron JA, Harlow BL. Genital talc exposure and risk of ovarian cancer. Int J Cancer. 1999;81:351-356.

22. Alguacil J, Porta M, Kauppinen T, et al. Occupational exposure to dyes, metals, polycyclic aromatic hydrocarbons and other agents and K-ras activation in human exocrine pancreatic cancer. Int J Cancer. 2003;107:635-641.

23. Wosiewicz U. Scanning electron microscopy in gallstone research. Scan Electron Microsc. 1983;1:419-430.

24. Sutor DJ, Wooley SE. Gallstone of unusual composition: calcite, aragonite, and vaterite. Science. 1968;159:1113-1114.

25. Kannio A, Ridanpaa M, Koskinen H, et al. A molecular and epidemiological study on bladder cancer: p53 mutations, tobacco smoking, and occupational exposure to asbestos. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. 1996;5:33-39.

26. Garcia Sanchez A, Antona JF, Urrutia M. Geochemical prospection of cadmium in a high incidence area of prostate cancer, Sierra de Gata, Salamanca, Spain. Sci Total Environ. 1992;116:243-251.

27. Minon Cifuentes J, Pourmand G. Mineral composition of 103 stones from Iran. Br J Urol. 1983;55:465-468.



28. Otnes B. Crystalline composition of urinary stones in Norwegian patients. *Scand J Urol Nephrol.* 1983;17:85-92.

29. Wosiewitz U. Scanning electron microscopy in gallstone research. *Scan Electron Microsc.* 1983,1:419-430.

30. Roggli VL. Scanning electron microscopic analysis of mineral fibercontent of lung tissue in the evaluation of diffuse pulmonary fibrosis. *Scanning Microsc.* 1991;5:71-80.

31. Bergmann M, Borner R, Winnefeld K, Hahnfeld S, Farber S, Rypl S. Clinical, infrared spectroscopic and chemical analysis of bile duct and gallbladder stones. *Gastroenterol J.* 1991;51:5-11.

32. Uz B. Mineraller (Kristalografi-Mineraloji). *Kurt iş Mat. İstanbul,* 1990: 103-435.

33. Gündüz T. *İnstrümental Analiz 3.baskı Bilge yayıncılık, Ankara* 1993, 607

