

# Sağlığa zararlı mineral tozlanılın genel özellikleri ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri

*Mine' Şenoğlu*

H.Ü. Jeoloji Müh. Böl., Beytepe, Ankara

*Jeoloji biliminin yeni ilgi alanlarından birisi olan "çevre" ile ilgili pek çok problem, henüz çözülmeyi bekleyen başlangıç safhasındadır. Doğal çevreyi oluşturan kayaç ve mineral tozlarının insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri bilinmektedir. Örneğin bazı mineral tozlarının özellikle akciğer hastalıklarına sebep olduğu, bunun yamsıra çeşitli mineral tozlarının da nüde, böbrek, pankreas, ovaryum kanserlerine yol açtığı konusunda şüpheler vardır.*

*Hastalığa sebep olan bu minerallerden en bilineni asbest formu mineralleridir (Krizotil = serpantin asbest ve kro/ddolit = ribekitin lifsi çeşitidir). Ancak bazı silis polimorfları, zeolitler, killer üzerinde yapılan çalışmalarda, çeşitli risklerin varlığı ortaya çıkmıştır. Yine bazı titan mineralleri, hematit ve manyetit bunlardan sayılır, Lişi zeolit olan erionit de en fazla hastalık yapan mineral olarak güncel ilgiyi toplamaktadır.*

Mineral tozlarının, insanların solunum, sistemi üzerindeki zararlı etkileri., toz parçacıklarının yalnız fiziksel şekline bağlıdır., diye düşünülebilir« Değişik durumlarda tane şekli sadece çok az önem taşır,.. Tozlarda partikül bo.yu.tu. kadar' mineralojik yapı ve kimyasal bileşim de önemlidir. Günümüzde çoğu araştırmacı, hastalıkların mineral toz parçacıkları ile etkileşimi sonucu ortaya, çıktığını vurgulamıştır., Bu durumda hastalığa sebep olan. ajan, yani mineral toz parçacıkları biyolojik sistemden geçerek etkileşir... Hastalık oluşturabilecek mineral, toz partikülle.rin.iii. yüzey, kimyasal ve elektrik, özellikleri; mekanik özellikleri kadar önem taşır.

Jeolojik çevrim, içerisinde akışkan (gaz veya sıvı olabilir) ile temas halinde olan mineral yüzeylerinin do-

ğasında,, zamanla değişimler gözlenir. Zaman içerisinde mineral yüzeyleri, ile akışkan arasında, kimyasal reaksiyonlar' gelişir., Mineral - sıvı ara yüzeyleri hastalıkları oluşturabilecek potansiyel yüzeylerdir.

Biyolojik sistem içindeki mineral yüzeylerinin statik veya hareketsiz olmayıp; .aksine dinamik ve çevresiyle etkileşim, halinde olduğu vurgulanmalıdır.

Mineral yüzeyleri atom. yapısı, bileşimi,, yüzey yükü ve reaktivitesi ile karmaşık bir yapıdadır. Bu kompleks durum minerallerin doğal kirlenmesi olarak adlandırılabilir, alterasyonu sonucudur.

Alterasyon, jeolojik anlamda değişik .faktörlere bağlı olarak kayaç ve minerallerin primer haldeki yapısında meydana gelen değişimlerdir., Bu değişimler atomik yapıda meydana gelen, değişimlerdir. Alterasyonda suyun etkisi önemli bir yer tutar. Özellikle anyon ve katyon bakımından zengin sular kayaç ve / veya minerallerin alterasyonunda katalizör rolü oynar. Minerallerdeki ve/veya kayaçlardaki alterasyon. iki şekilde ortaya çıkar.

(1) Birinci aşamada atomik yapıda yer alan atom veya iyonlar .arasındaki bağ zayıflamakta,, yük dengesinin sağlanması için özellikle- su bünyeye girmektedir. Bileşime hidroksil (OH) iyonu dışında yeni iyonlar katılmasına rağmen kristalografik yapı yine de bozulmaktadır.

(2) İkinci aşamada ise bozulma daha fazla, ilerleyerek mineral, bünyesindeki iyonlarda değişim görülmektedir. Mineralin bünyesine yeni. iyonlar- girebildiği, gibi bazı iyonların uzaklaştığı, gözlenir. Bu durumda hem kristalografik yapı, hem. de kimyasal bileşim değişmektedir.

Ancak, mineral yüzeylerindeki, kirlenmeleri yani alterasyonun mineral üst yüzeylerinde sadece birkaç mono - katman kalınlığında, ve nispeten: hafif elementlerden, oluştuğu araştırmalardan çıkardan sonuçlardır. Mineral yüzeyi ve yüzey yakınında meydana gelen iyon değiştirme, reaksiyonlarında mineral yüzeylerindeki atomlar' da etkilenmektedir.

Mineral yüzeylerinde meydana gelen reaksiyonlar hem yüzeyin elektronik yapısına hem de üst yüzeyin tepkimesine bağlıdır.

Mineral loz parçacıklarının yüzeyleri insan sağlığı üzerinde zararlı etkiler yaratılmasında aktif rol oynar. Bu etki özellikle mineral yüzey bileşimi, atom yapısı, yüzey yükü ile ilişkilidir.,,

Bu genel bilgilerden sonra, örnek olarak üzerinde en çok çalışılan ve sağlığa zararlı -tozlar içeren genel adı ile asbest olarak anılan krizotil (yaygın serpantin minerali) ve krokidolit (ribekitin lifsi çeşidi) üzerinde yapılan, deneylerden çıkarılan çarpıcı sonuçlardan birkaçı aşağıda verilmiştir:

Akciğer dokusundaki krizotil topluluğu ilk başla, artmakta ve daha, sonra sabit kalmakta, iken; akciğer dokusundaki krokidolit topluluğunun zamanla arttığı gözlenmiştir.,,

1 mikron çaplı krizotil lifinin, insan akciğerinde 9 (±4.5) ayda tamamen eridiği,, buna karşın krokidolitin krizotile göre biyolojik olarak daha dayanıklı olduğu saptanmıştır.

Jeolojik ortamlarda, genellikle amfiboller- tabakalı silikatlardan daha, hızlı çözünür. Bu durumda krokidolit, bir fiilo - silikat (tabaka veya yaprak silikat) minerali olan krizotilden daha hızlı çözünmelidir. Ancak, amfibollerin doğasına,, tabakalı silikatlara ve çözücü ortama bağlı olarak çözünme hızı ters orantılı olabilir., Yapılan çalışmalarda akciğer' dokusu, içindeki .krokidoliflerin tahmini ömrü, krizotil ile mukayese edilerek saptandığı vurgulanmalıdır.,,

Krizotil endüstrisinde çalışan işçilerin üzerinde yapılan çalışmalarda işçilerin akciğerlerinde krizotile: göre beklenenin çok üzerinde .amfibol liflerinin yoğunluğu gözlenmiştir. Çalışma sahasında, nispeten az amfibol açığa, çıkmasına karşın, amfibol iğnelerinin biyolojik dayanıklılığının krizotilden daha yüksek, olup, akciğerlerde zararlı etkiler gösterdiği gözlenmiştir.

Asbest tozları .akciğer dokularında kemirici, olarak, ortaya, çıkar. Fibrajenez ve bronşlarda kanserlere yol açan reaksiyonları başlatır.,

ABD Madenlerde Güvenlik ve Sağlık Teşkilatı havanın 1 cm<sup>3</sup>'de en çok 0.2 ile 2 asbest lifinin bulunabileceğini bunun üzerindeki miktarın tehlikeli olduğunu duymuştur.

Ancak herşeyden önce şunu bilmek gerekir<sup>1</sup> ki; asbestin yol açtığı hastalıklar solunabilir asbest, liflerinin .akciğerlere alınması ile sınırlıdır. Sindirim yoluyla alınan liflerin kolayca vücuttan atıldıkları ve hastalığa sebep olmadığı bilinmektedir.

Solumun sırasında hava; borun ve ağız yolu ile alınmakta, oradan .akciğerlere ulaşmaktadır. Akciğerlerde kullanıldıktan sonra, da, aynı yollardan geçerek dışarı çıkmaktadır. Solumun yollarının dış yüzeyi tüylü epit-hel hücreleri ve mukoza denilen sıvı madde ile kaplıdır, Bu sayede solunan havada bulunan toz parçacıklarının bir-kısmı tüyeikler tarafından tutularak öksürme ve 'hapşırma ile vücuttan, kolayca atılırlar. Akciğerlere ulaşan daha küçük tozlar ise buradaki makrofaj (savunma.) hücreleri tarafından yok edilirler,

Bu tabii korumalara rağmen gözle görülmeyecek kadar küçük olan, lifler akciğerlere girip yerleşir ve orada .akciğer kanseri, mesetelioma. ve asbestosis hastalıklarına yol açar.,

Akciğerlerde, herhangi bir hastalığa yol açan tozların terminel. bronşların ilerisindeki akciğer havalandırma alanlarına sokulabilecek, uygun büyüklükte partiküller olduğu düşünülmektedir. Çapları 0.5 mikro metreden. küçük ve 5 mikro metreden büyük olan isometrik kütleler ile çapları 3 mikro metreden, küçük, ve uzunluktan 50 mikro metreden büyük çubuksu partiküller' akciğerlerin havalandırma alanlarına, sokulabilmektedir. Bu sınırların dışında kalan tozlar solumun yollarından dışarı atılmaktadır., Üzücü olan akciğerlerin mineral tozlarının büyük bir kısmını kabullenmeleridir.

Elmes (1980) isometrik biçimli mineral tozlarının radyoaktif maddelere ve kimyasal kanserojenlere bulaşmadıkça kansere neden olmadığını ileri sürmektedir.,

Mineral tozlarıyla .karşı karşıya kalıp onları soluyan insanların akciğerlerinde herhangi bir hastalığın meydana gelip gelmemesi;

- (a) bu tozlarla karşı karşıya kalma suresine,
- (b) solunan tozun akciğerlerde alıkonulan kısmının miktarına,
- (c) solunan tozun fizikoşirnik niteliğine,,
- (d) kişisel faktörlere bağlıdır.,

Akciğerlerde örneğin kömür işçisinde l0ö g. veya daha fazla; fillit çıkararak işçide 10 - 15 g. ve saf kuvars için 5 g. toz birikmeden hastalığın oluşmadığı Elmes (1980) tarafından ifade edilmiştir.

Mineral tozlarının niteliği, bakımından önemli özellikleri.; taneleüif büyüklüğü., kanser için tanelerin biçimi ve tanelerin mineralojik bileşimi ile ilişkilidir.

İnsan metabolizması sulu. zayıf asitik karakterde bir ortamdır., Örneğin solunan havada askı halde .bulunan toz boyutunda volkanik cam, kuvars, feküspar vb, mineral tanecikler akciğerlerin az asitik ve sulu dokusu üzerinde CO<sub>2</sub> kısmi basıncının etkin olduğu, bir ortamda altere olmakta ve zeolit, tremolit vb., yük. dengesi ortama

göre değişen ikincil, minerallere dönüşmekte veya primer olarak doğrudan doğruya alınan mineral tanecikleri ara reaksiyonlarına neden olmakta ve sonuçta insan sağlığını tehdit etmektedir,

Kırsal kesimden gelen hastalarda akciğer kanserlerinde (pleural mesatelioma) hastalığa yol açan faktörlerin yalnızca asbest, olmadığı Banş, (İŞ81) tarafından yapılan, çalışmalarda vurgulanmıştır. Dokulardaki mineral araştırması çalışmalarında bolluk sırasına göre amfibol, krizotil astest,, talk, jips ve kaolini! olduğu saptanmıştır.

Göğüs hastalıklarına neden olan. minerallerin hepsinin silikat, bileşimli oldukları (rutil hariç) ve katyonların ise Mg ve Fe olduğu ve yapılarında OH bulunduğu belirlenmiştir Aydın, (1989).

Göğüs hastalıklarına neden olan antofillit, tremolit, aktinolit, krizolit ve lifeel .zeolitlerin en önemli ortak özelliklerinin alterasyon mineraller olması ve bu tür alterasyon mineralleri, kendi, elektrik, yük dengelerini buldukları ortama göre ayarlayabilmekte ve katalizör rolü oynadığı Barış, (1987) ve Aydın, (1989) tarafından vurgulanmıştır.

Özellikle akciğer hastalıklarına yol açan bu mineraller doğada oldukça yaygındır. Dünyada akciğer hastalıklarına yol açan bu minerallerin üretiminin artmış olduğu ve yapısına bu minerallerin .katıldığı malzemelerin kullanım, alanlarının oldukça fazla olduğu belirtilmelidir.

Yukarıdaki tünr bu açıklamalardan çıkarılan, sonuçlar şu şekilde maddeler<sup>1</sup> halinde özetlenebilir:

1. Mineral yüzeyleri statik deęil, dinamikdir. Çevreyle etkileşim halindedir.
2. Mineral yüzeyleri, kompleks ve: heterojendir...
3. Mineral tozlarının zararları ve hastalığa, sebep olması:
  - (a) mekanik / boyu.ts.al. özelliklerinin bileşimine,,
  - (b) kimyasal özelliklerine,
  - (c) yüzey özelliklerine bağlıdır.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- Aydın, N., 1989, Mineraloji - petrografi - jeokimya ve insan sağlığı arasındaki bağıntılar: Jeoloji Mühendisliği, 34 - 35,18 -27.,
- Barış, I., 1987,, Asbestos and. ehonite related chest diseases: Hacettepe Üniversitesi Göğüs Hastalıkları Birimi, 174 s., Ankara.
- Elrnes, P.C.» 1980, Fibrous minerals and health. J. geol. Soc London, Vol. 137, 525.
- Erkan, Y., 1993,. Doğal Bir Mineral; Asbest, .kullanım ve sağlığımız: M.T.A. Doğa Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni, 2, 5 - 6, s. 6.
- Hochella, M., 1993, Surface chemistry,, structure and reactivity of hazardous mineral dust: Healt effect of mineral dust., Rewiews in Mineralogy Volume: 28, George D. Guthrie Jr, Brooke T. Mossman Editors., s. 581..