

Sağlığa zararlı mineral tozlarının 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 yanı sıra çeşitli mineral tozlarının da mide, böbrek, pankreas, ovaryum kanserlerine yol açtığı konusunda şüpheler vardır.

Hastalığa sebep olan bu minerallerden en bilineni asbest formu mineralleridir (Krizotil = serpantin asbest ve krokidolit = 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. Lifsi 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 boyutu 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 partiküllerinin 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 adlandırılacak 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 kation 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 çıkarılan 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 toz 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 başta 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 fillo - 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 krokidolitlerin 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. Fibrojenez ve bronşlarda kanserlere yol açan reaksiyonları başlatır.

ABD Madenlerde Güvenlik ve Sağlık Teşkilatı havanın 1 cm³'de en çok 0.2 ile 2 asbest lifinin bulunabileceğini bunun üzerindeki miktarın tehlikeli olduğunu duymuştur.

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

Solunum sırasında hava; burun ve ağız yolu ile alınmakta, oradan akciğerlere ulaşmaktadır. Akciğerlerde kullanıldıktan sonra da aynı yollardan geçerek dışarı çıkmaktadır. Solunum yollarının dış yüzeyi tüylü epitel hücreleri ve mukoza denilen sıvı madde ile kaplıdır. Bu sayede solunan havada bulunan toz parçacıklarının bir kısmı tüycükler 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 terminal 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 uzunlukları 50 mikro metreden büyük çubuksu partiküller akciğerlerin havalandırma alanlarına sokulabilmektedir. Bu sınırların dışında kalan tozlar solunum 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 solunan insanların akciğerlerinde herhangi bir hastalığın meydana gelip gelmemesi;

(a) bu tozlarla karşı karşıya kalma süresine,

(b) solunan tozun akciğerlerde alıkonulan kısmının miktarına,

(c) solunan tozun fizikoşimik niteliğine,

(d) kişisel faktörlere bağlıdır.

Akciğerlerde örneğin kömür işçisinde 100 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; tanelerin 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, feldispar vb. mineral tanecikler akciğerlerin az asitik ve sulu dokusu üzerinde CO₂ 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 Barış, (1981) tarafından yapılan çalışmalarda vurgulanmıştır. Dokulardaki mineral araştırması çalışmalarda bolluk sırasına göre amfibol, krizotil asbest, talk, jips ve kaolinit 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 lifsel 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 tüm bu açıklamalardan çıkarılan sonuçlar şu şekilde maddeler halinde özetlenebilir:

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

DEĞİNİLEN BELGELER

- Aydın, N., 1989, Mineraloji - petrografi - jeokimya ve insan sağlığı arasındaki bağlantılar: Jeoloji Mühendisliği, 34 - 35, 18 - 27.
- Barış, İ., 1987, Asbestos and erionite related chest diseases: Hacettepe Üniversitesi Göğüs Hastalıkları Birimi, 174 s., Ankara.
- Elmes, 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. Doęa Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni, 2, 5 - 6, s. 6.
- Hochella, M., 1993, Surface chemistry, structure and reactivity of hazardous mineral dust: Health effect of mineral dust., Reviews in Mineralogy Volume 28, George D. Guthrie Jr, Brooke T. Mossman Editors. s. 581.