

KANSER VE JEOLOJİ

I.GİRİŞ

All substances are poisons; there is none that is not a poison. The right dose differentiates a poison and a remedy. Paracelsus, 1493-1541
Bütün maddeler zehirlidir, hiçbir madde zehirli değildir, doğru doz, zehir ile ilacı birbirinden ayırır.

En genel ifadeyle kanser, anormal hücrelerin kontrolsüz çoğalması ve yayılması olarak tanımlanabilen bir hücre hastalığıdır. Ülkemizde son yıllarda kardiyovasküler sistem hastalıklarından sonra 2. sıraya yükselerek günümüzün en önemli sağlık sorunlarından birisi haline gelmiştir. Sıklığı, günümüzde tedavi şansının yükselmesine karşın öldürücü olma durumunu hala koruması ve tedavi maliyetinin yüksekliği gibi faktörler kansere aynı zamanda “bir halk sağlığı sorunu” niteliği kazandırmıştır.

Kansere bozuk genler yol açmaktadır. Bu bozukluklar, insan vücudundaki hormonal yapı, bağışıklık bozuklukları, kalıtsal mutasyonlar gibi genetik/içsel etkenlerin yanı sıra yaşam çevremizdeki jeolojik, kimyasal vb nedenlerden de kaynaklanabilir. Kanser epidemiyolojisi (dağılımı, görülme sıklığı, nedenleri, sebep – sonuç ilişkileri) üzerine yapılan araştırmalarda çevresel etkilenimin ön plana çıkarmaktadır.

Jeolojik süreç, malzeme ve mekanların bütününe kapsayan jeolojik çevre, başta yaşam çevresi (konut, eğitim, çalışma mekânları, toprak ve su kaynakları vb) olmak üzere, insan topluluklarının yaşam kalitesiyle ilgili birçok konu ile yakından ilişkilidir. Jeolojik çevre kimi zaman tehlike ve sınırlamaları kimi zaman da avantajlarıyla her zaman insanlığın gelişimi üzerinde yıkıcı veya yapıcı etkiye sahip olmuştur. Heyelan, deprem gibi çok yaygın bilinen jeolojik tehlikeler yanında, Türkiye dahil değişik ülkelerde rapor edilen sağlık sorunları (kanser, deri ve diş hastalıkları vb) ile asbest, erionit, kadmiyum vb toksik mineral içeren kayaçların veya tozların varlığı, topraktaki selenyum, bakır, molibden ve iyot eksikliği, sulardaki arsenik gibi jeolojik parametreler arasında bir bağlantı bulunduğu ortaya çıkmıştır.

Jeolojik çevremizde bulunan ve doğrudan ve/veya dolaylı olarak etkileşim halinde olduğumuz jeolojik malzemeler bazı hastalıklara yöresel bir karakter kazandırır. Örneğin, Nevşehir’e bağlı Gülşehir İlçesinin Tuzköy yerleşim alanında görülen akciğer kanseri vakalarında olduğu gibi. Bu bölgede rapor edilen akciğer kanseri hastaların akciğerlerinde erionit minerali tespit edilmiştir. Erionit minerali, bu bölgedeki tuf kayaçların içinde bulunmakta ve rüzgar yoluyla havaya karışarak insanların solunum sistemlerine girmektedir. Ülkemizde yerel jeolojik koşulların neden olduğu kanser vakalarına Diyarbakır Çermik Köyü, Afşin İlçesi’ne bağlı Büyüktatlı Beldesi veya Eskişehir’in Mihallıççık ilçe ve köyleri gibi birçok örnek daha verilebilir.

Sadece ülkemizde değil dünyada birçok ülkede yüksek radon düzeyine sahip veya arsenikçe zengin suların bulunduğu veya asbest solunan yada volkanik gaz çıkışlarının bulunduğu jeolojik ortamlarda yaşayan insanlarda, bu doğal koşullara bağlı gelişmiş kanser vakaları rapor edilmiştir. Bu nedenle, kanserle mücadelenin jeoloji ve jeoloji mühendisliğini de ilgi alanı içinde olduğunun anlaşılması ile birlikte **Tıbbi Jeoloji (Medical Geology)** tüm dünyada hızla gelişen bir bilim dalı olmuştur. Ülkemizde de bir yanda Jeoloji Mühendisliği Bölümlerinde –Tıbbi Jeoloji odaklı akademik araştırmalarda hızlı bir artış izlenirken, diğer yandan Sağlık Bakanlığı bünyesindeki

Kanser Danışma Kuruluna bağlı Tıbbi Jeoloji Alt Kurulu oluşturulmuştur. MTA Genel Müdürlüğünde ise Tıbbi Jeoloji Projesi başlatılmıştır.

Diğer yandan son 200 yıllık tarihsel süreçte dünya nüfusundaki ve sanayileşmedeki hızlı artışa bağlı olarak ortaya çıkan yerleşim alanı, endüstriyel ürün ve enerji ihtiyacını karşılamak için başvurulan “hoyratça tüketim” sonucu dünyamızda ve atmosferde meydana getirdiğimiz kimyasal değişimler o derece büyük olmuştur ki, jeolojik ölçekte bu süre çok kısa olsada, **etkinin büyüklüğünden ve kalıcılığından dolayı, insan faaliyetleri (antropojenik etkiler) yapay kirletici kaynaklar olarak jeokimyasal etkenlerle birlikte ele alınıp değerlendirilmeye** başlanmıştır. Dolayısıyla insan faaliyetlerinin yarattığı “kolay kirletilebilen ve birer doğal alıcı ortam olan” toprak, su ve havanın bileşimindeki tahribat ve değişimlerde Tıbbi Jeoloji araştırmaları kapsamında incelenmektedir.

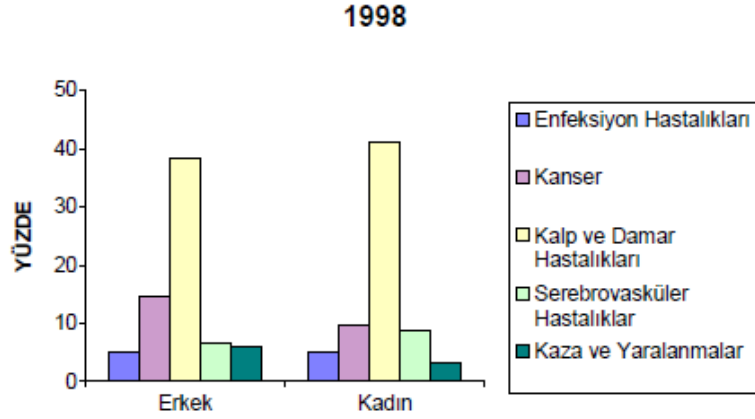
Ancak gelinen noktada ülkemizde ilgili kişi ve kurumlar arasında eşgüdümü yaratacak ve elde edilen verilerin toplumun sağlık ve güvenliği için kullanımını sağlayacak bir **Tıbbi Jeoloji Risk Yönetimi Sistemi** oluşturulamamış, bu nedenle de yürütülen araştırmalar kurumların sınırlarının dışına çıkamamıştır.

Sonuç olarak, dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de rapor edilen kanser vakaları ile jeolojik çevre karakteristikleri (hidrojeoloji, hidrojekimyai, jeokimya, mineraloji vb) arasında sıkı bir bağ bulunduğunu vurgulamak ve tıbbi jeoloji farkındalığını yaratabilmek amacıyla bu rapor kaleme alınmıştır. Raporumuz mümkün olduğunca teknik ayrıntıdan kaçınılarak “**genel görüş bildirgesi**” niteliğinde hazırlanmış olup, Kamu kurumu niteliğinde meslek kuruluşu olarak bu çalışmamızla Ülkemizde yapılan kanserle mücadele süreçlerine katkı sunabilmek bizleri mutlu edecektir.

2. DÜNYADA VE ÜLKEMİZDE KANSER GERÇEKLİĞİ

Günümüzde kansere yol açan faktörlerin çoğunlukla çevresel ve yaşam tarzı kökenli olduğu belirlenmiştir. Çevre faktörleri, bazı hastalıkların seyrini etkileyebilir, hastalığın yayılımını kolaylaştırabilir, bazı hastalıkların oluşmasına zemin hazırlar ve hatta bazı hastalıkların da doğrudan sebebinin teşkil eder. Ulusal ve uluslararası araştırmalarda, çevresel etkilerin kontrol altına alınması halinde, kanserden korunmanın büyük ölçüde başarılacağı görüşü vurgulanmaktadır. Kanserleri önlemede, insan vücudundaki hücrelerin kanserleşme yönünün gelişmesine neden olan doğal radyasyon, çeşitli kimyasallar, asbest vb çevresel kanserojenlerin kontrolü de büyük önem taşımaktadır.

Her yıl 11 milyon kişinin kansere yakalandığı dünyada, 7 milyon insan kanser nedeniyle ölürken, 25 milyon insan da kanserle yaşamaya devam etmektedir. Türkiye’de ise yılda yaklaşık 150 bin kişi kansere yakalanırken, artışın aynı hızda sürmesi durumunda, 2030 yılında kansere yakalanan kişi sayısının 500 bine ulaşacağı tahmin edilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü’nün raporuna göre ise 2010 yılında kanserden 15 milyon ölüm, 20 milyon yeni vaka beklenmektedir; Türkiye’de ise yılda yaklaşık 140.000 yeni kanser vakası oluşmaktadır. Şekil 1’de Türkiye’de 1998 yılında erkeklerde ve kadınlarda tüm yaşlar için en sık görülen 5 ölüm sebebinin dağılımı gösterilmiştir.



Şekil 1: Türkiye'de 1998 yılında erkeklerde ve kadınlarda tüm yaşlar için en sık görülen 5 ölüm sebepleri (T.K.A.S.Kurumu Derneği)

Kanser, Türkiye'de 1982 yılında 1593 sayılı Umumi Hıfzısıhha Kanunu'nun 57. Maddesi gereğince "bildirimi zorunlu hastalıklar listesi"ne alınmış olmasına rağmen, ülkemizde gerçek kanser insidansı hiç bilinmemektedir. Sağlık Bakanlığı 1983'te tüm ülke için "pasif kanser kayıt sistemi" kurmuş fakat bildirimine dayalı bu sistemde beklenenin dörtte biri kadar bilgi elde edilmiştir. 1992 yılında "Kanser Kayıt ve İnsidans" projesi başlatılmış ve Trabzon, Edirne, İzmir, Ankara, Adana, Antalya, Bursa, Diyarbakır, Sivas ve Erzurum'da kanser kayıt merkezi kurulmuştur.

1993 yılında Sağlık kuruluşlarından Kanserle Savaş Dairesi'ne bildirim yapılan kanser vakalarının değerlendirilmesi sonucunda 23100 kanser vakasının 22079'u değerlendirilmiş (çift veri girişi ayıklandıktan sonra), ülkemizde kanser insidansı yüzbinde 36.7 olarak tesbit edilmiştir. Çizelge 1 ve Çizelge 2'de sırasıyla Türkiye'de çeşitli kaynaklara göre erkeklerde ve kadınlarda en sık görülen 5 kanser türünün tüm kanserler içindeki göreceli sıklığı verilmiştir.

Çizelge 1: Türkiye'de çeşitli kaynaklara göre erkeklerde en sık görülen 5 kanser türünün tüm kanserler içindeki göreceli sıklığı (T.K.A.S.Kurumu Derneği)

KANSER BÖLGESİ	TÜM HASTANELER ⁽¹⁾	SAĞLIK BAKANLIĞI ⁽²⁾	TUNCER ⁽³⁾	KIDEM ⁽⁴⁾
Bronş-Akciğer	27.7	25.7		38.6
Mide	8.5	8.3	6.1	5.2
Lenfoma	7.4			
Prostat	6.3	4.0		
Larinks	6.4	6.0	7.8	6.9
Deri			22.9	
Mesane		6.6	7.4	6.8
Ağız Boşluğu			5.7	
Kolorekta				4.5

⁽¹⁾: 1994 yılında tüm hastanelerde yatan hasta kayıtlarına göre

⁽²⁾: Sağlık Bakanlığı Kanserle Savaş Dai.'nin 1996 yılı verilerine göre

⁽³⁾:16 Patoloji merkezinin altı yıllık kayıtlarına göre

⁽⁴⁾: İzmir Kanser İzlem ve Denetleme Merkezi 1993-94 yılları kayıtlarına göre
Çizelge 2: Türkiye’de çeşitli kaynaklara göre kadınlarda en sık görülen 5 kanser türünün tüm kanserler içindeki göreceli sıklığı (T.K.A.S.Kurumu Derneği)

KANSER BÖLGESİ	TÜM HASTANELER⁽¹⁾	SAĞLIK BAKANLIĞI⁽²⁾	TUNCER⁽³⁾	KIDEM⁽⁴⁾
Meme	14.9	23.3	22.6	26.7
Uterus	10.7			6.5
Bronş- Akciğer	7.2	3.9		
Serviks			3.7	5.9
Mide	6.8	6.7	3.6	
Lenfoma	6.7			
Over		5.1		6.4
Deri			20.3	
Yumuşak Doku			3.7	
Kolorektal		3.9		5.9

⁽¹⁾: 1994 yılında tüm hastanelerde yatan hasta kayıtlarına göre

⁽²⁾: Sağlık Bakanlığı Kanserle Savaş Dai.’nin 1996 yılı verilerine göre

⁽³⁾:16 Patoloji merkezinin altı yıllık kayıtlarına göre

⁽⁴⁾: İzmir Kanser İzlem ve Denetleme Merkezi 1993-94 yılları kayıtlarına göre

3.JEOLOJİ VE SAĞLIK (Tıbbi Jeoloji)

Yaşamın sürdürülebilmesi için gerekli koşulların var olduğu yeryüzü parçası “doğal ortam” olarak tanımlanır. Doğal ortamlarda yaşamın kalitesini, dolayısıyla toplumun sağlığını düzeyini belirleyen koşullar iki başlık altında toplanabilir. Bunlar:

- 1-Doğal faktörler
- 2-Antropojenik (insan kaynaklı) faktörler

Sanayi atıklarına, gübrelere, evsel atıklara, atık sulara, nükleer atıklara ve madencilik faaliyetlerine bağlı kirleticiler, insan tarafından yaratılır ve günümüzde insanlığın karşı karşıya kaldığı en önemli sorundur.

Jeolojik faktörlerin yanı sıra atmosferik koşullar, güneşten kaynaklanan radyasyon, bitki örtüsü, hayvan yaşamı ve doğal manyetik alanlar da yaşam üzerinde etkili olan doğal faktörlerdir. Doğal ortamı oluşturan bu faktörler birbirleri ile bağlantılı olarak tek bir sistem oluşturacak yönde sürekli etkileşim içindedir.

Jeoloji Mühendisliğinin ilgi alanı içinde kalan ve Tıbbi Jeoloji biliminin doğuşuna da neden olan Jeolojik faktörler genel hatlarıyla aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- Kayaçların ve toprakların mineralojik ve kimyasal bileşimi
- Yüzey ve yeraltı sularının fizikokimyasal özellikleri
- İç jeolojik süreçler (depremler ve volkanik faaliyetler)
- Dış jeolojik süreçler (heyelan, kaya düşmesi, çamur akması, fiziksel aşınma ve kimyasal bozunma, vb.)
- Engebe karakteristikleri

- Karasal=doğal radyoaktivite
- Toprak ve sudaki makro- ve mikro-elementler.

Bunların tümü değişik derecelerde yaşamın kalitesini dolayısıyla çevre sağlığını belirleyen doğal faktörlerdir. Bu faktörlerden depremler, tsunamiler, volkanik patlamalar bölgesel hatta kıtalar arası ölçekte etkili olurken, kayaçların ve toprağın mineralojik ve kimyasal bileşimi, heyelanlar, yeraltı sularının fizikokimyasal özellikleri gibi bir kısım faktörlerin etkisi yerel ölçekte kalabilmektedir.

Yaşamsal faaliyetlerin tümü jeolojik ortamın bir parçasında yani bir arazi parçası üzerinde sürdüğüne göre, jeolojik faktörler pek çok yönden toplumların yaşamını etkilemektedir. Örneğin; zengin yeraltı ve yerüstü doğal kaynakları toplumların refah düzeyin yükseltirken, 1999 yılında ülkemizde yaşandığı gibi depremler, 2010 İzlanda' da yaşanan volkanik patlamalar veya heyelanlar, seller gibi doğal felaketler ekonomik, sosyal ve psikolojik açıdan toplumları derinden sarsabilmektedir. Bunların yanı sıra tamamen doğal koşullara bağlı olarak bir veya birden fazla element açısından aşırı zengin yada aşırı fakirleşmiş topraklar üzerinde yaşayan toplumlarda, canlı sağlığını derinden etkileyen hastalıklar ortaya çıkabilmektedir.

Jeokimyasal faktörlerin çevre sağlık üzerindeki önemini gösteren birkaç örnek aşağıda verilmiştir.

- 19. yüzyılın ortalarında bile, tüm dünyada yaygın olan guatr vakaları içme suyundaki iyot eksikliğine bağlanmıştır.
- Hindistan'da, Sri Lanka'da, Vietnam'da, Çin'de, Doğu Afrikada insanlarda ve hayvanlarda gözlenen ağır diş ve iskelet florozis hastalığının nedeni, içme suyundaki ve tarım topraklarındaki aşırı flor miktarıyla açıklanmıştır.
- Bazı biyojeokimyasal bölgelerdeki otlarda kobalt eksikliğinin, diğer bazı bölgelerde ise bakır noksanlığının evcil hayvanlarda akut anemiye (kansızlık) neden olduğu belirlenmiştir.
- Molibden bakımından zengin topraklardaki bitkilerle beslenen büyükbaş hayvanlarda kronik molibden zehirlenmesi yada kurak steplerde aşırı nikel içeren topraklarda yetişen bitkilerle beslenen hayvanlarda endemik körlük vakaları yaygın olarak saptanmıştır.
- Kolombiya'da içme sularındaki yüksek nitrat içeriği ile mide kanseri vakalarındaki artış arasındaki güçlü ilişki tanımlanmıştır.
- Ermenistan'ın Mg' açısından zengin siyah topraklarında (çarnozem toprağı) veya Mısır'ın kumlu toprakları üzerinde yaşayan insanlarda mide kanseri vakaları ve buna bağlı ölüm oranının düşüklüğü gibi.

Verilen bu örneklerden de görülebileceği gibi toplumların sağlıklılık durumu önemli ölçüde çevresel koşullara bağlıdır. Dolayısıyla *yaşam koşullarının iyileştirilmesinde ve yaşam süresinin uzatılmasında* ne kadar ilerleme kaydedilmiş olursa olsun, çevresel koşulların etkisi tümüyle berteraf edilemez. Bu nedenle yukarıda bazı örnekleri verilmiş olan pek çok hastalığın ana nedeni, yaşanan bölgenin jeolojik özellikleriyle (kayaç ve topraklarının mineralojik ve jeokimyasal bileşimi; yeraltı sularının fiziko-kimyasal özellikleri vb.) ilişkili olarak açıklanabilir. Bu noktadan hareketle, temel doğa bilimlerinden biri olan Jeoloji, doğal kaynakların aranıp-bulunup-ışletilmesi; doğanın ve çevrenin korunması; heyelanlar, seller, volkan püskürmeleri, depremler gibi doğal afetlere karşı korunma ve/veya etkilerini en aza indirmesi ile ilgili çözüm önerileri getirirken, bir yandan da sağlığın korunmasına ilişkin sorunların tanımlanmasın da olağanüstü önem taşımaktadır.

Canlı ve cansız doğa (jeolojik ortam) arasında bu kadar yakın ilişki olmasına karşın, jeolojik unsurların canlı sağlığı üzerindeki olumlu yada olumsuz etkilerinin tanımlanmasında, jeoloji biliminin bilgi, belge, harita ve deneyimlerinden 1950 li yılların sonuna kadar yeterince yararlanılmamıştır. Oysa jeoloji biliminin, son yüzyıllık dönemde mineraloji, petrografi, jeokimya, maden yatakları, tektonik, çevre jeolojisi-jeokimyası, hidrojeoloji ve mühendislik jeolojisi alanlarında olağan üstü bir gelişme göstermiştir. Tıp bilimlerinde, özellikle de patolojide, jeolojik ortamdaki sayısız elemente ilişkin bilgiye ve jeologların doğrudan yorumlarına daha çok güvenilse ya da yararlanılsaydı, hastalıkların keşfi ve tedavisinde çok daha hızlı ve etkili olunabileceği pek çok tıp otoritesi tarafından ifade edilmiştir.

Toplum sağlığını koruma alanındaki multi-disipliner araştırmalarda, jeoloji bilimini verilerinin önemi ortaya koyan ilk bilimsel adım aslında 1931’de *Jeo-Tıp* terimini öneren H. Zeiss tarafından atılmış ancak fazla kabul görmemiştir. Sonraki yıllarda hastalıkların ortaya çıkma nedenlerinin araştırılmasında, jeolojik verilerin farklı tıp branşlarında artarak kullanılmaya başlamasıyla, dünyanın değişik ülkelerden rapor edilen

- Kanser (akciğer, kan, mide, deri vb.)
- Deri hastalıkları
- Diş hastalıkları
- Solunum yolu hastalıkları

vb. sağlık sorunlarıyla, hastalıkların yaygın olarak tanımlandığı bölgede yaşanan jeolojik olaylar ve bögenin jeolojik özellikleri arasında bağlantılar kurulmaya başlanmıştır. Bu jeolojik unsurlar aşağıda verildiği gibi 5 madde halinde özetlenebilir:

- 1-Volkanik patlamalar
- 2-Topraktaki çeşitli elementlerin eksikliği veya fazlalığı (Se, Cu, Mo, I, vb)
- 3-İçme ve kullanma sularında bazı elementlerin fazlalığı (F, As, Cd, Na, Cl, B vb.)
- 4-Heyelan ve erozyon sonucu oluşan tozlar
- 5-Yapı malzemelerinin mineralojik ve kimyasal bileşimleri, radyonüklit içerikleri

Bu alanındaki çalışmalar 1960’ lı yıllardan itibaren dünya çapında hızla artmış ve 1998 yılında International Union of Geological Sciences (IUGS) bünyesinde “Tıbbi Jeoloji Çalışma Grubunun” kurulmasıyla, bağımsız bir bilim dalı olarak Tıbbi Jeolojinin temelleri atılmıştır.

Tıbbi jeolojinin temel amacı, jeolojik ortamın insan sağlığı üzerindeki etkisinin temel yasalarının incelenmesi, belli hastalıkların ana nedenleri olan jeolojik faktörler ile insan sağlığı üzerinde pozitif etkisi olan faktörlerin birbirinden tam olarak ayırılması olarak tanımlanmıştır.

Günümüzde önemi her geçen yıl hızla artan Tıbbi Jeoloji, jeolojik çevrenin insan, hayvan ve bitki yaşamı üzerindeki **olumlu veya olumsuz** etkisini ve bu etkinin coğrafik dağılımını inceleyen multi-disipliner bir bilim dalı olarak; tıp, imar, afet, çalışma hayatı ve meslek hastalıkları, yapı malzemeleri, veterinerlik, tarım gibi geniş bir yelpazede faaliyetlerini sürdüren kuruluşların en önemli rehberi haline gelmiştir.

Jeolojik faktörlere bağlı gelişen sağlık sorunlarını aşağıdaki gibi üç başlık altında toplayabiliriz:

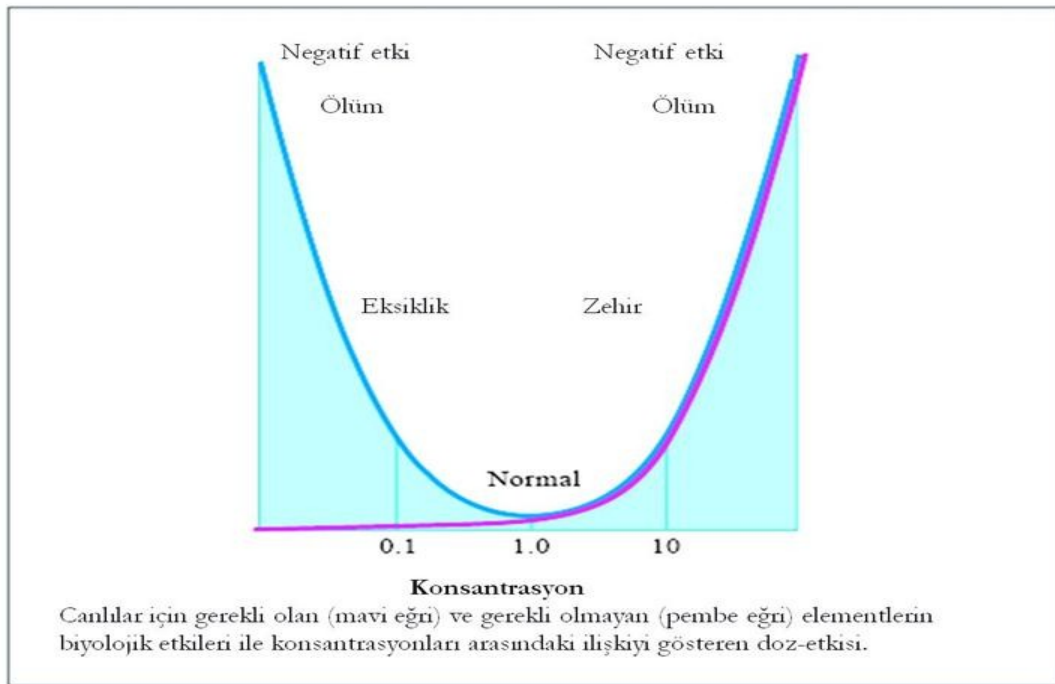
- 1-Elementlere bağlı gelişen sağlık sorunları
- 2-Minerallere bağlı gelişen sağlık sorunları
- 3-Önlenemez doğal felakete bağlı gelişen sağlık sorunları

Aşağıda önce başta çeşitli kanser türleri olmak üzere pekçok hastalığa neden olan elementler ve mineraller genel hatlarıyla tanıtılacaktır; takip eden bölümlerde ise bu elementler ve minerallere bağlı geliştiği ortaya konmuş hastalıklar dünyadan ve Ülkemizden örneklerle tanıtılacaktır.

3.1 Elementler Bağlı Gelişen Hastalıklar

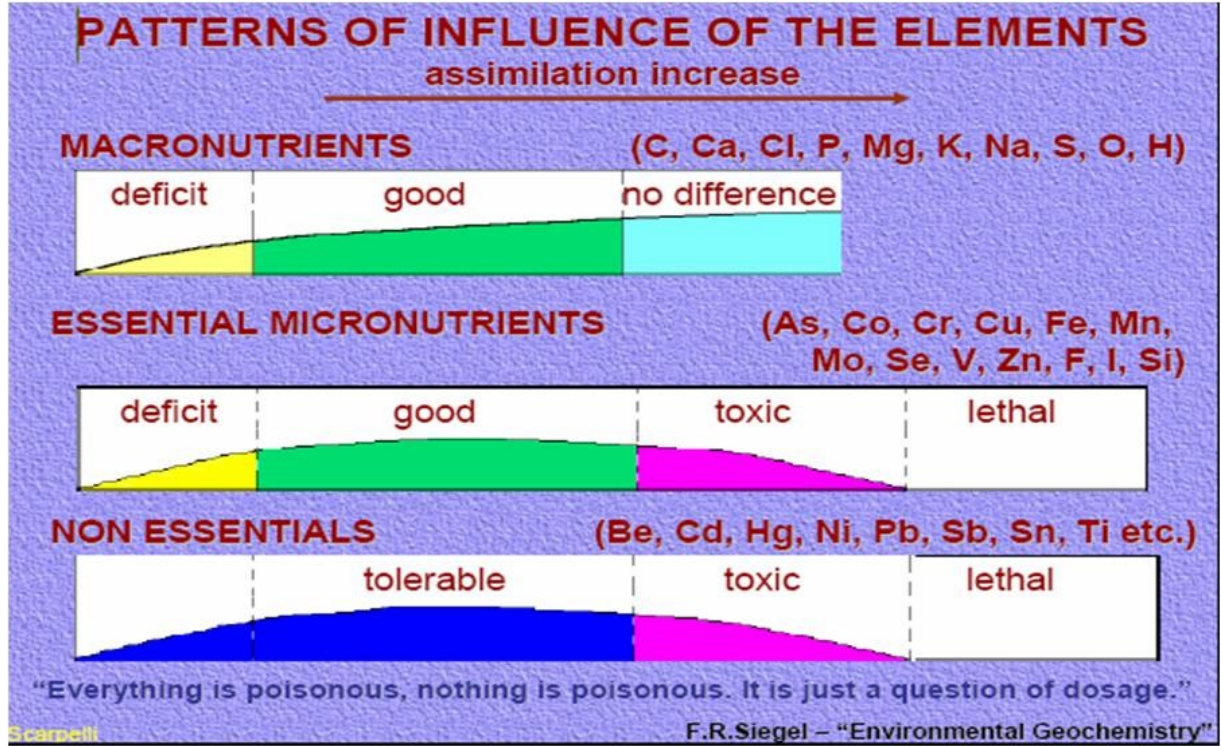
Yukarıda da belirtilmiş olduğu gibi üzerinde yaşadığımız yerkürede canlı ve cansız dünya arasında olağan üstü bir benzerlik ve uyum vardır. Bu durum şu şekilde örneklenebilir. İnsan vücudunun esasen %98.5' u O, H, C, N, P ve Ca elementlerinden meydana gelir. Bu elementler aynı zamanda hayvanların, bitkilerin ve minerallerin dolayısıyla kayaların da temel yapı taşlarıdır. İnsan ve hayvan vücudunun geri kalan %1.5 'u ise S, K, Cl, Na, Mg, F, Fe, Zn, Si, Rb, Zr, Sr, Al Cu, Cd, Pb, As, Ti, I, Ni, Cr, U vs. majör, minör ve eser elementlerden meydana gelir, tıpkı bitkiler ve kayalarda olduğu gibi.

Sağlık açısından sorun oluşturan durum ise, vücutta minör ve eser miktarlarda bulunan bu elementlerin, vücutta bulunması gereken miktarın altında yada üstünde olması halinde ortaya çıkmaktadır. Bu durum Şekil 2' de verilen grafikte açıklanmaya çalışılmıştır.



Şekil 2: Canlılar için gerekli olan ve olmayan elementlerin konsantrasyon-doza etkisi.

İnsanın günlük 100 mikrogramdan fazla ihtiyaç duyduğu element ve mineraller "makro" bu değer altındaki kalanlara "mikro" element ve mineral olarak adlandırılmaktadır. Element ve mineraller, alınan gıdalarla (sebze, meyve, et, süt vb.) içilen suyla ve teneffüs edilen hava ile insan vücuduna girer. Canlı vücuduna giren makro ve mikro elementlerin etki paternleri ve asimilasyon artışları Şekil 3' de gösterilmiştir.



Şekil 3: Makrobesleyiciler, gerekli mikrobeseleyiciler ve gerekli olmayan elementlerin etki paternleri

Şu ana kadar yapılan çalışmalarda elementlere bağı olarak meydana geldiği kanıtlanmış başlıca hastalıklar aşağıda sıralanmıştır.

- Arsenik (As) ----- Deri ve cilt hastalıkları ve Kretozis
- Su ve toprak da Florür (F) fazlalığı ----- insan ve hayvanlatda diş ve iskelet Florozisi
- Toprakta Fosfat (P) eksikliği----- Cılız insan ve hayvan bedenleri, zayıf –ince kabuklu yumurta gelişimi
- Toprakda Molibden (Mo) aşırılığı ----- Büyük baş hayvanlarda konik molibden zehirlenmesi
- Co ve Cu açısından fakir topraklar ---- Evcil hayvanlarda akut kansızlık
- Toprakta Stronsiyum (Sr) fazlalığı----- Hayvanlarda kemik hastalıkları
- Toprakta Nikel (Ni) aşırılığı ----- Hayvanlarda endemik körlük

Tespit edilmiş bu vakalarla, yaşanan bölgedeki kayaçların, toprağın ve dolayısıyla bunlarla temas halinde bulunan yeraltı sularının ilgili elementler açısından aşırı zenginleşmiş olduğu durumlarda karşılaşmıştır. İlgili elementler açısından zenginleşmelerin olabilen başlıca alanlar ise değişik oranlarda mineralleşmiş kayaçlar, işletilen ve terkedilmiş maden sahaları, antik yada güncel maden atıklarının depolandığı alanlar, faylanmış ve altera olmuş kayaçlar, ve tüm bu niteliklere sahip kayaçlardan türemiş toplarklar olarak tanımlana bilinir.

Bu nedenle başta tarım sahaları, meralar ve su havzaları olmak üzere, her türlü yaşamsal faaliyetin devam ettiği alanlarının, ilgili bölgelerin detaylı mineralojik verileriyle desteklenmiş jeokimya haritaları hazırlanmalı ve bu haritaların yasal mevzuatın içinde bulunması zorunlu hale getirilmelidir.

3.2 Mineraller Bağlı Gelişen Hastalıklar

Epidemiyolojik çalışmalar akciğer, mide, pankreas, ovaryum, böbrek ve solunum yolu kanserlerinin, hatta kan kanserlerinin önemli nedenlerinin başında yaşanan bölgedeki kayaların mineralojik bileşim olduğunun ortaya koymuştur.

Yiyecek, içecek ve soluma yoluyla vücuda girerek hastalıklara neden olan minerallerin en önemlileri asbest, eriyonitin, kuvars grubu minerallerin tozları ve radyoaktif minerallerdir. Bu minerallerin yanısıra doğada çok yaygın olan karbonat minerallerinden kalsit ve aragonitin safra kesesi taşlarına, yaygın bir demir minerali olan hematitin ise deri ve akciğer kanserlerine neden olduğuna da belirtilmektedir. Bu mineraller aşağıda ayrı başlıklar halinde genel hatlarıyla tanıtılmıştır

3.2.1 Asbest Grubu Mineraller

Asbest, ısıya, aşınmaya ve kimyasal maddelere çok dayanıklı lifli yapıda bir silikat mineralidir asbest mineraline ait bir görüntü Şekil 4' de verilmiştir.



Şekil 4: Asbest mineraline ait bir görüntü

Asbest mineralleri iki gruba ayrılır; bunlar:

1-Mg'ca zengin silikat minerallerinden olivinin ve ortopiroksenin serpantinleşmesi ile oluşan

- Krizotil--- (beyaz asbest)

2-Amfibol grubu asbetler: Bunlarda dörde ayrılır:

- Krokidolit (Riebekit) --- (mavi asbest)

- Amosit (Gümingit) --- (kahverengi asbest)

- Tremolit --- (beyaz amfibol)

- Aktionlit --- (yeşil amfibol)

Serpantin grubu asbestin SiO₂ içeriği %42 'den düşüktür; bu nedenle yumuşak, esnek, ipeksi parlaklığa sahiptir. Amfibol grubu asbestlerin SiO₂ içerikleri ise %51 'den yüksektir, bu nedenle krizotil asbeste göre daha sert, asitlere karşı daha dayanıklı ve vücut tarafından sindirilmeleri çok daha zordur. Tüm bu özellikleri amfibol grubu asbestlerin yukarıda tanımlanan kanser vakalarına neden olma olasılığını arttırmaktadır.

Lifsi yapısı nedeniyle yün ve pamuk ipliği gibi eğrilebilir, kumaş biçiminde dokunabilir ya da dövülerek keçe haline getirilebilen asbest, antik çağlardan 19. yüzyılın sonlarına kadar giysi, çanak çömlek, kandil fitili ve savaş zırhı yapımında yaygın olarak kullanılmıştır. Asbestin ticareti ve sanayide kullanılması 19. yy sonlarında Kanada, Rusya, G. Afrika ve Avustralya' da zengin asbest yataklarının bulunup –işletilmesiyle başlamıştır. 20. yy başlarından itibaren yangına ve su borularında sızmaya karşı izolasyon malzemesi olarak, çatı kaplamada kullanılan levhaların üretiminde, yer karoları imalatında, gemi sanayinde, beton üretiminde, ses izolasyonunda, çeşitli dekorasyon malzemesi üretiminde, sürtünmeye karşı direncinden dolayı çeşitli araba parçaları üretiminde giderek artan oranda kullanılmıştır. Asbestin kullanımı o derece yaygınlaşmıştır ki 1950 li yıllarda tekstil sanayinde yatak ve yastık üretiminde bile kullanılmıştır.

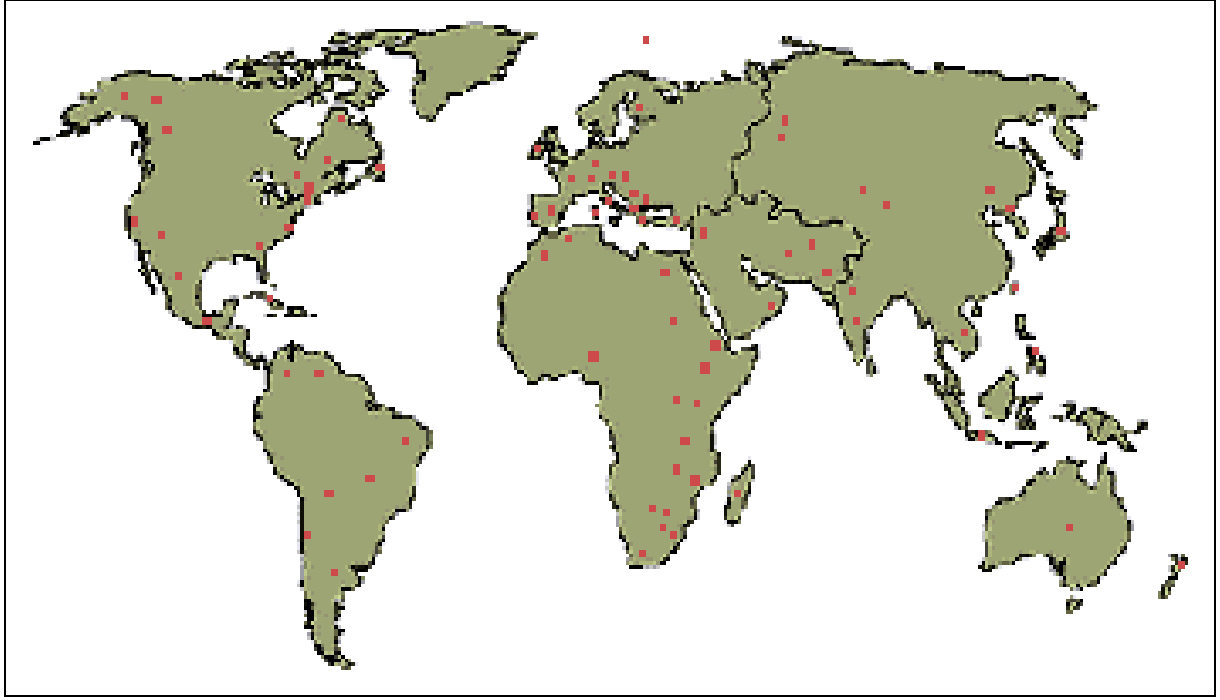
Asbest kullanımının artması beraberinde asbest madencilığının gelişmesini ve bu alanda binlerce işçinin çalışmasını sağlamıştır. Asbestte bağlı ilk hastalık vakaları da madenlerde çalışan işçilerde görülmeye başlamıştır. Ancak, asbest maruziyetinin klinik belirtilerinin 10-15 yıl, hatta daha uzun sürede ortaya çıkmasına karşın, insan ortalama ömrünün kısa olması nedeniyle vakaların teşhisi çok uzun yıllar mümkün olmamıştır. Maden işçileri arasında benzer belirtilerden ölen işçilerin sayısının artışı, doktorları bu alanda çalışanları daha dikkatli gözlemeye itmiştir ve ilk inceleme sonuçları 1950 li yılların sonunda yayınlanmaya başlanmıştır. Bu alandaki araştırmaların sayısı değişik ülkelerde giderek artmış; elde edilen sonuçlar uluslar arası düzeyde duyulmaya başlamış ve buna bağlı olarak da asbestin kullanılması giderek azalmıştır. 1980' li yılların sonlarına doğru asbest kullanımı pek çok ülkede yasaklanmıştır. Benzer şekilde 1 Ocak 2005 yılında yasa ile asbest üretimi ve tüketimi tüm Avrupa'da yasaklanmıştır.

Asbest maruziyeti, maden ocaklarında, asbest malzemesi kullanılan iş sahalarında veya asbest üretimi yapılan maden ocaklarının bulunduğu bölgede soluma yoluyla olmaktadır. Daha az miktarda ise yiyecek ve içecekler vasıtasıyla vücuda girmektedir. Asbest minerallerinin vücuda girdikten sonra hastalık oluşturabilmesi için gereken süre, insanların genetik yapısı, bağışıklık sistemi, sigara içip-içmediği, ve çalışma ve ev ortamının kalitesine bağlı olarak 20-40 yıl arasında değişmektedir.

Asbestten kaynaklı hastalıkların meydana gelmesinde önemli unsurlardan biri de maruz kalınan asbest mineralini cinsidir. Araştırmacılar tam bir uyum içinde olmamakla birlikte krizotil asbestin, Amfibol asbestlerden krokidolit ve Amosit'e göre daha az tehlikeli olduğu iddia edilmektedir. Bunda, krizotilin daha yumuşak ve liflerinin daha uzun olmasından dolayı vücut içinde yumuşak dokulara (akciğer, karın zarı vb) saplanıp, dokuyu tahrip etmesinin zor olmasının ve ayrıca yukarıda belirtildiği gibi SiO₂ içeriğinin daha düşük olması nedeniyle vücut sıvıları tarafından daha kolay eritilebileceğinin etkili olduğu ileri sürülmektedir.

Her ne kadar Avrupa'da asbest üretimi ve kullanılması yasaklanmış olsa da, yanmaya, aşınmaya ve asitlere karşı direnci çok yüksek olduğundan dolayı pek çok sanayi kolunda (taşıt üretimi, izolasyon malzemeleri, inşaat sektörü gibi) halen az da olsa kullanılmaya devam edilmektedir. Aşağıda verilen haritadan da görüldüğü gibi dünyanın pek çok yerinde asbest yatağı vardır; Ülkemiz de bu alanlardan biridir (Şekil 5).

Ülkemizin yaklaşık %20'si ultrabazik ve bazik kayalarla kaplı olup, bu kayaların çok büyük bir kısmı serpantinleşmiştir. Bu kayaların yaygın yüzey alanları kapladığı illerimizden bazıları şunlardır: Adana, Ağrı, Balıkesir, Bursa, Kütahya, Eskişehir, Hatay, Adana, Muğla, Denizli, Konya, Çankırı, Yozgat, Sivas, Kayseri, Burdur, Kahramanmaraş, Diyarbakır, Urfa, Elazığ, Erzincan, Malatya, Adıyaman, Denizli. Bu nedenle ülkemizde asbestli topraklar geniş bölgelere yayılmıştır.



Şekil 5: Dünyada Asbest yataklarının dağılımı (kırmızı noktalar asbest yataklarının bulunduğu yerleri göstermektedir)

Bu bölgelerde yaşayan halk arasında ak toprak, çorak toprak, gök toprak, çelpek, höllük veya ceren toprağı gibi isimler verilen asbestili topraklar, özellikle kırsal alanlarda, kireç, sıva, badana amaçlı olara, mutfaklarda kullanılan çeşitli toprak kapların yapımında ve hatta köylerde bebekleri kundaklamada kullanılmaktadır.

Ülkemizde asbeste bağlı çeşitli hastalıkların tanımlandığı yerlerden bazıları aşağıda verilmiştir. Diyarbakır 'ın Çermik ve Çüngüş, Eskişehir'in Mihalıççık, Kayma ve Çifteler ilçe ve köyleri; Denizli' nin Tavas ilçesi ve köyleri; Kütahya' nın Gediz ve Aslanapa; Muğla-Milas, Konya' nın Ereğli, Ayrancı ve Halkapınar; Hatay-Kırıkhan ve Reyhanlıya bağlı bazı köyler; Burdur-Yeşilova; Sivas' ın Yıldızeli, Şarkışla; Kahramanmaraş'ın Afşin; Şanlıurfa'nın Siverek; Elazığ'ın Maden ve Palu yerleşim birimleri. Görüldüğü gibi belirtilen alanların tümü bazik-ultrabazik kayaların yüzeylediği alanlarla örtüşmektedir.

3.2.2 Eriyonit

Eriyonit Zeolit grubu minerallerden biridir. Zeolitler alkali (Na, K) ve toprak alakli (Ca) metallerin sulu alümina silikatlarıdır. Zeloit grubunda farklı kristal sistemde oluşmuş, düşük ve yüksek ısıya dayanımlı 10 farklı minerali vardır; birkaç mikron boyutunda, lifsi ve iğnemi yapıdaki Eriyonit bu minerallerden biridir. Eriyonit $((Na_2, K_2, Ca)_2 Al_4 Si_{14} O_{36} \cdot 15H_2O)$ hekzagonal sistemde kristallenmiş yüksek ısıya dayanımlı lifsel yapıda bir mineraldir. Eriyonit mineralini kayaç içinde yada yüzeyinde çıplak gözle tanımlamak çok zordur; tanımlamalar ançak mikroskop altında yapılabilir. Eriyonit mineraline ait iki mikroskop görüntüsü Şekil 6'da verilmiştir.

Eriyonit, genellikle alkalın, tuzlu sulardaki sedimanların diyajenetik alterasyonuna bağlı olarak oluşur. Bu tür ortamda zeolitleşme volkanik malzemenin birikip göl suyu ile reaksiyonu sonucu meydana gelir. Ayrıca bazalt ve riyolit akıntıları içindeki boşluklarda filipsit, şabazit, klinoptilolit gibi diğer zeolit mineralleriyle birlikte de yada hidrotermal alterasyona bağlı olarak oluşabilirler.



Şekil 6: Eriyonit mineraline ait mikroskop görüntüleri

Ülkemizdeki zeolit yatakları Üst Miyosen döneminde Batı ve İç Anadolu'daki gölssel ortamda Hasandağı, Erciyes dağı ve Melendiz dağındaki volkanik etkinliklere bağlı olarak meydana gelmiştir.

Bir kristalize aluminosilikat olan zeolit'lerin doğal 30 türünün içinde sadece **erionite ve mordenite** lifsel yapıdadır. Bunlardan yalnız kristal yapısı lifsel olan erionite'in epidemiyolojik, in vivo ve in vitro olarak karsinojenik ve fibrojenik olduğu gösterilmiştir. Erionite'nin şimdiye kadar bilinen en potensiyeli yüksek kanser yapıcı mineral olduğu Dünya Sağlık Teşkilatına bağlı, Uluslararası Kanser Araştırma Kurumu (International Agency Research on Cancer) tarafından kabul edilmiştir.

Ülkemizde Kapadokya bölgesinde 3 köyde Tuzköy Belediyesi, Karain ve Sarıhıdır köylerinde gelişen mezotelyoma vakalarının yaşam çevrelerindeki (çevre kayalarda ve bu kayalardan elde edilen yapı malzemeleri ile inşa edilen evlerde) erionit'ten kaynaklandığı belirlenmiştir. Bu yerleşim birimlerinde Afet İşleri Genel Müdürlüğü ve Sağlık Bakanlığı Kanser Savaş Daire Başkanlığınca yürütülen ortak çalışmalar sonucunda mevcut yerleşim yerlerinin risksiz bölgelere taşınması yönünde karar verilmiştir.

3.2.3 Mineral Tozları

Havada asılı duran ve hava akımı ile hareket edebilen katı parçacıklara toz denilmektedir. Madencilik, tünel açma veya ülkemizde kamuoyuna yansıyan "Kot taşlama, kot kumlama, kotu kumla yıkama veya rodeoculuk" olarak da adlandırılan işkollarında yürütülen faaliyetlerin yanı sıra kayaların atmosferik koşullarda alterasyonu sonucu tozlar oluşmaktadır.

Havadaki tozlardan ileri gelen akciğer ve boğaz hastalıkları uzun yıllardır bilinen hastalık grubudur. En bilinen örnekleri;

- özellikle kömür işçilerinde görülen pnömo-konyoz hastalığı
- asbest işçilerinde de pnömo-konyoz'a benzer belirtiler gösteren asbestoz hastalığı
- taş ocağı işçilerinde, taş yontucularda ve buna benzer işkollarında çalışanlarda görülen silikoz hastalığı,
- amyant tozlarından kaynaklanan bronkopulmoner fibrizi'dir

Çalışma ortamındaki jeolojik malzemeye bağlı olarak çalışanların soluduğu havadaki toz silisli ise

silikosis, kömür tozu ise antrakosis, demir tozu ise siderosis, asbest tozu ise asbestoz olarak adlandırılan bu hastalıklar aynı zamanda “meslek hastalığı” niteliği taşırlar. Mineral tozları ve neden olduğu hastalıklar Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3: İnsan Sağlığına Etki Eden Mineraller ve Sebep Oldukları Hastalıklar (Kavak,2004)

MİNERALİN ADI	NEDEN OLDUĞU HASTALIKLAR
Eser Elementler (demir, bakır, kurşun, magnezyum, çinko, mangan, 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.
Kuars 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 kalınlaşması, kalsifiye plevral plaklar
Radyoaktif Grubu (uraninit, tyuyamunit, thorininit, autunit)	Kemik, kemik iliği, deri ve akciğer kanserleri
Nikel	Akciğer ve nazal sinüs kanserleri
Talk, Mika, Kaolin	Pulmoner fibrozis
Kalsit, Aragonit, Vaterit	Safra kesesi taşları
Whewellit, Brushit, Apatit	Üriner taşlar
Arsenik, Kromit, Hematit	Deri ve akciğer kanserleri

3.3 Radyoaktif Mineraller

U, Th, bu iki elementin bozunum ürünleri ve ^{40}K 'ın az yada çok oranda zenginleştiği mineraller, radyoaktif mineral olarak tanımlanmaktadır. Bu minerallerden önemlileri: peşblend,uraninit, torbernit, kofnit, thorit, uranotorit, allanit, şevkinit, monazit, zirkon, apatit, sfen ve yüksek K ve ^{40}K içeriğinden dolayı alkali feldispatlardır. Aynı zamanda Karasal radyasyonun da temel kaynakları olan bu mineraller, silis tenörü yüksek granit, siyenit, diyorit, riyolitik, trakit, andezit, pegmati, apilit gibi asitik magmatik kayalarda, bu kayalardan türemiş sedimanter kayalarda ve topraklarda zenginleşme eğilimindedir. Bu zenginleşmenin yukarıda belirtilen kayaların alterasyon ve faylanmaya maruz kalmış kesimlerinde daha da yükseldiği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Kayaların radyasyon seviyesindeki bu yükseklik, ilgili bölgelerde yeraltı

sularının ve havanın kalitesini de etkilemekte; sularda ve havada ölçülen radyoaktivite değerleri çevre ve canlı yaşamını korumak üzere belirlenmiş limit değerleri aşabilmektedir.

Radyasyon, hücrenin genetik materyali olan DNA'yı parçalayabilecek kadar enerji taşımakta ve DNA'nın parçalanmasıyla da hücreler ölmektedir. Araştırmalar uranyumun DNA'da mutasyonlara neden olduğunu ve uranyuma maruz kalmanın artan kromozom bozukluklarına neden olabildiğini ortaya koymuştur. Uranyum madenlerinde, yeraltı-yüzey su kaynaklarında ve toprakta; gerek insan faaliyetleri sonucu, gerekse doğal olarak bulunan radyoaktif maddeler besin zincirine (bitkilere) girerek, oradan hayvan ve insanlara geçmek suretiyle ölümle sonuçlanan kanserde dahil çeşitli hastalıklara sebep olmaktadır.

Uranyum Th ' a göre çok daha zararlıdır. Bu nedenle de uranyumdan kaynaklanan radyoaktivite düzeyini ifade eden toplam- α içme sularında 0.1 Bq/l ile sınırlanırken ağırlıkla Th'dan kaynaklanan toplam- β değeri 1 Bq/l değeri ile sınırlandırılmıştır. Doza bağlı olarak U bileşiklerine maruz kalma, böbrek, akciğer, karaciğer ve merkezi sinir sistemi gibi çeşitli sistemlerde etkiler ortaya çıkarabilir.

Ülkemizde asitik magmatik ve sedimanter kayaçlar ve bunlardan türemiş plaj kumları ve topraklar son derece geniş yüzey alanlarını kaplamaktadır. Özellikle alterasyon ve fayların eşlik ettiği bu tip alanlarda radyoaktivite seviyesinin çok yüksek olabildiği Örgün ve diğerlerinin (2005, 2007 ve 2008) çalışmalarında ortaya konmuştur. Bu nedenle bu kayaçların olduğu bölgeler doğal radyasyon açısından taranmalı, doz haritaları oluşturulmalıdır.

4. BÖLGESEL ÖLÇEKTE YAŞAMI ETKİLEYEN JEOLJİK FAKTÖRLER

4.1 Depremler, tsunamiler ve volkanik püskürmeler

Yerkabuğunun derin zonlarında başlayan ve yüzeye doğru yükselen magmaların hareketine yani magmatizmaya ve volkanizmaya bağlı olarak gelişen depremler, denize ve/veya okyanuslara kıyısı olan bölgelerde büyük depremleri takip eden tsunamiler ve volkanik patlamalar önlenemez doğal felaketlerdir ve etkileri bölgesel hatta dünya ölçeğinde hissedilir.

Depremler neden oldukları çok büyük can kaybı, çok büyük ekonomik zararlar, alt ve üst yapının zarar görmesiyle bağlantılı çevre, sağlık ve ulaşım sorunlarına ve enkazın taşınarak rast gele depolanması, özellikle sahilden denize dökülerek kıyı bandının tahrip edilmesi hem kıyı flora ve faunasını yok etmekte, hem de zamanla sahil bandının doğal yapısının bozulmasına yol açmaktadır. Ve bütün bunları takip eden sosyal ve psikolojik etkilerle toplumlara derinden sarsmaktadır.

Depremde evini ve yakınlarını kaybedenlerin büyük bölümünde

- Travma sonrası stres hastalığı ve depresyon belirtileri gözlenmiş.
- Deprem bölgelerinde aile içi şiddetin artış gösterdiği kaydedilmiş
- Japonya'da yapılan bir araştırmaya göre, depremde hamile olan annelerin çocuklarında şizofreni görülme oranının yüzde 4 olduğu tespit edilmiş, normalde yüzde 1 olan bu oranda önemli artışlar kaydedilmiştir.

Depremin psikolojik etkileri, kişisel sorunlar olarak görülmemeli. Bu etkiler zaman içerisinde tüm toplumu etkileyerek, toplumsal hayatı, iş gücünü ve ekonomiyi de olumsuz yönde etkileyecek sorunlara dönüşebilmektedir.

Volkanik patlamalar ise en son 2010 -Mart ve Nisan aylarında İzlanda’ da meydana gelen patlamalarda olduğu gibi dünya çapında yaşamı etkileyebilmektedirler. Neden oldukları ekonomik zararların yanı sıra atmosfere salınan volkanik kül ve CO₂, SO₂, HF, AsH₃ gibi gazla çok ciddi hava, toprak ve su kirliliğine neden olmaktadır. Volkanlardan çıkan sülfürdioksit, güneş ışığında, havadaki nem ve oksijenle reaksiyona girer. Bunun sonucunda sülfürik asit ve diğer sülfatlar oluşur (Vog). Volkanik patlamayla ortaya çıkan malzemelerin tümü As, Hg, F, Cd, Pb, gibi pek çok toksik element açısından zengindir. Volkanik gazların birkaç gün den birkaç aya kada yoğun solunması hem akut hem de kronik hastalıklara neden olmaktadır. Volkanik patlamaların olduğu bölgelerde gözlenen sağlık sorunlarının kısa vadede ortaya çıkanları aşağıda verilmiştir.

- Üst solunum yolları hastalıkları, öksürük, nefes daralması, akciğer ödemi, bronşit
Zatürree,
- Göz rahatsızlıkları, Ciltte kızarıklık
- Baş ağrısı
- Böbrek hastalıkları

Volkanik patlamaların olduğu bölgelerde gözlenen kronik sağlık sorunları ise şunlardır:

- Kronik solunum yolu hastalıkları, akciğer hastalıkları, astım
- Diş ve İskelet Florozisi (dişlerde lekeler ve çukurlaşmalar, kemik erimesi)
- Silikosis
- Sinir sistemi hastalıkları

Atmofere karışan volkanik gaz ve tozların içindeki elementler kısa süre sonra toprağa düşmekte ve topraklarda anormal element zenginleşmesine neden olmaktadır. Yukarıda belirtilen kronik hastalıkların pek çoğu da bu tip bölgelerde özellikle toprakta aşırı F ve As zenginleşmesi nedeniyle ortaya çıkmaktadır. F ve As açısından zenginleşmiş bu topraklarda yetişen bitkilerle beslenen hayvanlarda akut ve kronik F (diş ve iskelet florosis hastalığı) ve As zehirlenmeleri tespit edilmiştir.

Volkanik küller bazen metrelerce kalınlığa ulaşmakta, tüm tarım ve su alanlarını kirleterek, kıtlığa neden olmaktadır. Buna ait tarihte pek çok örnek vardır. Volkanik patlamalar sonucu oluşan krater gölleri, bazı koşullarda toksik bileşikleri içinde toplayarak bir rezervuar oluşturur ki bu durum ilgili bölgede çok ciddi hava ve yeraltı suyu kirliliğine, dolayısıyla çeşitli hastalıklara neden olur.

Öte yandan bilinen bir gerçektir ki volkanik bölgelerde toprak K- açısından zengindir. Doğal bir gübre olan K- toprağın verimini arttırmakta ve yılda 2-3 verim alınmasını sağlamaktadır. İtalya’ da Etna ve Vezüv yanardağlarının çevresinde olduğu gibi; bu durum ise jeolojik faktörlerin aynı zamanda bu yönüyle de yaşamı etkilediğinin güzel bir örneğidir.

4.2 Heyelan, Kaya Düşmesi ve Çamur Akmaları

Yer yer etkileri bölgesel ölçekte yaşamı etkileyen heyelan, kaya düşmesi ve çamur akmaları zor önlenbilir doğal felaketler sınıfında yer alır. Neden olabilecekleri can kaybı ve ekonomik zararların yanı sıra, bu olayları takip eden günlerde – haftalarda hatta yıllarda önemli çevre ve sağlık sorunlarına neden olabilmektedirler. Sürekli heyelan ve kaya düşmesi yaşanan bölgelerde korkuya bağlı psikolojik sorunların yanı sıra en önemli sağlık sorunu “Toz hastalıklarıdır (Pnömonyoz)”. Bu konuyla ilgili bilgi Bölüm 5’de “Atmosferde gelişen risk faktörleri” başlığı altında verilecektir.

5. JEOLJİK ÇEVRE, TİBBİ JEOLJİ VE KANSER

Kanserin oluşumunda etkili olan önemli faktörlerden biri de çevresel etkilenimdir. Kanser epidemiyolojisi (dağılımı, görülme sıklığı, nedenleri, sebep – sonuç ilişkileri) üzerine yapılan araştırmalarda çevresel etkilenimin öne çıktığı görülmüştür. Çevresel etkilenimde şüphesiz en önemli faktör yaşanan bölgenin jeolojik karakteristikleridir.

Aşağıda ulusal ve uluslar arası ölçekte yürütülen Tıbbi jeoloji araştırmalarında kanser türleri ile jeolojik çevredeki kansorejen faktörler arasındaki ilişkiler kara, su ve hava ortamları için ayrı ayrı sunulmuştur.

5.1 Yer kabuğunda Gelişen Risk Faktörleri

Yaşamın sürdürülebilmesi için gerekli koşulların var olduğu yer kabuğu esasen kayalar ve bu kayaların fiziksel ve kimyasal bozunum ürünü olan topraktan ibarettir. Dolayısıyla yukarıki bölümlerde belirtilmiş olduğu gibi sürdürülen yaşamın kalitesi de tamamen yer kabuğunu oluşturan kayaçların ve toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleriyle belirlenmektedir. Zira her türlü besin kaynağımızı toprakta yetişen bitkilerden, bu bitilerle beslenen hayvanlardan, ve kayaç ve topraktan süzülerek gelen sudan almaktayız. Çeşitli element ve minerallerden meydana gelmiş olan kayaçların ve toprağın, yukarıda belirtilmiş olduğu gibi bu elementler ve mineraller açısından normalin üzerinde zenginleşmesi yada özellikle element içeriğinin normalin altında kalması durumunda yaşamın getirdiği reaksiyonlarda anormallikler başlamaktadır ki bu da beraberinde çeşitli hastalıkları getirmektedir. Bölüm 4' de genel hatlarıyla tanıtılan minerallerin ve elementlerin neden olduğu hastaalıklar aşağıda ayrı başlıklar halinde verilmiştir.

5.1.1 Asbest Grubu Minerallerin Neden Olduğu Hastalıklar

Pek çok akciğer kanseri etmeninin başında asbest ve zeolit gibi lifsi minerallerin akciğerde yaptığı fiziksel tahribat gelmektedir. Bunlar içinde özellikle Nevşehir'e bağlı Gülşehir İlçesinin Tuzköy yerleşim alanında görülen akciğer kanseri vakası, dünyanın en yoğun kanser vakası olarak bilinir. Yapılan incelemelerde Gülşehir ilçesinde akciğer kanseri teşhisi konmuş hastaların akciğerlerinde erionit minerali tespit edilmiştir.

Asbest minerallerinden kaynaklanan hastalıklar 4 başlık altında toplanmaktadır. Bunlar:

1-**Mezotelyoma**: Asbestin neden olduğu en önemli hastalık akciğer zarı ve karın zarı kanseri olan mezotelyomadır. Başta asbest madenlerinde çalışan işçiler ve asbet madenlerinin bulunduğu sahalarda yaşayan insanlar olmak üzere binlerce insanın ölmesine neden olmuştur. Akciğer ve karın zarında su toplanmasıyla teşhis edilen hastalığın belirtilerinin göğüs ağrısı, kısa nefes alıp-verme, sürekli öksürük, halsizlik, iştahsızlık vb. Şikayetler olduğu saptanmıştır. Bu hastalıktan ölümlerin nedeni çoğu kez kardiyovasküler nedenler olarak belirtilmiş veya her hangi bir ölüm nedeninin belirtilmediği görülmüştür.

Mezotelyomaya ait en sık rastlanan yakınmalar, ağrı ve ilerleyici nefes darlığıdır. Akciğer röntgeni ve tomografide tipik bulgular saptanabilirse de, kesin tanı için başvuru standart yöntem akciğer zarı biyopsisidir. Mezotelyoma, erken dönemde tanınıp uygun cerrahi girişim uygulanmadığında, ilaç ya da ışın tedavisine iyi cevap vermeyen ve hastayı kısa zamanda ölüme götüren bir hastalıktır.

2-Asbestoz: İlk olarak tersane işlerinde çalışanlarda tespit edilen asbestoz, asbest liflerini çözmeye çalışan vücut tarafından üretilen asidin akciğer zarında oluşturduğu yaralardır. Bu hastalığın kendini göstermesi 10-20 yılı bulmaktadır.

3- Pleura: Akciğer zarı kalınlaşması

4-Diğer hastalıklar: Şiddetli ve uzun süreli asbest maruziyetinin akciğer, gırtlak ve sindirim sistemi kanserlerine de yol açtığı bildirilmiştir.

5.1.2 Eriyonit'in Neden Olduğu Hastalıklar (Mezotelyoma)

Bölüm 3' de belirtilmiş olduğu gibi kristal yapısı lifsel olan erionite'in epidemiyolojik, in vivo ve in vitro olarak karsinojenik ve fibrojenik olduğu gösterilmiştir. Erionite'nin şimdiye kadar bilinen en potansiyeli yüksek kanser yapıcı mineral olduğu Dünya Sağlık Teşkilatına bağlı, Uluslararası Kanser Araştırma Kurumu (International Agency Research on Cancer) tarafından kabul edilmiştir.

Tıpkı asbest' de olduğu gibi eriyonit' de bulunduğu ortamlarda **Mezotelyoma**'nın kaynağıdır. Yüksek ısıya dayanımlı sert eriyonit lifleri tıpkı asbest lifleri gibi solunum yolu ile vücuda girip akciğerlere ve hatta karın zarına kadar ulaşır, dokulara saplanmaktadır. Saplandıkları yerde her hangi bir kimyasal bozunmaya uğramadan kalıp, organlarda tümörleşmeye yol açmaktadır. Uzun süreli maruz kalındığında ise kalp, mide ve bağırsak zarlarında da mezotelyoma gelişimi görülmektedir. Hastalığın ortaya çıkması maruz kalma durumuna ve genetik faktörlere bağlı olarak 20-50 yılı bulabil Kronik mezotelyoma genellikle nefes kesilmesi, öksürük ve göğüs ağrısıyla ortaya çıkar. Başlangıçta nefes almakla batıcı karakterde olan ağrı, giderek süreklilik kazanır ve şiddetini artırır. Pek çok hastalıkla benzer özellikleri göstermesi erken safhalarda teşhis konmasını zorlaştırmaktadır. İlerleyen safhalarda ciğerleri saran sıvılaşma ve ağızdan kan gelmesi görülmektedir. Mide zarında görülen mezotelyoma ise karın ağrısı, mide içinde kütle oluşumu, bağırsak fonksiyonlarında bozukluk ve kilo kaybı ile kendisini gösterir.

Türkiye'de İç Anadolu Bölgesi özellikle Aksaray-Nevşehir arasında mezotelyoma vakaları bir dönem yaygın olarak teşhis edilmiştir. Özellikle Ürgüp-Göreme'nin Karain, Tuzköy ve Sarıhıdır köylerinde yapılan çalışmalarda ilk iki köyde ölenlerin önemli bir kısmının bu hastalıktan ve/veya buna bağlı sebeplerden yaşamlarını yitirdikleri ortaya çıkmıştır. Bu köylerde bazı ailelerde plevral ve peritoneal mezotelyoma ile birlikte lenfoma, karaciğer kanseri ve kemik tümörleri de tanımlanmış ve tüm vakalar için temel faktör Eriyonit olarak ortaya konmuştur. Erionit minerali, bu bölgelerde yerleşim alanlarının üzerine kurulduğu volkanik tüf adı verilen kayaların ve toprakların içinde bulunmakta, ve rüzgarlarla havaya karışarak insanların solunum sistemlerine girmektedir. Çünkü yukarıda belirtilen köylerde *halkın evleri eriyonitli topraklar üzerinde yapılmış, evlerin yapımında eriyonitli toprak-taş kullanılmış, evlerin içi eriyonitli toprakla badana yapılmış, köy yolları eriyonitli zeminler üzerinde açılmış, bu topraklarda tarım yapmakta vs., dolayısıyla yöre halkı adeta dört taraftan eriyonitle çevrelenmiştir.*

Bölüm 3' de belirtilmiş olduğu gibi bir zeolit grubu minerallerden olan Erionit minerali Gülşehir ilçesinin üzerine yerleşmiş olduğu volkanik tüf adı verilen kayaların ve toprakların içinde bulunmakta, ve rüzgarlarla havaya karışarak insanların solunum sistemlerine girmektedir.

Kanser vakalarının en yoğun görüldüğü bu köylerde, insanların büyük bir kısmı çeşitli nedenlerle, yurt içinde başka illere veya yurt dışına göçetmişlerdir. Ancak bu köylerde doğan çocukların, bu köylerde büyümemiş olmalarına rağmen mezotelyoma riskini taşımakta olduğu iddia edilmektedir.

Ülkemizde ayrıca İç Anadolu'da Gölpazarı, Göynük, Polatlı, Oğlakçı, Ayaş, Bigadiç, Emet, Gördes, Urla, Kırkağaç' ta zeolitin varlığı ortaya konmuş ancak Eriyonit' tanımlanamamıştır. Bu

oluşumlar mutlaka çok daha sık örneklendirilerek, X-Ray ve elektron mikroskop yöntemleriyle detaylı olarak incelenmelidir.

5.1.3 Radyoaktif Minerallere Bağlı Gelişen Hastalıklar – Radon (Rn) Radyasyonu

Radon gazı ve diğer doğal radyasyon kaynaklarından solunma yoluyla akciğerlere alınan radyoaktif etkiler önemli bir kanser nedenidir.

Radon gazı, ^{238}U in Radyum 226 ya, bunun da Radon 222 ye dönüşümüyle oluşan radyoaktif bir gazdır. Jeolojik süreçler sonucunda oluşan birçok mineral yaşam çevremizde kaçınılmaz bir doğal radyasyona neden olur. Uranyum bitümlü şist, kömür, siyah şeyl gibi organik maddece zengin kayalarda, uranyum - toryum yataklarında ve granitlerde normalin üzerinde değerler verebilmektedir.

Temel zeminindeki granitik kayalardan, fosfatlı kayalardan veya uranyum, toryum ve ^{40}K bakımından zengin kayalardan yayılan radon gazı, bina içine sızıp buralarda birikmekte veya su da çözünebilmektedir. Bu şekilde radon gazının ev, işyeri vb kapalı ortamlarda yoğunlaşması yoluyla kanserojen olabildiği bilinmektedir. Radon, sigaradan sonra ikinci sırada kanserojen madde olarak kabul edilmektedir.

Doğal “radyonüklit” içeren kayalardan üretilen yapı malzemelerinin neden olduğu maruziyetler jeolojik çevreden kaynaklı radyasyonun bir diğer boyutudur. Ögütülmüş fosfatlar, fosfatlı kayalara sülfirik asit uygulayarak fosfojipslerden elde edilen alçılar, granit kaplama taşları, beton vb yapı malzemeleri içerdikleri “radyonüklitler” nedeniyle radyolojik risk unsuruna dönüşebilmektedir. Bu bağlamda, ev, işyeri vb kapalı ortamlarda kanalizasyon sisteminden veya toprak temaslı yüzeylerden olduğu gibi yapı malzemelerinden de radon gazı anomalisi oluşabilmektedir.

Bununla birlikte Ülkemizde gerek yapı malzemeleri gerekse zeminden kaynaklı doğal radyasyonun ne tür sağlık sorunları yarattığına dair kapsamlı araştırmalar yapılmamıştır ve konuyla ilgili bütünlüklü bir mevzuat oluşturulamamıştır. Örneğin, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nca hazırlanan Yapı Malzemeleri Yönetmeliği ve Uygunluk Tebliğlerinde bu konuya yeterli vurgu bulunmamaktadır. Diğer yandan “Türkiye Jeo-Radyasyon Haritası” ve bu haritayı girdi kabul eden radyasyon güvenlik programımız da bulunmamaktadır.

5.2 Hidrosferde Gelişen Risk Faktörleri ve İlişkili Hastalıklar

Dünya gezegenini oluşturan katmanlardan biri de Hidrosferdir (su küre). Hidrosfer, okyanus, deniz, göl gibi yerkürenin üzerindeki ve içindeki suların bütünüdür. Çağdaş bilimsel anlayış hava, su, yer ve canlı sistemlerinin birbirlerinden bağımsız olmadığını ve tüm sistemlerin “küresel bir üst sistemde” bütünleştiğini ortaya koymuştur.

Su, yaşamın temel öğelerinden biridir. Su, bir besin maddesi olmasının yanında, içerisinde bulundurduğu mineral ve bileşiklerle vücudumuzdaki reaksiyonlarda etkin bir rol sahibidir. Kayalardaki tuz ve mineraller suda erimekte ve yeraltısuyunun dolaştığı jeolojik ortamın jeokimyasal yapısı suya karışarak sağlık açısından önemli risklere neden olabilmektedir.

Elementlerin vücuda alınmasında en etkin yolu içme sularıdır. Bu nedenle de içme suyu standartlarında özellikle toksik olduğu bilinen elementler için sınır değerler getirilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), TS 266, AB içme suyu yönetmeliği ve diğer pek çok ülkenin içme suyu yönetmeliklerinde Arsenik için, kişinin günde ortalama 2 litre su içtiği kabul edilerek konulan sınır değer 10 $\mu\text{g/litre}$ dir. Sınır değerler elementlerin etkisinin yıllar içinde daha iyi tanımlanmasıyla değişmiştir. Bunun en çarpıcı örneği As için verilebilir. Çizelge 3’de yıllar içinde As için getirilen sınır değerinin değişimi verilmiştir.

Çizelge 4: İçme suyundaki arsenik için çeşitli kuruluşlar tarafından belirlenen limit değerler

	Dünya Sağlık Örgütü (WHO-1958)	Dünya Sağlık Örgütü (WHO-1963)	Dünya Sağlık Örgütü (WHO-1999)	Amerika Birleşik Devletleri (EPA-1975)	Amerika Birleşik Devletleri (EPA-2001)*	Avrupa Topluluğu (EC-1998)	Türkiye (TSE 266-1997)	Türkiye (İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hk.Yönetmelik 17 Şubat 2005)
Arsenik ($\mu\text{g/L}$) (ppb)	200	50	10	50	10	10	50	10

10 $\mu\text{g/litre}$ 'den fazla 50 $\mu\text{g/litre}$ den düşük konsantrasyonda arsenik içeren sular, içme suyu olarak kullanıldığı zaman akciğer ve mesane kanserinde ve deri yaralarında (deri keratozu) artışlar görülmektedir. İçme suyundaki arsenik konsantrasyonu ve maruz kalma süresi arttıkça kanser riski de o oranda artmaktadır. Yapılan çalışmalar uzun süreli 10 $\mu\text{g/litre}$ üzerinde arsenik içeren suların içme suyu olarak kullanılması, hiperkeratoz ve pigment mutasyonlar yanında deri, akciğer, mesane ve böbrek kanserinde de artan riskler görülmektedir.

5.3 Atmosferde Gelişen Risk Faktörleri ve İlişkili Hastalıklar

Atmosferdeki tozlar direkt olarak jeolojik çevrenin mineralojisini/jeokimyasını temsil eder. Çevre kayaçların aşınması ile oluşan tozları, tozun içerdiği mineral türlerine bağlı olarak kanser dahil birçok hastalık için risk faktörüdür.

Silis grubu minerallere bağlı gelişen hastalıklar “Toz hastalıkları (Pnömokonyoz)” başlığı altında toplanmaktadır. Silis mineralleri içinde doğada en yaygın olanı Kuvars’ dır. Kuvarısı daha az oranda Amatis, Tridimit, Kalsedon, Krisobalit gibi mineraller izler; tümünün kimyasal formülü yaklaşık aynıdır-SiO₂.

Akciğerde toz birikmesiyle oluşan dokusal tepkime sonucu meydana gelen Pnömokonyoz, tozun içerdiği minerallere göre değişik isimler almaktadır. Şayet toz içinde kuvars varsa “Silikosis”, kömür varsa “Antrakosis” asbest varsa “Asbestosis” ve demir mineralleri varsa da “Siderosis” adını almaktadır. Bunlar içinde yaygın olanları Silikosis, Antrakosis ve Asbestosis’ dir. Asbest ile ilgili bilgiler Bölüm 5.1.1’ de verilmiştir. Diğerleri hakkında kısa bilgi aşağıda verilmiştir.

5.3.1 Silikosis

Doğal ortamda en bol ve en yaygın bulunan minerallerin başında kuvars geldiği için doğal ortamlarda oluşabilecek tozların içinde en fazla bulunan mineral de kuvarsdır. Bu nedenle toz kaynaklı en yaygın hastalık da Silikosis’ tir. On yıl ve üzeri bir süre bu tip tozların düşük konsantrasyonlarına maruz kalan insanlarda “Kronik Silikosis” vakaları tanımlanmıştır. Birkaç hafta ile 5 yıl arasında yüksek konsantrasyonda toza maruz kalmış insanlarda ise “Akut Silikosis” vakaları tanımlanmıştır.

Ülkemizin jeoloji haritasına bakıldığında kuvars açısından zengin granitik, volkanik ve sedimanter kayaçların çok geniş alanlar kapladığı hemen görülecektir. Aynı zamanda geniş tarım alanları da olan bu alanlarda sürekli toz oluşturan kaya düşmesi, heyelan, kum fırtınaları vb koşulların bulunması halinde bu alanlar mühendislik hizmetleriyle mutlaka ıslah edilmeli, yanı sıra ağaçlandırılmalı ve çimlendirilmelidir.

5.3.2 Antrakosis

Ülkemiz zengin kömür rezervlerine sahiptir ve kömür ülkemizde ısınma ve enerji üretme amaçlı olarak kullanılmaktadır. Kömür yataklarımızın dağılımına baktığımızda, ülkemizin hemen her bölgesinde önemli rezervlerimizin olduğu görülecektir. Edirne, Tekirdağ, İstanbul, Bursa, Balıkesir, Çanakkale, Manisa, Kütahya, Konya, Denizli, Adana, Erzurum, Sivas önemli linyit rezervine sahiptir illerimizden bazılarıdır. Yapılan araştırmalar kömürlerimizin iz element analizlerinde, As, Cd, Ni, Co, Mn, U, Th, V, Se, Pb gibi toksik elementlerin içeriklerinin yer yer dünya ortalamasının üzerinde olduğu ortaya konmuştur.

Kömür madenciliği, yeraltı ve yüzey işletimi, temizleme ve hazırlama, stok, nakliye ve yakma-ucucu kül aşamalarında içerdiği iz element konsantrasyonu ile çok önemli çevre ve sağlık sorununa yol açtığı bilinmektedir. Bunların en önemlilerinden birisi üretim, nakliye ve kullanma sırasında oluşan kömür tozlarının, özellikle maden işçilerinde ve maden sahalarına yakın yerleşim birimlerinde yaşayan halk üzerinde neden olduğu antrakosis hastalığıdır.

Kömür sahalarının neden olduğu bir diğer sorun ise Asit maden Drenaj (AMD) etkisidir. Olşan AMD bölgedeki yüzey ve yeraltı sularının pH değerlerini düşürmekte, pH değeri bu tip sahalarda yer yer < pH=2-3 olabilmektedir. Bu şekilde asitik nitelik kazanan sular çevre kayaçları ve kömürü kimyasal olarak ayrıştırıp, içerdiği ağır metallerin serbest kalarak su ve toprağa karışmasına ve bölgenin bu metal elementleri açısından kirlenmesine neden olmaktadır.

Bu nedenle ülkemizdeki linyitlerin iz element içerikleri hakkında varolan veriler derlenmeli, eksikler giderilmeli, linyitlerimizin iz element dağılım haritaları hazırlanmalı ve olası AMD ve Antrakosis riski ortaya konmalıdır.

6. ANTROPOJENİK KİRLETİCİLER VE KANSER

Araştırmalar, endüstriyel girişimler sonucu atmosfere yayılan gaz ve partiküllerin, trafikte seyreden araç emisyonlarının, maden işletmeciliği için yapılan hafriyat, çeşitli kimyasal işlemler ve tarımsal ilaç ve kimyasal gübrelerin bilinçsiz kullanımı gibi insan faaliyetlerinin, “*kolay kirletilebilen ve birer alıcı olan*” toprak, su ve havanın bileşiminde önemli tahribat ve değişimler yarattığını ortaya koymuştur. Doğal= jeolojik çevrenin değişmesinde çok önemli bir paya sahip *insan faaliyetleri (antropojenik etkileri), etkilerinin şiddetinden ve kalıcılığından dolayı jeokimyasal bir etken* olarak kabul edilmeye başlanmıştır.

Uzun yıllardır yaygın olan çarpık sanayileşme ve kentleşme politikaları sonucunda jeolojik çevremizin insan eliyle bozulduğuna ve yaşamsal risklere dönüştüğüne ilişkin örnekler Ülkemizde de rastlamak mümkündür. Bu konuda en somutlaşmış örneklerden biri Dilovası (Kocaeli-Gebze) Beldesidir. Belediye sınırları içinde yapılan araştırmalarda “yaklaşık sekiz yılda gerçekleşen ölümlerin % 32,3’ünün kanser nedeniyle olduğunu, kanserden ölümlerin birinci sıraya yükseldiğini” ve bu durumun bölgedeki kontrolsüz sanayileşmenin yarattığı çevre kirliliğinden kaynaklandığı belirtilmektedir.

Jeolojik çevredeki bu değişimler Tıbbi jeoloji’nin kendi mesleki derinliği çerçevesinde incelenmekte ve yorumlanmaktadır. Şehir zeminlerine odaklanmış bu tıbbi jeolojik araştırmalar günümüzde *Şehir Jeokimyası (Urban Geochemistry)* olarak adlandırılmaktadır

Şehir Jeokimyası, şehir zeminlerinden (toprak zonundan, endüstriyel ve evsel atık depolama alanlarından, cadde tozlarından, yer altı suyundan vb) alınan örneklerin jeokimyasal analizleri yoluyla sanayi, fosil yakıtlara dayalı enerji üretimi, atık depolama, trafik, madencilik işletmesi vb insan faaliyetleri sonucunda yaşam çevremizde (hava, toprak ve su) meydana gelen kimyasal etkileşimin dağılımını ve kaynağını ortaya koyan, kent yönetiminde karar vericileri yönlendiren, uygulamalı jeokimyanın beslediği bir alandır. Şehir Jeokimyası araştırmaları, insan

faaliyetlerinden kaynaklanan Cu, Cd, Zn, Hg, Pb, Mo, Ni, As, Ag, Cr, Sb, Fe, Mn ve Mg gibi ağır metal kirliliklerine karşı çevre sağlığı açısından önlem stratejilerinin geliştirilmesine katkıları sunmaktadır.

7.TIBBİ JEOLOJİ VE ULUSAL MEVZUAT

Tıbbi Jeoloji Risk Yönetim Sisteminin oluşturulmamasının yansımalarından biri de ulusal mevzuatımızda Tıbbi Jeoloji kavramının henüz yer almamasıdır. Bugün için uluslararası düzeyde kabul gören Tıbbi Jeoloji olgusunu içermese de aşağıda örneklenen birçok düzenleme Tıbbi Jeolojinin doğrudan ilgi alanındadır. Tıbbi Jeolojik riskler açısından ön plana çıkan düzenlemelerden örnekler aşağıda verilmiştir;

Sağlık Bakanlığı kaynaklı düzenlemeler:

- İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik
- [Doğal Mineralli Sular Hakkında Yönetmelik](#)

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı kaynaklı düzenlemeler:

- 7269 sayılı Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun
- Yapı Malzemelerinin Piyasa Gözetimi ve Denetimine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Tebliğleri

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı kaynaklı düzenlemeler:

- Radyasyon Güvenliği Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik

Çevre ve Orman Bakanlığı kaynaklı düzenlemeler:

- Çevresel Etki Değerlendirme Yönetmeliği
- Madencilik Faaliyetleri İle Bozulan Arazilerin Doğaya Yeniden Kazandırılması Yönetmeliği
- Su Kirliliği Kontrolü, Toprak Kirliliği Kontrolü, Katı Atıkların Kontrolü, Tehlikeli Kimyasallar Yönetmelikleri

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı kaynaklı düzenlemeler:

- Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik
- Maden ve Taşocakları İşletmelerinde ve Tünel Yapımında Tozla Mücadeleyle İlgili Yönetmelik

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu kaynaklı düzenlemeler:

- Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği

Son yıllarda Tıbbi Jeolojinin kavramsal olarak mevzuatta yer almasına ve özellikle afetlere duyarlı planlama ve yer seçiminde süreçleri için bir risk faktörü sayılmasına yönelik çabaların da izlendiğini belirtmek gerekir. Bu konuda 2004 yılında toplanan Deprem Şurası kapsamında hazırlanan Mevzuat Komisyon (İmar Mevzuatı Alt Komisyonu) Raporunda, “her tür ve ölçekteki

arazi kullanım planlarının hazırlanması ve yerleşimi kararlarında....jeo-sağlık (tıbbi jeoloji) göz önüne alınmalıdır” denilmiştir.

Diğer bir örnek ise Yerbilimsel Verilerin Planlamaya Entegrasyonu El Kitabıdır. Kitapta; *“Her tür ve ölçekteki planlama çalışmaları sırasında ülkemizde pek gelişmemiş olan ‘Tıbbi Jeoloji’ konusunda uzman jeoloji mühendislerince jeomedikal tehlikelerin belirlenmesi, planlama faaliyetlerinde bu tür tehlikelerin de bir yönlendirici veya sınırlandırıcı eşik olarak dikkate alınması gereklidir. Bu amaçla yürütülecek çalışmalar Afet İşleri, MTA ve/veya Sağlık Bakanlığı Kanseri Savaş Dairesi Tıbbi Jeoloji Çalışma Grubu ile koordineli sürdürülmeli ve ilgili birimlerden destek alınmalıdır”* yönünde değerlendirmeye yer verilmiştir.

Bayındırlık ve İskan Bakanlığınca düzenlenen ve bugün Başbakanlık Afet ve Acil Durum Başkanlığınca gerçekleştirilen jeolojik-jeoteknik etüt raporu onay işlemlerinde temel alınan 19.08.2008 gün ve 10337 sayılı genelgede Tıbbi Jeoloji bir risk faktörü olarak kabul edilmiştir. Atom Enerjisi Kurumu tarafından tartışmaya açılan Radyasyon Güvenliği Tüzük Tasarısında ise dünyamızdaki radyoaktif elementlerin yaşam çevresinde oluşturdukları doğal radyasyon düzeylerinin mevzuat kapsamına alınması önerilmektedir.

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de rapor edilen sağlık sorunları ile jeolojik çevre karakteristikleri (hidrojeoloji, hidrojeokimya, jeokimya, mineraloji vb) arasında sıkı bir bağ bulunmaktadır. **Jeolojik süreç, malzeme ve ortamların insan sağlığı, hayvan ve bitkiler üzerindeki olumlu ve olumsuz etkilerini ve bu etkinin coğrafik dağılımını inceleyen multidisipliner bir bilim dalı olan Tıbbi Jeoloji (medical geology)**, sağlık ve jeoloji arasındaki bu bağın, yaşam çevremizde güvenliğimizi ve sağlığımızı tehdit edebilecek bir faktör olduğunu göstermektedir.

Kentsel ve kırsal yerleşim alanlarının yaşam kalitesinin yükseltilmesi, afet güvenliği ile insan ve çevre sağlığının korunması sürecinde tıbbi jeolojik sorunların da heyelan, deprem vb gibi *jeolojik tehlikeler* arasında bulunduğunun bilincinde olunması gereklidir.

Tıbbi jeolojik çalışmalar ve bulgular jeoloji ve kanser arasındaki ilişkiyi gözler önüne sermiştir. Bu nedenle Tıbbi Jeoloji, ülkelerin kanserle mücadele programlarının önemli bir bileşeni haline gelmiştir. Ülkemizin jeolojik şartları göz önüne alındığında ulusal kanserle mücadele programlarında tıbbi jeolojinin göz önüne alınması gerekmektedir. Bu bağlamda;

- Tıbbi Jeoloji, jeoloji, tıp, kimya, diş hekimliği, çevre, eczacılık, biyoloji, nükleer fizik gibi farklı bilim dallarının işbirliğine dayanan multidisipliner bir bilim dalıdır. ***Tıbbi Jeoloji'nin ülkemizde sağlam temelleri üzerinde gelişimi için üniversiteler, Sağlık ve Çevre Bakanlığı, DSİ, MTA, İl Özel İdareleri, Belediye vb kamu kurumları arasında koordinasyonu sağlayacak kurumsal bir altyapıya gereksinim duyulmaktadır.***

- Ülke genelinde ***“Tıbbi Jeoloji Tehlike Haritasının”*** hazırlanması; konuyla ilgili kurumlar arasında eşgüdüm sağlanarak ***Tıbbi Jeoloji Risk Yönetim Sisteminin*** geliştirilmesi; imar, afet, yapı malzemeleri, kimyasal üretimi, çevre, su, radyasyon güvenliği gibi değişik alanlara ait mevzuat bu bilinç temelinde gözden geçirilmelidir.

- İlgili kurumlar, üniversiteler ve ilgili meslek odalarının katılımı ile tıbbi jeoloji odaklı mevzuat, kurumsal yapılanma ve uygulama süreçlerinin bir arada tartışıldığı Tıbbi Jeoloji Konseyi kurulmalıdır.

- Tıbbi jeoloji sadece sağlık değil imar-afet, evre, madencilik, çalışma hayatı gibi çok sayıdaki sektörle doğrudan ilişkili bir olgudur. Bu bağlamda bu konularla ilgili kurumların işleyişinin ve mevzuatının tıbbi jeoloji odaklı bir bakışla yeniden değerlendirilmelidir.

- Tıbbi Jeoloji, lkemizde kentsel ve kırsal yerleşim alanlarında yaşam kalitesinin ve afet güvenliğinin yükseltilmesi abasinda bir risk faktörü olarak değerlendirilmelidir. Bu nedenle yerleşiminden imar planlamaya temel zemin özelliğinden yapı malzemelerine kadar planlama ve yapılaşmanın tüm süreçlerinde tıbbi jeolojik etkenler gözönünde bulundurulmalı, gerekli iş ve işlemler başta imar ve afet yasaları olmak üzere ilgili mevzuatta tanımlanmalıdır.

-Üniversiteler ve kurumlardaki tıbbi jeoloji odaklı araştırmalar teşvik edilmeli, Jeoloji Mühendisliği eğitim proğramlarında Tıbbi Jeoloji, Biyojeokimya, Şehir Jeokimyası gibi derslere yer verilmelidir.

- Öğütülmüş fosfatlar, fosfatlı kayalarla sülfirik asit uygulayarak fosfojipslerden elde edilen allar, granit kaplama taşları, beton vb yapı malzemeleri içerdikleri “radyonüklitler” nedeniyle radyolojik risk unsuruna dönüşebilmektedir. Ev, işyeri vb kapalı ortamlarda kanalizasyon sisteminden veya toprak temaslı yüzeylerden olduğu gibi yapı malzemelerinden de radon gazı anomalisi oluşabilmektedir. Bununla birlikte gerek yapı malzemeleri gerekse zeminden kaynaklı doğal radyasyonun ne tür sağlık sorunları yarattığına dair kapsamlı araştırmalar yapılmamıştır. Bu bağlamda, jeolojik “radyonüklitlerin” kaynak ve dağılımının belirlenmesi, toprakta, havada ve suda doğal radyoaktivite seviyesinin izlenmesi ve sağlık etkilerine yönelik TAEK başta olmak üzere niversite, Sağlık ve evre Bakanlıklarının katılımı ile radyasyon güvenlik programlarının oluşturulmalı, “Türkiye Jeo-Radyasyon Haritası” ivedilikle hazırlanmalıdır.

-Son yıllarda Tıbbi Jeolojinin özellikle afetlere duyarlı planlama ve yer seçiminde süreçlerinde önemli bir girdi olduğu anlaşılmasına karşın, uygulamada önemli sorunlar yaşanmaktadır. Bu nedenle ***Bayındırlık ve İşkan Bakanlığı, MTA, Sağlık Bakanlığı Kanserle Savaş Dairesi Tıbbi Jeoloji alışma Grubu ile Türk Tabipler Birliği ve Odamız arasında koordineli bir çalışma başlatılması gereklidir.***

- Madencilik faaliyetlerinin yapıldığı alanlarda çalışmalar bittikten sonra topoğrafya, jeolojik yapı, rölyef, su rejimi, iklim ve peyzaj tamamen değişmekte; Asbest gibi madenlere yönelik işletmelerde geriye bırakılan atıklar evre sağlığı sorunları gibi kalıcı çevresel etkilere neden olmaktadır. ***Bu nedenle başta “Madencilik Faaliyetleri ile Bozulan Arazilerin Doğaya Yeniden Kazandırılması Yönetmeliği” olmak üzere konuyla ilgili madencilik ve evre mevzuatı Tıbbi Jeoloji temelinde yeniden değerlendirilmelidir.***

- Madencilik, taş ocağı, tünel açma ve tekstil gibi değişik sektörlerde faaliyet gösteren iş yerlerinde yürütülen çeşitli işlemler sonucu oluşan ve havada askıda bulunan mineral tozları iş sağlığı ve güvenliğinin temel konuları arasındadır. Bu nedenle mineral tozlarına yönelik tıbbi jeolojik araştırmalar iş sağlığı ve güvenliği mevzuatının ayrılmaz bir parçasıdır; dolayısıyla ülkemizde de konuyla ilgili mevzuatın bu temelde gözden geçirilmesi gereklidir.

KAYNAKLAR

Atabey,E. Tıbbi Jeoloji.TMMOB Jeoloji Müh. Odası Yayını.Yayın No:88

Kavak,O., Dalgıç,A., Şenyiğit,A. İnsan Sağlığına Etki Eden Mineraller ve Analiz Yöntemleri. Dicle Tıp Dergisi.2004.Cilt :31,Sayı:1,69-75

Y. İzzettin BARIŞ, Türkiye'de Asbest ve Fibröz Zeolit (Eriyonit) İle İlgili Akciğer Hastalıkları (<http://www.mesothelioma-tr.org/ulusal/asbest2.html>)

Örgün, Y., Altınsoy, N., Şahin, S.Y., Güngör, Y., Gültekin, A.H., G. Karahan, Karacık, Z. (2007). Natural and anthropogenic radionuclides in rocks and beach sands from Ezine region (Çanakkale), Western Anatolia, Turkey. Applied radiation Isotope, Vol. 65, pp. 739-747

Örgün, Y., Altınsoy, N., Şahin, S.Y., Ataksor, B., N. Çelebi, N. (2008). A Study Of Indoor Radon Levels In Rural Dwellings Of Ezine (Çanakkale, Turkey) Using Solid-State Nuclear Track Detectors, Radiat Prot Dosimetry 2008, 131: 379 -384

Türk Kanser Araştırma ve Savaş Kurumu Derneği (<http://turkkanser.org.tr/news.php?id=60>)