

# Jeolojinin Yeni Alt Bilim Dalları Yeni Meslek Alanları

Eşref ATABEY  
Dr. Jeoloji Müh.

## GİRİŞ

Yer bilim anlamına gelen Jeoloji, Yunanca GE= Yer, Logos= Bilim sözlerinden alınmıştır. İhsan KETİN'in (1988) tanımıyla JEOLJİ: Yerküresinin Güneş sistemi içindeki durumundan, onun fiziksel özelliği ve kimyasal bileşiminden, iç ve dış kuvvetler etkisiyle uğradığı değişikliklerden, beş milyar yıllık süre içindeki oluşum ve gelişiminden, canlıların ilk yaradılışlarından günümüze kadar geçmiş oldukları evrimlerinden söz eden tarihsel bir doğal bilimdir. Jeoloji dar anlamda, bütün yeryuvarın değil özellikle ortalama kalınlığı 35 km olan katı yerkabuğunun bilimidir. Bu kabuğun bileşimi, yapısı, organik ve anorganik gelişimi, iç ve dış etkenlerle uğradığı değişiklikler ve kapsadığı her çeşit yer altı servetleri Jeolojinin başlıca konularıdır.

Yeryuvarının bilimsel olarak incelenmesi ve araştırılması, dar anlamda Jeoloji, geniş anlamda jeoloji Bilimleri ile sağlanmaktadır. Jeolojinin kapsadığı konular ayrı ayrı bilim dalları olarak sınıflandırılır (Ketin, 1988).

- Genel Jeoloji, iç ve dış kuvvetlerin etkisi altında yerkabuğundaki değişikliklerden,
- Mineraloji, Petrografi, Maden Yatakları yerkabuğunu oluşturan maddelerden, mineral, kayaç ve madenlerden,
- Yapısal Jeoloji ve Tektonik, kabuğun yapısından, bu yapıyı oluşturan hareket ve deformasyonlardan,
- Tarihsel Jeoloji veya Stratigrafi, kabuğun tarihi boyunca geçirdiği anorganik gelişiminden,
- Paleontoloji, jeolojik zamanlar boyunca

yaşamış canlı varlıkların evriminden ve taşlaşmış artıklarından (fosillerden),

f) Paleocoğrafya ve Paleoklimatoloji, eski devirlerdeki yeryüzünün coğrafik durumundan ve iklim değişikliklerinden,

g) Kömür Jeolojisi, Petrol Jeolojisi

h) Hidrojeoloji

i) Mühendislik Jeolojisi,

j) Maden jeolojisi,

k) Jeofizik gibi jeolojinin alt dalları bulunmaktadır.

Çevresel etkenlere ve yeni sorunlar ve çözümündeki karmaşık ilişkiler dolayısıyla bilimlararası sınırların artık geride kaldığı dönemlere giriyoruz. Jeoloji bilimi diğer bilim dallarıyla girik ve ortak sorunları çözmeye ortak hareket etme noktasına gelmiştir. Jeoloji biliminde yeni alt bilim dalları ortaya çıkmıştır. Bunlar;

**A-Tıbbi Jeoloji (Jeoloji ve Tıp)**

**B-Adli Jeoloji**

**C-Pedo Jeoloji (Jeoloji ve Toprak)**

**D-Jeoarkeoloji (Jeoloji ve Arkeoloji)**

**E-Jeoturizm (Jeoloji ve Turizm)**

**F-Askeri Jeoloji** olarak sayabiliriz.

**A-TIBBİ JEOLJİ**

*(Bu bölüm Eşref Atabey'in 2005, 1. Tıbbi Jeoloji Sempozyum Kitabı, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları: 95, Sayfa: 27-52, Türkiye'de doğal jeolojik unsurlar ve insan sağlığına etkileri adlı makalesinden alınmıştır)*

Gezegimizin temel yapı taşları olan kayaç ve mineraller doğada bulunan elementlerin çoğunu barındırırlar. İnsan vücuduna besinler, su ve hava

yoluyla giren bu elementlerin çoğu küçük dozlarda bitki, hayvan ve insan sağlığı için gereklidir. Besin zinciri yoluyla ve ayrıca atmosferdeki toz ve gazların solunmasıyla birlikte jeoloji, insan sağlığı ile doğrudan ilgilidir.

Tıpkı vücudumuzu oluşturan hücreler gibi yer kabuğunu oluşturan kayalar da çeşitli minerallerden oluşmuştur. Yaşamları süresince insanlar bu minerallerle doğrudan ya da dolaylı olarak ilişki içindedir. İçtiğimiz suda, yenilen gıdalarda ve solunan havada çeşitli elementler ve mineraller bulunmaktadır. Hangi elementlerin insanlar ve hayvanlar açısından gerekli olduğunu bilmek önemlidir. Kalsiyum, magnezyum, fosfor, potasyum, sodyum, iyot ve kükürt gibi elementlerin vücudumuz için gerekli olduğu, diğer yünden 6 değerlikli krom, kobalt, bakır, flor, demir, mangan, molibden, selenyum ve çinkonun belirli limitin üstünde zararlı olduğu bilinmektedir. Zehirli olarak bilinen elementlerden alüminyum, arsenik, kadmiyum, kurşun ve cıvanın aşırı düzeyde bulunmaları ise vücut hücrelerindeki element dengesini bozmaktadır. Alüminyumun bunama (alzheimer), mide, kemik ve beyin dokuları; arseniğin hücre metabolizması; kadmiyumun böbrek renal korteksi, kalp, beyne giden kan damarları, iştah ve koku alma merkezi; kurşunun kemik, karaciğer, böbrek, pankreas, kalp, beyin ve sinir sistemi, cıvanın sinir sistemi; hücre zarları ve bağışıklık sistemi üzerine olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir (Atabey, 2005, 2006, Barlas ve Demirsoy, 2006, Düzgören Aydın, 2006, Halilova, 2006, Helvacı, 2006).

1493-1541 yılları arasında yaşamış olan Paracelsus; 'Tüm maddeler zehirdir; zehir olmayan hiçbir şey yoktur. Doğru doz zehri ve devayı (ilacı) ayrı kılar' demiştir.

Bazı mineral tozlarının da sağlığımız üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bunlar arasında asbest minerallerinden krizotil, krokidolit, tremolit, amozit, antofillit ve aktinolit: akciğer, plevra, periton, ovaryum, mide, pankreas, böbrek, üst sindirim yolu ve solunum yolu kanserleri, hyalanize kalsifiye plevral plaklar, pulmoner fibrozise (Barış, 1987, 2006); silis minerallerinden ametist, tridimit, kristobalit, keatit, koesit, stişhovit, kalsedon ve sileksit ile kömür gubundan taşkömürü, turba, linyit ve antrasit pnökonyoza; fenakit, olivin, alümino silikatlar, gröna ve epidot: pulmonar fibrozis, hyalanize kalsifiye plevral plaklara; zeolit minerallerinden eriyonit pnömokonyoza: plevra ve periton

kanserleri, plevra kalınlaşması, kalsifiye plevral plaklara; radyoaktif minerallerden uraninit, tuyamunit, thorininit, autunit: kemik, kemik iliği, deri ve akciğer kanserlerine; talk, mika ve kaolen: pulmoner fibrozise; kalsit ve aragonit: safra kesesi taşlarına; vevelit ve apatit; üriner taşlara; hematit: deri ve akciğer kanserlerinin nedeni olduğu belirtilmektedir.

Evlerinde kömür yakan, kömür yatakları, kömür ocakları ve kömürle yanan güç santralleri yakınında yaşayan insanların sağlığı üzerine kömürün derin etkileri bulunduğu, Avrupa ve Asya'da kömürle yanan güç santrallerinden yayılan arsenik gibi iz elementler ciddi sağlık sorunlarına yol açtığı belirtilmektedir. Linyit kömürlerinden yeraltısuyunun yıkadığı organik bileşikler, Balkanlarda yüzbinden fazla insanın ölümüne neden olan böbrek hastalığına (Balkan Endemik Nefropatisi=BEN) yol açtığı (ülkemizde de özellikle Pliosen yaşlı kömürlerde benzer etkilerin olduğu) bilinmektedir (Tatu ve Orem, 2003). Gelişmiş ülkelerde kömür kullanımından dolayı milyonlarca insan floroz ve arsenizmden etkilenmektedir (Atabey, 2005).

İnsan yapımı organik bileşiklerin çevreye bırakılması ekosistemlere ve insan sağlığına potansiyel bir tehdit oluşturmaktadır.

26 ülkede yaklaşık 350 milyon insanın susuzluk çektiği, yeterli su kaynağına sahip olmayan insan sayısının ise 1.2 milyar kişi olduğu belirtilmiştir. Bu rakamlar dikkate alındığında dünya nüfusunun 1/3 kadarı su sorunu ile karşı karşıya demektir. İçme suyundaki radon, yeraltısuyundaki arsenik, flor, cıva kirliliği, iyot ve selenyum eksikliği, sağlığımıza olumsuz etkiler yapmaktadırlar. Dünyada her yıl çoğunluğu çocuk olmak üzere 5 milyon kişi su yetersizliğinden ve kirliliğinden hastalanarak ölmektedir.

Tıbbi Jeoloji: Doğal jeolojik etmenler ile insan ve hayvan sağlığı arasındaki ilişkileri ve bu tür sağlık sorunlarının coğrafi dağılımında sıradan çevresel etkenlerin etkisini anlamaya uğraşan bir bilim dalıdır. Tıbbi Jeoloji, başta Jeoloji Mühendisleri, Tabipler, Epidemiologlar, Diş Hekimleri, Patologları, Veteriner hekimler, Ziraatçılar, Mineraloglar, jeokimyacılar, Biyojeokimyacılar, Biyologlar, Toksikologlar, Hidrojeologlar, Mineralogları, Kimyacıları ilgilendirmektedir.

Jeoloji ile sağlık arasındaki bağlantıyı ilk kez 1270'lerde Çin'e giden Marco Polo anlatmaktadır. 'Çin'de Su-chau iline varmak için bir vadiyi

geçmek zorunda olan gezginler ülkenin bu bölümünü hiçbir şekilde yabancı bir hayvanla geçmeye cesaret edemez, çünkü burada yetişen zehirli bir ot ile beslenen hayvanlar ayaklarını kaybederler, bölgede doğup büyüyen hayvanlar bu otu tanır ve ondan sakınırlar' (Latham, 1958). Marco Polo'nun gözlediği belli bitkileri yiyen atlarda görülene benzer durumun bugün selenyumun birikmiş olduğu bitkilerin tüketilmesinden kaynaklandığını biliyoruz ve bu gezginin öyküsü selenyum zehirlenmesinin ilk kanıtı sayılabilir. Marco Polo ayrıca İran'ın doğusundaki Yarkand vaha şehrinin çevresindeki bölgede tanımladığı guatrı hastalığını da suyun farklılığına bağlamıştır. Daha önce de İran'ın doğusundaki Kirman şehrinde yaşayanların savaşıma eksikliğini toprağın doğasına bağlamıştır. Bölgede çadırdaki yaşayan bu insanların çadırlarının önüne güçlerini yeniden kazanmaları amacıyla toprak yerleştirilmiştir (Fuge, 2004).

Hipokrat 'Havalar, Sular ve Yerler' adlı eserinde belli koşullar altında suyun 'demir, bakır, gümüş, altın, kükürt, şap, bitüm ya da güherçile içerenleri gibi termal sular çıkaran topraktan geldiğini' ve bu suların kullanılamayacağına dikkat çekmiştir. Romalı bir mimar olan Vitruvius MÖ.İ.yy'da madenlerin yakınındaki suyu ve kirliliği gözleyerek madencilikle ilişkili potansiyel sağlık tehlikelerini belirtmiştir. Sonraları MS.İ.yy'da Yunanlı hekim Gales, bakır çıkarılmasıyla ilişkili asit dumanlarına dikkat çekerek madencilik faaliyetlerinin yarattığı tehlikeyi onaylamıştır (Fuge, 2004).

Sağlığa etki eden jeolojik etmenlerin öneminin farkına varılmasıyla 1992 yılında Uluslararası Jeoloji Bilimleri Birliğinin (IUGS), Çevre Planlaması Amaçlı Jeoloji Bilimleri Komisyonu; Uluslararası Tıbbi Jeoloji Çalışma Grubu oluşturmuştur. 2000 yılında ise UNESCO, 454 nolu Tıbbi Jeoloji projesi adıyla yeni bir Uluslararası Jeolojik Korelasyon Programına (IGCP) öncülük etmiştir. Ülkemizde ise ilk defa 2003 yılında Sağlık Bakanlığı, Ulusal Kanseri Danışma Kurulu altında Tıbbi Jeoloji Alt Kurulu oluşturulmuştur.

İnsanlar tüm tarih boyunca mineral tozlarıyla birlikte yaşamışlardır. Hava akımları topraktaki mineral taneciklerini süpürerek çok uzak bölgelere kadar taşıyabilir. Havada belli süre asılı kalan mineral tozlarını solunum yoluyla akciğerlerine alan insanlar belli süre sonra hasta olma riskiyle baş başa kalırlar.

Ülkemizdeki mineral tozlarından etkilenme; iklimsel koşullar, bitki örtüsü, erozyon etkileri, çeşitli insan aktiviteleri, inşaat, tarım, siva, boya, badana, ev içi etkilenme, madencilik faaliyetleri, hayvancılık, toprak yollardan, sanayi, yok edilen orman alanları, kuruyan göller, ormandan arındırılmış kıyı alanlarından kaynaklanmaktadır.

Mineral tozlarının, solunum yoluyla uzun süre alınması sonucunda akciğerde birikmesiyle pnömokonyozlar oluşmaktadır. Bunlar içinde karbon, demir, silikat, asbest, eriyonit, berilyum, mangan, talk bulunmaktadır. Etki altında kalış süresi, mineral tozu ya da lif miktarı, lif uzunluğu, toz boyutu, tozun çeşitliliği, mineral parçacıklarının havada asılı kalma özelliği, ağırlığı ve yoğunluğu etken olmaktadır. Tozlu ortamda uzun süre bulunmak her zaman pnömokonyozu nedeni olmayabilir. Genel olarak 10 mikron altındaki tozlar havada asılı kalarak gırtlığa girebilir, çapı 5 mikrondan küçük olanlar ise bronşlara ulaşabilir. Daha büyük parçacıklar çoğu soluk borusu-bronş ağacının mukuslu kirpiksi uzantı sistemince durdurulur ve yutağa geri getirilir. Akciğere gelen toz miktarı fazla ise pnömokonyoz ortaya çıkabilmektedir.

### **Arazi Kullanımı Planlaması ve İskan Alanlarında Tıbbi Jeolojinin Önemi**

Bir yerleşim yeri planlaması aşamasında nasıl ki sert ve yumuşak zemin özellikleri, sıvılaşma, heyelan, sel baskını, kaya düşmesi gibi kriterler dikkate alınıyorsa, yerleşime açılması düşünülen zeminlerin mineral dağılımı, yeraltısuyunun kalitesi, radyoaktivitesi de bilinmelidir. Zeminler deprensellik yönünden yerleşime uygun parametreler taşıyor olsa bile, eğer insan sağlığını tehdit eden mineral, toz, su kirliliğine neden olan etmenler varsa iyileştirme tedbirleri alınmadan, sağlıklı bir ortam yaratılmadan yerleşime açılmamalıdır. Yerleşime açılması düşünülen zeminde insan sağlığını tehdit eden elementlerden uranyum, arsenik, minerallerden ise asbest, eriyonit, silis tozları olabilir. İmara açılacak alanların mineral dağılımı yapılarak, arsenik, radon gazı, radyasyon ve iz element değerleri saptanmalı. Özellikle kanser nedeni olan asbest ve eriyonit içeren kayalar ile bunların alterasyonundan oluşmuş olan zeminler yerleşime açılmamalıdır. Bu gibi mevcut yerleşim birimleri de iskandan arındırılmalıdır. Bu tür yerleşime açılacak olan zeminlerin, insan sağlığını tehdit eden ve hastalıklara neden olabilecek element, mineral, zehirli gazlar vb. yönünden araştırılması ABD ve

Avrupa ülkelerinde özellikle İngiltere ve İsveç'te yasal olarak uygulanmaktadır.

### **B-ADLI JEOLJİ**

Adli Jeoloji kısaca; Jeoloji alanındaki bilgilerin adaletin hizmetine sunulması işidir. Son yıllarda giderek önem kazanan adli bilimler bilim dalı gelişmiştir. Adli Bilimler; Tıp, Fen ve Sosyal Bilimler alanlarındaki bilgilerin Adaletin hizmetine sunulmasıyla ilgilenen bir daldır. Bu geniş yelpaze içerisinde tıp bilimlerinden, uzman hekim ve diş hekimi; fen bilimlerinden kimyacı, eczacı, antropolog, biyolog, jeolog, zoolog, botanikçi, toksikolog, makine, elektrik ve elektronik mühendisleri; sosyal bilimlerden ise hukuk fakültesi mezunları, hakim, savcı, avukat, polis akademisi mezunları, psikolog, pedagog, sosyolog ve hatta iletişim fakültesi mezunları yerini almaktadır (Prof. Dr. Hamit Hancı sözlü görüşme, 15 Ocak 2007).

Jeolojinin bir çok alanı adli bilimler kapsamında ele alınarak, adaletin hizmetinde önemli rol üstlenebilirler. Bu kapsamda Genel Jeoloji, Mineraloji-Petrografi, Stratigrafi-Sedimentoloji, Maden Jeolojisi, Paleontoloji ve bunun alt dalları vd. yararlı olabilir.

Doğal afetlerden sonra ve her türlü adli olaylarda kimlik tespitinde şahıslar üzerindeki kayaç, mineral kırıntıları, mineral tozlarının tespitinde mineraloji-petrografi bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Tarihi kazılarda ortaya çıkan insanla ilgili kalıntıların, kayaç, toprak katmanları gibi bulguların değerlendirilmesinde stratigrafi-sedimentoloji bilgilerine, özellikle antropolojik ve palinolojik bulgularda ise paleontoloji bilim dalı tespitlerde, analizlerde rol oynamaktadır.

İnsanın biyolojik, morfolojik ve kültürel değişimini inceleyen ve insan bilimi olan Antrapoloji kayıp şahısların kimliklendirilmesinde, arkeolojik kazılarda elde edilen bulguların değerlendirilmesinde çok önemli bir konuma sahip olup, adli antrapoloji olarak karşımıza çıkmaktadır.

Adli bilimlerin bir dalı olan adli palinoloji kriminal olayların aydınlatılmasında önemli bir yere sahiptir. Adli olgularda, polen ve sporların tespit edilmesi, tiplendirilmesi ve karşılaştırılarak davalarda delil olarak kullanılmasını sağlayan bilim dalıdır. Adli palinolojik analizler hırsızlık, cinayet, yasadışı madde bulundurma, madde kaçakçılığı, tarihi eser kaçakçılığı, ırza geçme gibi olgularda aydınlatıcı olabilmektedir. Hemen her

yerde ve atmosferde bulunan gözle görülemeyen mikroskobik yapılar olan bitki polenleri, olay yerinde bulunan kişilerin ve materyallerin üzerine bulaşır. Bu polenlerin uygun şekilde alınarak laboratuvarda incelenmesi ve tanımlanması bize kişinin veya materyalin bulunmuş olabileceği yerler hakkında ipuçları verir. Laboratuvar incelemeleri, palinolojik tanımlamalar ve bu konunun adli yönden incelenmesi adli biyoloji ile palinoloji uzmanlığının beraber kullanılmasını gerektirmektedir (Candar vd. 2005).

### **C-PEDO JEOLJİ (JEOLJİ VE TOPRAK)**

*(Bu bölümü Eşref Atabey'in 2005, Ölçü Dergisi, TMMOB İstanbul İl Koordinasyon Birliği, Nisan 2005, Sayfa: 170-175 yayımlanan Pedo Jeoloji (Jeoloji ve Toprak) makalesinden alınmıştır)*

İnsan, hayvan ve bitkilerin yaşamlarının sürekliliğine olanak tanıyan besin maddelerinin kökeni topraktan kaynaklanmaktadır. Hayvansal ve bitkisel besin maddelerinin bileşimine giren anorganik maddeler mineral ve kayaçların ayrışması ile toprağa, buradan da bitkiler aracılığıyla insan ve hayvanların beslenmelerine aktarılırlar. Kayaç çeşitliliği ne tür toprak oluşabileceğinin bir tür de anahtardır. Farklı mineral bileşimli, farklı sertlikteki kayaçlar farklı toprakları oluştururlar. Bu bağlamda Jeoloji bilimi ile toprak bilimi (pedoloji) birbirinden ayrılmaz bir ikili oluştururlar. Ancak bu iki disiplinin birlikte çözüme kavuşturacağı bir çok sorun da bulunmaktadır.

Jeoloji ve Pedolojinin ortaklaşa uygulama alanı bulunduğu bilim dalı için 'PEDO JEOLJİ' tanımını kullanmak yerinde olacaktır. Toprak oluşumunda mineral ve kayaçların etkilerinin araştırılması, jeokimyasının çıkartılması, oluşum sürecinin ortaya konulması, tektonik olayların toprak oluşumundaki etkileri, ayrışma zonlarının saptanması, drenaj sistemlerinin malzeme taşınmasındaki rolleri gibi unsurlar PEDO JEOLJİ'nin ilgi alanına girmektedir.

Toprak fizikokimyasal olaylarla kayaçlarda parçalanma, ufalanma veya kimyasal olarak çözünme, erime süreçleri ile gevşek yapılı, değişik tane boylarındaki bir nitelikle oluşmaktadır. Kayaç ve mineraller koşullar değişmediği sürece duraylı bir durum gösterirler. Çünkü mineraller elementlerden, kayaçlarda minerallerden oluşurlar. Elementlerin ömürleri hemen hemen sonsuz bir yaşama sahip olmalarından dolayı bunların bozunmaları ancak fizikokimyasal



süreçlerin değişmesiyle oluşabilirler. Koşullar değişirse yeni koşullar altında duraylı kalabilen yeni kayaç ve minerallere dönüşebilirler. Mineraller ve kayaçlar değişen bu koşullarla ayrışmaktadır. Ayrışma litosferin (taşküre) hava, su ve canlılarla temas ettiği yerlerde yoğun bir şekilde yaşanmaktadır. Yeryuvarını kaplayan 'ayrışma katı', yeraltısuyu tablası ile arasında bulunan kabuk kısmını oluşturmakta ve derinliği atmosferik koşullara bağlı olarak ve yeryuvarının değişik alanlarında da farklı farklıdır. Sedimentasyon ilk aşamasını ayrışma süreçleri oluşturur. Ayrıca taşınma, biriktirme, başkalaşım ve taşlaşma süreçlerinde de keza ayrışma devam etmektedir. Ayrışmanın doğal sonucu toprak oluşumudur. Toprak oluşumunda iklim, organizma, kayaç ve minerallerin rolü, topografya, bölge ve zaman başlıca rolü oynarlar. Ayrıca ana kayacın cins ve niteliği de önemlidir. Örneğin granit kayaları ılıman iklim bölgelerinde gri, stepelerde siyah, mevsimlik olan bölgelerde ise kırmızı renkli lateritik toprakları oluştururlar. Kum taneleri arasında boşluklar olduğundan suyu tutamamakta, kil ise suyu içinde tutabilmektedir. Kil ile kum karışımı olan tın, çok iyi bir toprak türü oluşturur. Toros Kuşağında yaygın olan kireçtaşlarının erimesiyle kayaç içi havzalarda varolan maddelerin birikmesiyle kırmızı renkli terra rossa tipi topraklar oluşmaktadır. Bazaltik kayaçlar ısı farklılaşmasıyla parçalanarak taşlı bir zemin oluştururlar. Granit kayaları yavaş yavaş ayrışır ve bitki köklerinin girmesine izin verirler. Volkanik malzemeler ve özellikle tüfler verimli toprakları oluştururlar. Limonitli topraklar sarı, hematitli olanlar kırmızıdır. Koyu gri ya da soluk yeşil renkli topraklar redüksiyona uğramış demirli maddelerden oluşmuştur. Humusca zengin topraklar siyah renklidir. Granodiyorit kayaçlar üzerinde gelişmiş bir toprak zonunun en alt seviyesi ufalanmış taş parçalarından, orta seviyesi kumlu ve mika pullarını içeren kil ve en üst seviyesi ise kuvars kumu, silt, kil ve çürümüş bitki karışımlarından oluşmaktadır. Buna karşın kireçtaşları üzerinde oluşmuş toprak zonda ise; en altta kireçtaşı parçalı kil, onun üstünde humusca zengin kil yer alır.

Toprak gelişimi tektonik yapı ile doğrudan ilişkilidir. Ülkemiz Afrika, Arap ve Avrasya levhalarının birbirlerine yaklaştıkları ara zonda bulunmaktadır. Anadolu levhasının doğusu yükselerek platolar ve dağarası havzalar, Anadolu levhasının batıya hareketi ile gelişen Kuzey

Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayı boyunca da bir çok ova ve zengin toprakların yer aldığı havzalar oluşmuştur. İç Anadolu Bölgesinde daha çok açılma ve doğrultu atımlı fay sistemlerine bağlı olarak gelişen ovalar ve onlardaki toprak oluşumları söz konusudur. Batı Anadolu'da ise graben sistemlerine bağlı olarak batı-doğu uzanımlı ovalar ve bunların verimli toprakları gelişmiştir.

Tektonik yapıya paralel olarak gelişen akarsu sistemleri ve bunların taşıdığı zengin çakıl, kum, silt ve çamurlu malzeme nehir kıyı ve taşkın ovalarında ve denize kavuştukları alanlarda oluşan delta üstü ortamlarında (ki bunlar gerçek ovalardır) birikmek suretiyle, üzerlerinde verimli topraklar oluşturmuşlardır. Örneğin Kızılırmak Nehrinin oluşturduğu Çarşamba ovası ve onun zengin tarım toprakları, Ceyhan Nehrinin oluşturduğu Adana deltası ve onun toprakları, Dalaman Çayının oluşturduğu Dalaman ovası ve verimli toprakları gibi. Ege graben sisteminde süreç içinde graben oluşurken, akarsu sistemleri de grabenlerle birlikte gelişmiş bir taraftan yerinde ayrışma ve depolanma ile diğer taraftan akarsuların taşıdığı ince malzemenin depolanmasıyla zengin topraklar oluşmuştur. Bu topraklar Dördüncü Zaman (Kuvaterner) zaman aralığında yaklaşık 1.7 milyon yıldan bu yana oluşmaktadır. Hayatımızın sürekliliği için gerekli besinleri sağlayan topraklar kısa sürede oluşamaz ve yenilenemezler.

#### **D-JEOARKEOLOJİ (JEOLOJİ VE ARKEOLOJİ)**

*(Bu bölüm Prof. Dr. Yücel Yılmaz'ın Jeoarkeoloji ve Arkeojeofizik Sempozyumu 23 Kasım 2005, YTÜ'de yaptığı açılış konuşmasından aynen alınmıştır, www.jmo.org.tr)*

Jeoarkeoloji arkeolojik bulgu ve kayıtların anlaşılmasında günümüzde önde gelen bilim dallarından birisidir.

Jeoarkeoloji terimi 1970'lerden bu yana artan bir yoğunlukla arkeolojik bulgu ve kayıtların değerlendirilmesinde yerbilimleri tekniklerini uygulayan araştırmaları tanımlama amacıyla kullanılmaktadır. Arkeolojinin özellikle Prehistoryanın yerbilimleriyle ilişkisinin kurulması en azından 19.yy ve belki de 18.yy'la kadar geri gidiyor. Bu ilişki birkaç evre halinde gelişmiş. Bu evrelerin ilki Prehistorya'ya çok disiplinli yaklaşım fikriyle başlamış. O dönemde ilgilenilen ana konu ise, ilk insanın ne denli eskiye kadar gittiği sorusuna cevap aramak. 19 yy'da



merak edilen ana soru ise insanın Avrupa ve Amerika'ya buzul çağında ne zaman yerleştiği sorusu. Daha sonra, örneğin 1840'lardan 1920'lere yerbilimleri ve arkeoloji eski insan medeniyetlerinin araştırılmasında birlikte kullanılmış. Bağlı zamanın saptanmasına ek olarak insan yapımı aletler içeren eski çökel istiflerinin oluşumunda ne tür doğal işlevlerin etkili olduğu, bu aletlerle birlikte bulunan faunanın aralarında ne tür ilişki olabileceğini ortaya koymağa çabalamış. İkinci evre olan 19 yy'ın sonu ile 1950'lere kadarki olan dönemde Paleo ortam ve Paleo iklime yönelik ilgi gelişerek, yer bilimleriyle Prehistoryayı saracak denli genişlemiş. Araştırmaların sonuçlarını bu çok disiplinlerden katkı koyan bilimciler, ortak raporlar ya da yayınlar halinde düzenlemeğe başlamışlar. Bu dönemde gerçekleştirilen jeoarkeolojik çalışmalar belki de 3 grupta toplanabilir; bir grup rejyonal jeomorfolojik çalışmalar: Bunlar, çoğunlukla jeokronoloji ve paleoklimatoloji amaçlı. İkinci bir grup, ekolojik ve laboratuvar ağırlıklı çalışmalar; bunlar kazılardan çıkan malzemeler üzerinde gerçekleştirilen, laboratuvar çalışmaları ve aynı zamanda kazı alanı özelindeki istifte gerçekleştirilen çalışmalar.

20.yy'ın 2.yarisından sonra 3.bir grup çalışma dönemine geçildiği söyleniyor. Bu evrede arkeolojik alan bağlamında, teorik ağırlıklı çalışmalar yapılmaya başlanmış. Arkeolojologlar ve Prehistoryacılar, bu teorik bazlı değerlendirmelerden doğan soru ve sorunlara doğa bilimlerinden destekli cevaplar

bulabileceklerine daha yoğunlukla inanmaya başlamıştır.

Jeoarkeoloji olarak adlandırabileceğimiz yerbilimleri disiplinleri çok geniş bir yelpaze oluşturuyor. Bunlar arasında; stratigrafi, sedimentoloji, jeomorfoloji, pedoloji, petrografi, jeokimya, jeofiziğin tüm disiplinleri, paleontoloji, deniz jeolojisi, jeokronoloji, klimatoloji sayılabilir. Tüm bu disiplinler kavram metod ve birikimleriyle, arkeolojik sorulara katkı yapmaya yönlendirilmişse arkeolojisi yapıyordur. Anahtar kriter arkeolojik yorum ve değerlendirmelerin yerbilimlerine dayanan metod ve görüşlerden türetilmiş olmasıdır. Daha geniş bir bakış açısından bakıldığında ise jeoarkeoloji, ayrıca arkeometrinin birçok kesimini içermesi yanısıra ortamsal arkeolojiye, Kuvaterner jeolojisine, fiziksel coğrafya, jeoekoloji ve biyocoğrafyaya kadar da uzatılabilir.

Aslında gelişiminin bir evresinde ve genellikle başlangıç döneminde varlığı ile kullandığı metod ve teoriler üzerinde tartışma ve kavgalardan esirgenmiş bir bilim dalı nerdeyse yoktur.

Yaygınca benimsenen bir görüşe göre jeoarkeoloji arkeolojisinin bir parçasıdır. Jeolojik metod, kavram ve bilgiyi kullanan bir daldır. Jeo sıfatı arkeoloji ismini tamamlar. Örneğin arkeolojik kazı alanından çıkartılan çökellerin incelenmesi gibi. Bu anlamda bu çökellerin değerlendirilmesinde ele alınan konu ve sorunlar tümüyle arkeolojik kökenli ve o yeri anlamağa yöneliktir. Öte yandan ise arkeolojik jeoloji tabiatıyla bir yerbilimi araştırmasıdır aslında; bir ya da daha çok arkeolojik sorusunun çözümüne yönlendirilmiş bir incelemedir. Örneğin sahil değişimlerinin incelenmesi; yani sahil çizgisi göçünü, haliçlerin oluşumunu veya nehir ağızlarının dolmasını, büyümesini ortaya koyar. Bunlar arkeolojik araştırmada çok önemli konulardır ve tanımımıza uyar.

Jeologlar ise kara ile deniz sınırının milyonlarca yıllık süreçteki değişimlerini rutin olarak ortaya koyarlar; o bölge ne zaman denizdi, ne zaman karaydı. Jeologlar, çok kısa süreli değişimlerle doğrudan ilgilenmezler bile. Onların ilgi alanı kesinlikle ne arkeolojidir ne de arkeolojinin işine yarar.

Bir başka örnek şu olabilir; Truva antik kenti ve çevresindeki yeryüzü şekillerinin gelişimini gösterebilmek için oluşturulan paleomorfolojik haritalar, örneğin İlhan Kayan'ın yaptığı haritaların



arkeolojik değeri çok önemlidir. Arkeolojinin o yöreye ve o konuya yönelik sorunlarını çözmeye amacıyla üretilmiştir. Bu nedenle de arkeolojik jeoloji diye tanımlanabilir.

#### **E-JEOTURİZM (JEOLJİ VE TURİZM)**

Türkiye'de yerbilimleri açısından öneme sahip jeolojik miras konumundaki yer, kayaç, fosil, yapı, maden, yerçekli, mineral vb. oluşumların araştırılması, korunması için çalışmaların yapılması, kamuoyuna tanıtılması ve gelecek nesillere aktarılmasını sağlamak jeoloji bilimini doğrudan ilgi alanına girmektedir. Jeolojik oluşumların envanterinin çıkartılması, kamuoyuna tanıtılması, bu konularda projelerin yapılması ve yürütülmesi Jeoloji Mühendisliği uğraş alanıdır.

Görsel ve özel özellikleri bakımından güzellikleri olan jeolojik yapılar, fosil, mineral, yerçekli vb. eğitim amaçlı olarak ve turizm amaçlı olarak kullanılmaktadır. Ve bu gibi yerler kalkınma programları çerçevesinde bilimsel ve genel amaçlı turizmi canlandırarak özeldi yörenin ve genelde tüm ülkenin ekonomik gelişimine katkı sağlayacaktır.

#### **F-ASKERİ JEOLJİ**

*(Bu bölüm William Leith'inin Şubat 2002 Geotimes makalesinin Çeviri olarak hazırlayan Tandoğan Engin'in TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Haber Bülteni, 2004/1 sayı, sayfa 57-59 yayımlanan makalesinden alınmıştır)*

Askeri konularda Jeoloji Mühendisleri daha çok arazinin fiziksel yapısı, jeolojisi ve toprak yapısı

konularında çalışmalar yapmaktadırlar. Askeri birliklerin arazi parçası üzerinden nasıl geçebileceklerini, yeraltı kaynaklarının, inşaat malzemelerinin yerlerinin belirlenmesinde, havalanları inşaatı için uygun yerlerin ortaya konulması askeri alanda Jeoloji Mühendislerinin görevleridir. Kayaların özellikleri, dağılımı, bazı yapıların tespitinde uzaktan algılama yöntemleri kullanılmaktadır. George Kierseh ve James Underwood'un 1998 yazısında Napolyon'un 1789 yılında Mısır'ı işgali sırasında jeoloji bilgilerinden yararlandığı, öncü birlikler arasında iki jeoloji mühendisi görevlendirildiği belirtilmektedir. 18, 19, 20. yüzyıllarda Askeri Jeoloji "Askeri Arazi Bilgisi" olarak tanımlanmış olup, konuları arasında, askeri birliklerin ve araçların hareketi, ulaşım güzergahı, konuşlanma yerlerinin belirlenmesi, inşaat malzemelerinin temini, kayaların kırılma özellikleri, yamaç duraylılığı, yeraltı ve yerüstü hidrojeoloji haritalarının yapılması bulunmaktadır. Askeri Jeoloji Amerikan Devrim savaşından bu yana Kore Savaşı dahil rol oynamıştır. 1904, 1905 yıllarında Rus-Japon Harbi sırasında Ruslar jeoloji bilimini ilk kez büyük ölçüde kullanmıştır. Savaş sırasında Japonlar Kore yarımadasının jeoloji haritasını, birinci Dünya Harbi sırasında Fransa'da bulunan Amerikan askeri jeoloji mühendisleri yüzey malzemelerinin fiziksel özelliklerini gösteren ilk mühendislik jeolojisi haritalarını hazırlamışlardır. İkinci Dünya harbine kadar askeri jeoloji iyi gelişmiş bir bilim dalı haline gelmiştir. Amerikan Jeoloji Kuruluşu 1942 yılında 250 jeoloji mühendisinin çalıştığı bir askeri jeoloji birimi oluşturmuştur. Jeoloji biliminden 16. yüzyıldan bu yana savaşlarda, askeri alanda yararlanıldığı düşünüldüğünde diğer yeni dallara göre Askeri Jeoloji alt bilim alanının yeni bir alan olduğunu söylemekte zorluk çekmekteyiz.

#### **TARTIŞMA**

Tartışma kısmında Prof. Dr. Sayın Yücel Yılmaz'ın Jeoarkeoloji Sempozyumunda yaptığı konuşmadan bir kesit sunmak istiyorum. "Günümüzde hiçbir disiplinin kesin ve keskin sınırları yok. Daha da ötesi, disiplinlerin sınırlarının nerelerde bittiğinin bir önemi de yok. Aslı olan, konular, sorular ve sorunlardır. Bunlara cevap aramada hangi yol, yordam, yöntem gerekiyorsa araştırmacı tümünü kullanır. Bilemediği, anlamadığı alanlara girince çevre disiplinlerden araştırabildiğini kendisi araştırır, araştıramadığını



ise bilenlere sorar, onları konunun içine çeker. Böylece ara kesitler ve yeni ortak alanlar doğar, oluşur, gelişir. Bunlara ille bir isim bulmak ise kanımca çok önemli bile değil.

Bizde, sık sık tanık olduğumuz nahoş bir olgu var: bir yabancı gelir, bir şeyler anlatır; bizden birisi kalkar, siz necisiniz biyolog mu, fizikçi mi gibilerden misafiri biraz da huzursuz eden, yani sizi doğrudan ilgilendirmeyen bu konularda niye konuşuyorsunuz gibilerden garip bir soru sorar. Adam önce bir duraklar, sonra güler geçer. Doktoramı yaparken, günün birinde odama genç bir İskoç coğrafya öğrencisi geldi. Bilmem ne buzulunu inceliyormuş. Süreç içinde buzulun nerelere kadar ulaşabildiğini anlayabilmek için buzulun taşıdığı çizikli granit çakılları konusunda görüşmek için gelmiş. Benim, granitler üzerinde doktora yaptığımı öğrenmiş. Benim kadar petrografi, benim kadar x-ray analiz yöntemleri, benim kadar yapısal jeoloji ve benden çok daha fazla pek çok şeyi biliyordu.

Kökeni coğrafyacı idi ama amacı buzulların ulaştığı sınırı öğrenmek ve bunun için ne gerekliyse yapabilmektir. Önemli olan soru, sorun ve konular, sonra da bunu merak eden insan, yani bilimcidir. Gerekirse, metod ve metodolojisini bile kendisi bulur".

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- Atabey, E. 2005. Tıbbi Jeoloji. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları: 88, 194s. Ankara.
- Atabey, E. 2006. Türkiye'de doğal jeolojik genel unsurlar ve halk sağlığı (Tıbbi Jeoloji). 1. Tıbbi Jeoloji Sempozyum Kitabı (Ed. E. Atabey). TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları: 95, 27-52. Ankara.
- Ataman, G., 1979, Batı Anadolu'da zeolit oluşumları, Yerbilimleri, 3: 85.
- Barış, Y. İ., 1987, Asbestos and erionite related chest diseases, 167p.
- Barış, Y. İ. 2003. "Anne Bana kerpiteni Getir" Anadolu'nun

- Bitmeyen Akciğer ve Karın zarı Kanseri. Bilimsel Tıp Yayinevi, 224s. Ankara.
- Barış, Y. İ., Bilir, N. Ve Artvinli, M. 1988. An Epidemiological Study on an Anatolian Village Environmentally Exposed to Tremolite Asbestos. Br. J. Indust Med., 45, 838-840.
- Barlas, N. ve Demirsoy, a. 2006. Ağır metallerin Türkiye'deki durumu ve canlılar üzerindeki etkileri. 1. Tıbbi Jeoloji Sempozyum Kitabı (Ed. E. Atabey). TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları: 95, 108-121. Ankara.
- Candar, S. Elma, C. Ve Doğan, B. 2005. Adli Palinoloji, Adli Bilimler Dergisi / Turkish Journal of Forensic Sciences, 4(3):67-73.
- Combs, Jr. 2004. Geological Impacts on Nutrition. In Essentials of Medical Geology, Impact of THA Natural Environment on Public Health, 161-177. (Chief Editor, Olle Selinus) Elsevier.
- Çavdar, A. O. 1995. Trace Elements in Humans. 101s. Ankara.
- Düzgören Aydın, N. 2006. Kurşun izotopları ve ağır metallerin kaynakları ve dağılımları: Örnek çalışma-şehir çevre kirliliği ve insan sağlığı. 1. Tıbbi Jeoloji Sempozyum Kitabı (Ed. E. Atabey). TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları: 95, 65-73. Ankara.
- Fuge, R. 2004. Anthropogenic Sources. In Essentials of Medical Geology, Impact of the Natural Environment on Public Health, 43-60. (Chief Editor, Olle Selinus) Elsevier.
- Halilova, H. 2004. Mikroelementler (I, Zn, Co, Mn, Cu, Se) Biyojeokimyası, İİKE-Emek Yayınları, 110s, Ankara.
- Halilova, H. 2006. İyot, çinko, kobalt, mangan, bakır, ve selenyum mikroelementlerin biyojeokimyası, çevre ve insan sağlığına etkisi. 1. Tıbbi Jeoloji Sempozyum Kitabı (Ed. E. Atabey). TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları: 95, 93-107. Ankara.
- Helvacı, C. 2006. Batı Anadolu'da arsenik ve bor mineralleri ilişkisi ve sağlığa etkileri. 1. Tıbbi Jeoloji Sempozyum Kitabı (Ed. E. Atabey). TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları: 95, 74-92. Ankara.
- Ketin, İ. 1988. Genel Jeoloji, Yerbilimlerine Giriş, İTÜ Vakfı, Kitap Yayın No: 22, 597s, İstanbul.
- Leithi, W. 2002. Değişen dünyada askeri jeoloji, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Haber Bülteni, 2004/1 (Çeviri: T. Engin). 57-59. Ankara
- Öztunalı, Ö. 1973. Maden Yatakları, Oluşumu ve Değerlendirilmeleri, Latin Matbaası, İstanbul.
- Sözüdoğru Ok, S. Usta, S., halilova, H., Hosseini, S. ve Ünver, İ. 2006. Kastamonu yöresindeki su, toprak ve bitki örneklerinin iyodür kapsamları. 1. Tıbbi Jeoloji Sempozyum Kitabı (Ed. E. Atabey). TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları: 95, 168-173. Ankara.
- Tatu, C. A. and Orem, W, H. 2003. Environment, Medical Geology and the Etiology of Balkan Endemic Nephropathy. CIN'2003, 3th Nephropthy Congress, 10-25 November, Burgos-Espania.
- Urgancıoğlu, I. ve Hatemi, H. 1989. Türkiye'de Endemik Guatr. Cerrahpaşa Tıp Fak. Nükleer Tıp Anabilim Dalı Yayınları, 14, İS
- Yanardağ, R. ve Orak, H. 2001. Total Selenium Consantration in various Waters of Turkey. Environmental Technology, 22, 237-246.
- www.jmo.org.tr (erişim:30.01.2007)

NOT: Bu makale derleme olarak hazırlanmış olup, Jeolojinin yeni bilim dallarını bir arada tanıtmak amaçlanmıştır.