

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE JEOKİMYA

Ekonomik konulardaki tartışmalarda çoğu kez anahtar kelime kalkınma, veya büyüme olmaktadır, Bu da peşinden bazı sorular getirmektedir,*

* Prof. Pr. Ayhan ERLER

• • • Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA

Ekonomik konulardaki tartışmalarda çoğu kez anahtar kelime kalkınma veya büyüme olmaktadır. Bu da peşinden bazı sorular getirmektedir. Kalkınma veya büyüme nedir? Neden bazı ülkeler diğerlerinden daha hızlı kalkınmakta veya büyümektedir? Kalkınma veya büyümenin ölçüsü nedir? İktisatçıların tanımıyla, "kalkınma veya büyüme, bir ülkenin üretim kapasitesinin artmasıdır" (Lipsey ve Steiner, 1966), Üretim kapasitesi ise ülkenin bilinen kaynaklarının tümüyle kullanılması sonucunda elde edilebilecek gayrisafi milli hasıladır, diğer bir deyişle 'bir tavan değerdir. Dolayısıyla» gayrisafi milli hasılanın artması her zaman büyüme anlamına gelmemektedir; bu artışlar kaynakların kullanım oranındaki gelişmelerden de kaynaklanabilir. Gerçek kalkınma üretim kapasitesi denenen tavan değerini yükselttil ebilmesidir. Bir ülkenini ekonomisinin büyüdüğüne işaret eden yönelimler, (a) nüfus artış hızının sermaye artış hızından daha düşük olması,, (b) üretime dönük yatırımların artması,, (c) gerçek ücretlerin artması, (d) ücretlerin ekonomideki payının uzun. dönemde duyarlı kalması veya artması, (e) araştırma-geliştirme yatırımlarının, teknoloji geliştirme ve endüstride teknoloji kullanımının artması, (f) ulusal üretimdeki ağırlıkların tarımdan endüstriye ve hizmetlere doğru değişmesi,"(g) ulusal üretimin ve kişi başına yıllık gelirin artma-

ÇEVRE

sıdır (Samuelsoft, 1967, Heilbroner," 1968). Sayılan ölçütlerin bazılarındaki olumsuzluklar, kalkınma hızının yavaşlaması veya azalması sonuçlarını doğurmaktadır. Verimli tarım alanları, yüzey ve yeraltı suları, ve maden yatakları gibi doğal "kaynakların: varlığı, dağılımı ve kullanımı ise kalkınma hızının artmasını sağlayabilmektedir» Sürdürülebilir kalkınma ise bir ülkenin büyüme hızının korunabilmesi anlamına gelmektedir. Bu ise eğitilmiş insatgücünün artırılması, sağlıklı yaşama düzeyinin yükseltilmesi, doğal kaynakların yeterli ölçüde kullanılması ve yeni doğal kaynakların yeterli ölçüde kullanılması ve yeni 'doğal kaynakların bulunması, teknoloji üretimi ve transferi ve ulaşım ağının geliştirilmesi demektir.

JEOKİMYA VE UYGULAMALI JEOKİMYA

Jeokimya, yer kabuğunu oluşturan, kayaç türleri içinde kimyasal elementlerin farklılaşmasını,, taşınmasını,, birikmesini ve dağılımını etkileyen ve denetleyen fiziksel-kimyasal ilkeleri araştırır (Siegel,, 1974), Jeokimyasal ilkeler ve veriler, ilk olarak doğal kaynakların aranmasında uygulama alanı bulmuştur; jeokimyanın sağlık sorunlarının çözümü ve çevrenin korunması alanlarında uygulanması giderek önem kazanmaktadır.

Jeokimyasal Amma: Jeokimyasal arama, metallerin, endüstriyel minerallerin ve enerji kaynaklarının aranmasında, potansiyel

; i alanların bel i lenmesinde ve bili j nen kaynakların uzantılarının sap ; tanmasıiıda kullanılmaktadır (Sie • guJ, 1974j. Kayaç jeokimyası ça • Uçmaları „• masif sülfid ve porfiri . yatakları aran ovasında» cevherli so ' kılı lu ml arın belirlenmesinde yararlı ' olmaktadır. Yeterli mostraların bu • l u ndu ğ Li al an ! ard a kay aç jeoki m- ya.sının geliştirilmesi önemli po- tansiyeye sahiptir'(Govett, 1986). ""•Jeokimyasal aramanın ilk günie- . rinden bñ yana toprak jeokimyası etkili bir yöntem olmuştur, çünkü ;aynşTıamış kayacı örten bñr. toprak 'örtüsü maden aramada önemli yer yutmayı sürdürecektir (Govett, .-1986). İyice taranmış alanlarda bi- • le yeni elementlerin ve gelişmiş • yorumlama yöntemlerinin kulla- "ılması yararlı olabilecektir. Dre- naj 'sistemlerini geniş aralıklı ör- neklemenin büyük alanları tarama- daki yararları ilk olarak 1964 te ZepnbiaVb gösterilmiştir (Govett,, J986), Maden 'aramada drenaj etü çilerin in rolü zamanla değişim 'göstermektedir. Cevher veya iz- • şünü elementlerin kullanıldığı büyük ölçekli bölgesel çalışmalar önemini yitirmek te,, buna karşın .büyük ölçekli çok-amaçlı çok sa- yıda elementin -kullanıldığı jeo- .kimyasal haritalar hazırlanmasının ijnemi artmaktadır (Govett, 1986), ; Jeokîmyam! Atlaslar: İngilte- re'de Imperial College Uygulamalı Jecikimya Araştırma' Grubu, -dere şçdimanı örnekleri kollanarak, 2.6 klmr ye 1 örnek biçiminde düşük • yoğunluklu örnekleme ile, 26 ele- ment için analiz yapılarak,, önce Kuzey İrlanda'nın, jeokimyasal ha-

ritasını hazırlamıştır. Daha sonra aynı örnekleme -yöntemi kullanıla- rak, Wofson Vakfının yardımı ile, "Wofson İngiltere'ye Galler Jeo- kimyasal Atlası" (Webb ve diğere- ri, 1978J yayınlanmıştır. Bu ça- lışmadan elde edilen sonuçlardan, arama yapılacak alanların tanım» • lanması amacına ek olarak, jeo- ^kimyasal çevre tanımlanması ve tarım amaçlı olarak- yararlanılabi- mesi, sürdürülen araştırmaya yeni ufuklar açmıştır, Bu çalışmalardan sonra Kuzey İskoçya'nın jeokim- yasal haritaları Jeolojik Bilimler Enstitüsü tarafından hazırlanmış- • tır. Jeokimyasal atlasların en önemli uygulaması, sayısallaştırıl- mış jeokimyasal verilerin bilgisa- yar grafik işlem yöntemleri kulla- nılarak uzaktan algılama,, jeofizik ve yapısal veriler ile birlikte 'yo- rumlanabilmesidir (Plant ve diğere- ri, 1986). .1987 den bu yana bir UNESCO projesi eşgüdümünde pek çok ülkede jeokimyasal -harita- lama çalışmaları başlatılmıştır.

Cevher veya iz-sürücü elementlerin kullanıldığı büyük ölçekli bölgesel çalışmalar önemini yitirmek te, buma karşın ; büyük ölçekli çok-amaçlı çok sayıda elementin . kullanıldığı jeokimyasal haritalar hazırlanmasının önemi artmaktadır

Beniz Çalışmaları: Jeokimya- sal arama yöntemlerinin gerek sığ, gerekse derin denizel ortamlarda kullanılmasına 1960ıarda, gele- cekteki kaynak talebini karşılaya- bilmek için yeni maden yatakları- nın bulunmasının gerekliliği ve deniz tabanındaki maden yatakla- rının potansiyeli tartışılırken, baş- lanmıştır (Smith, 1936; Cronan, 1986). 'Sığ denizel ortamlarda bu- lunabilecek olan ve jeokimyasal yöntemlerle belirlenme potansiyeli olan cevherleşmeler, (-1) plaserler (titanyum,, zirkon, kalay, krom, al- tın, platin), ve (2) fosfojitlerdir.. Okyanuslardaki manganez nodül- leri ile ilgili çalışmalar üretilebilir tenöre sahip zonların belirlenmesi ile başlamış, küçük alanlardaki ya- takların ayrıntılı çalışmaları ile sürmüş, "Sınırlanmış Ekonomik Zon"-daki yatakların ve üretilebilir yatakların incelenmesine varmıştır (Cronan, 1986). Manganez nodulu alanların belirlenmesinde, nikel, kobalt ve çözünmüş oksijen ana- lizlerinden yararlanılmaktadır. Metallsedimanlar ve polimetallik sülfidJerle ilgili 'çalışmalar Kızıl- ' deniz incelemeleri ile başlamış, okyanus sıntlanndaki ve ada yayla- rın dakî çok yönlü çalışmalar biçi- mine genişlemiştir; bu "yataklarda demir ve manganez yataklarından bir kaç kilomete:uzağa kadar taban değerleri aşan miktarlarda izlen- mektedir, çinko anomalileri ise ya- takların yerlerinin daha duyarlı be- l i r l e n m e s i n i s a ğ l a y a b i m e k t e d i r . 'Çevre Çalışmaları:' Çevresel jeokimya çalışmalarının üç temel amacı vardır (Filipek, 1990) :(1)

ÇEVRE

eldeki jeokimyasal verilerin derlenmesi, yeni jeokimyasal veriler to plan 1990'ın ve yeryüzeyini oluşturan malzemeler hakkında, kayaç oluşturan, zehirli ve yararlı elementlerin kökenleri¹ ve konsantrasyonları ile jeolojik ve jeomorfik elemanlarla ilişkileri hakkında veri tabanları oluşturulması; (2) yüzeyel malzemelerin fiziksel ve kimyasal bileşimini etkileyen yüzey bozulma ve erozyon süreçlerinin yeterli biçimde anlaşılması; ve (3) veri tabanlarını ve süreç araştırmalarını birleştirerek ülkenin çevresel niteliklerinin saptanması nida olumlu stratejiler oluşturulması, yöntemler geliştirilmesi, çevre değerlendirme haritalaması, sistematik değerlendirme Ölçütlerine dayalı, yüksek güncel ve potansiyel kirlenme ve bozulma riski olan alanların belirlenmesi. Böyle bir programın yararları (Filipek, 1990), (1) çevre kirlenmesi veya bozulması tehlikesi altındaki alanların değerlendirilmesi ve kestirilmesi, ve doğal süreçler ile insanların etkinliklerinin ayırt edilmesi; (2) gelecekte değişikliğe uğrayabilecek yüzeysel malzemeler için jeokimyasal tabanın belirlenmesi; (3) yüzeysel malzemelerin kirlenmesini ve bozulmasını azaltacak bilimsel tabanlı düzeltme stratejileri saptanması; (4) çevresel tehlikelerin neden olacağı maddi zararların ve sağlık sorunlarının azaltılmasıdır. Çevresel kirlenme ve taban değer saptama çalışmaları üç bölüme ayrılabilir: (1) endüstriyel kirlenmeye bağlı kaynak noktası çevresi çalışmaları veya maden iş-

letmesi atık alanlarının yeniden kazanılması çalışmaları; (2) jeokimyasal ortamın belirlenmesi amaçlanan, çeşitli örnek türlerinin toplandığı (kayaç, dere sedimanı, toprak, bitki, su.) ve çok sayıda element analizi yapılan, bölgesel çalışmalar; (3) meyvaların, sebzelerin ve üretim alanlarındaki toprakların jeokimyasal karakterini saptama amacıyla çok sayıda element analizi içeren çalışmalar» Be- iirgin örneklerden biri bitkilerdeki kurşun kirlenmesidir. Topraklardaki ortalama kurşun miktarı 0.5-5 ppmi dolayında iken, bitkilerin kurşun biriktirme özelliğinden dolayı bitkilerin küllerindeki kurşun miktarı 10-100 ppm dolayına yükselmektedir; karayollarının kenarlarında ise aynı tür bitkilerde kurşun 1000 ppm e ulaşmakta, 100 metre- den daha az uzaklıklarda ortalama değer düşmektedir; bunun nedeni eksuz gazlarındaki kurşunun bitkiler tarafından biriktirilmesidir (Siegel, 1974).

Madencilik ve Metalürji Etki' ferisi: Toprakların, bitkilerin» yüzey sularının ve dere sedimanlarının madencilik ve metalürji işlemleri sonucunda kirlenmesi; jeokimyasal arama çalışmalarının başlanmasından bu yana önemli bir sorun olarak ele alınmıştır (Rose ve diğerleri, 1979). İngiltere'de kalay ve bakır üretilen Cornwall bölgesinde cevherli kayaçlardaki bitkilerin azlığı ve cevhersiz kayaçlar üzerindeki toprağın verimliliği daha 1758'de dikkati çekmiştir. Madencilik çalışmaları bölgede çok sayıda atık yığını bırakmış ve, be-

lirgin bir kirlenmeye neden olmuştur. Atık alanlarından geçen akarsuların alüvyonlarındaki iz elementler çok yüksek miktarlara (arsenik, 900 ppm; bakır, 2000 ppm; kurşun, 1000 ppm; çinko, 1000 ppm) ulaşmaktadır. Dere sedimanlarındaki arsenik» bakır» çinko ve kadmiyum anomalileri yaklaşık 250 km²'lik bir alana yayılmaktadır. Tarım topraklarındaki kirlenme tarım ürünlerine de yansımaktadır. İngiltere'de kurşun ve çinker üretilen Derbyshire bölgesinde, 1811 de izabe fırınlarından çıkan dumanların yaklaşık 600 m yarıçaplı bir alanda bitkileri zehirlediği saptanmış ve metal üreticileri'nin bu bölgedeki çiftçilere yıllık kira ödemesine karar verilmiştir. Kirlenmemiş topraklarda kurşun içeriği 10-7.0 ppm dolaylarında iken, Derbyshire bölgesinde eski işletmeler çevresindeki topraklarda kurşun bir kaç yüz ppm den, bir kaç bin ppm-e varan miktarlarda, bulunmaktadır (Thornton ve diğerleri, 1936); bu topraklarda çinko 8000 ppm e, kadmiyum 34 ppm e ulaşabilmektedir. .

Toprakların, bitkilerin, yüzey sularının ve dere sedlmanlarının madencilik- we metalürji işlemleri sonucunda kirlenmesi, jeokimyasal arama çalışmalarının başlanmasından hu yana önemli tir sorun olarak ele alınmıştır

ÇEVRE

; Hayvan Sağlığı: Sığırların ve koyunların beslenmesinde bakır eksikliği sinir sistemi rahatsızlıklarına-, kobalt, eksikliği kansızlığa ve ağırlık kaybına, selenyum eksikliği kasların yapısının bozulmasına, molibden fazlalığı ise bağırsak sistemi rahatsızlıklarına yol açmaktadır (Lewis, 1986). Bölgesel dere sedimaru etüdüleri ile ortamdaki bakır ve molibden düzeyleri denetlenebilmekte ve 'hayvanların gıdalarına bakır eklenmesi, molibdeni sınırlamak için inorganik sülfat eklenmesi gibi gerekli düzenlemeler yapılabilmektedir. Kobalt eksikliğinde yeni doğan yavruların gıdasına B12 vitamini eklenmesi ilerdeki rahatsızlık potansiyelini azaltmaktadır. Selenyum eksikliğinin etkileri gıdaya' E vitamini eklenmesi ile azaltılabilmektedir.

Sığırların ve koyunların beslenmesinde bakır eksikliği sinir sistemi rahatsızlıklarına, kobalt eksikliği kansızlığa ve ağırlık kaybına, selenyum eksikliği kasların yapısının bozulmasına, molibden fazlalığı ise bağırsak sistemi rahatsızlıklarına yol açmaktadır

İnsan Sağlığı: İnsan sağlığı ve çevre jeokimyası arasındaki ilişkilerle en çok ilgilenenler deri uz-

manlarıdır.. Bunun temel nedeni ise,, insanlardaki önemli beslenme bozukluklarının ilk belirtilerinin saçlar» deri ve tırnaklardaki değişmeler olarak ortaya çıkması,"ve ilk olarak özellikle deri uzmanları tarafından farkedilmesidir (Crouse, 1986).. Bu rahatsızlıkların nedenleri ise çoğu kez iz element eksiklikleri, veya fazlalıklarıdır. Uzun süreli damardan beslenen hastalarda ortaya çıkan saç, deri ve tırnak bozukluklarının nedeninin kullanılan çözümlerdeki iz element eksiklikleri olduğu saptanmıştır, Örneğin bakır ve çinko eksiklikleri deri ve saç hastalıklarına yol açmaktadır (Crouse, 1986). Selenyum eksikliği kalp çalışması bozukluklarına yol açmaktadır, Çin'de "Keshan" hastalığı olarak bilinen kalp çalışması bozuklukları diyetle haftada 0.5-1 mg Se eklenmesi" ile azaltılmış ve ölümler-önlenmiştir, fazlalığı ise kolay kırılan saçlara, zayıf ve biçimi bozulan tırnaklara ve deride kızarıklıklara neden olmaktadır (Crouse, 1986). Zararlı etkisi olan elementler arasında kurşun (topraktaki kurşunun normalin üzerinde bulunduğu bölgelerde (Siegel, 1974) multiple sclerosis hastalığı daha sık görülüyor), kadmiyum (zehirleme" etkisi var, Japonya'da (Siegel, 1974) kadmiyumla kirlenmiş pirinçle beslenme kemiklerin zayıflaması ve kolay kırılması etkisi yapıyor, kirlenme nedeni olan zenginleştirme tesisine yapılan atık barajı hastalık bulgularını azaltıyor) ve cıva (zehirlenme etkisi var (Siegel, 1974), yorgunluk, baş ağrısı, bellek zayıf-

lığı, görme bozuklukları, ruhsal bozukluklar gibi yan etkileri var) sayılabilir.

Çevre korunması ve çevre planlaması amaçlı jeokimyasal çalışmalar yapılmaktadır.

JEOKİMYANIN KALKINMADA YERİ VE ÖNEMİ

Jeokimyanın maden aramalarında kullanılması, (1) arama çalışmalarında iş olanaklarının yaratılması, (2) bulunan yatakların üretime geçirilmesi ile iş olanaklarının yaratılması ve ulusal üretimin büyümesi, (3) madencilik ürünlerini kullanan pek çok dalda iş olanaklarının gelişmesi, ulusal üretimin büyümesi ve katma değer yaratılması demektir. Jeokimyasal atlasların hazırlanması, (1) bölgesel maden arama • çalışmalarının büyük ölçekli ve,uzun vadeli olarak p'lanlanab ilmesi, (2) çevresel etki değerlendirmelerinin planlanabilmesi,, (3) bölgesel alan kullanım planlarına temel veriler sağlanabilmesi demektir. Jeokimyanın, deniz çalışmalarında kullanılması, (1) deniz altı maden yataklarının aranması, (2) deniz suyu ve deniz altı yataklarının kullanımının planlanabilmesi, (3) endüstri ile uluslararası ticaret ve ulaşımın denizler üzerindeki etkilerinin saptanabilmesi demektir. Jeokimyanın çevre-

sel çalışmalarda kullanılması,, (1) yeryüzeyini oluşturan malzemelerde kay aç oluşturan, zehirli ve yararlı elementlerin, konsantrasyonları ile elementlerin jeolojik ve jeomoröfik elemanlarla ilişkilerinin belirlenmesi,, (2) çevre kirlenmesi veya bozulması tehlikesi altındaki alanların değerlendirilmesi ve kestirilmesi,, (3) gelecekte değişikliğe uğrayabilecek yüzeysel malzemeler için jeokimyasal tabanın belirlenmesi,, (4) çevresel tehlikelerin neden olacağı maddi zararların ve sağlık sorunlarının azaltılmasının planlanabilmesi,, (5) doğal ortamdaki ve kirlenme ile eklenen elementlerin insan ve hayvan sağlığı üzerindeki etkilerinin belirlenmesi demektir, özetlersek, jeokimya, bir ülkenin ekonomisinin sürdürülebilir kalkınmasına (1) yeni iş alanlarının açılmasına yardımcı olarak (2) ulusal üretimin özellikle madencilik ve madencilik dayab sektörlerde gelişmesine yardımcı olarak (3) çevre koşullarının denetlenmesi ile sağlıklı yaşama düzeyinin yükseltilmesine yardımcı olarak çok önemli rol oynayabilir. Bu amaçlara ulaşabilmek için (1) maden aramada jeokimya verileri düzenli biçimde kullanılmalıdır,, (2) Öncelikli alanlar seçilerek jeokimyasal atlaslar hazırlanmalıdır,, (3) denizlerde jeokimyasal çalışmalar başlatılmalıdır,, (4) çevre kirliliği saptaması,, çevre korunması ve çevre planlaması amaçlı jeokimyasal çalışmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Crozier, D.S., 1986 Geochemical exploration for deep sea mineral deposits; Thornton, I. and Howarth, K.J., ed. Applied Geochemistry in the 1980s de: New York, John, Wiley and Sons., 241-259.

Crouse, R.G., 1986, Geochemistry and human health in the 1980s; Thornton, L and Howarth, R.J., ed., Applied Geochemistry in the 1980s de: New York, John Wiley and Sons., 337-345.

Filipek, L.H., 1990, Environmental geochemistry program; Doe, BJR., ed., Proceedings of a U.S. Geological Survey Workshop on Environmental Geochemistry de: Denver, - Ü.S.G.S." Circ. 1033J-6.

Govett, G J ,S., 1986 Geochemistry: Its achievements and potential in mineral exploration; Thornton,, I. and Howarth, R.J., ed.. Applied Geochemistry in the 1980s de: New York, John Wiley and Sons, 3-38.

Heilbroner, R.J., 1968, The Economic Problem: Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 652s. .-

Lewis,, G., 1986, 'Geochemistry and animal health; Thornton, I, and Howarth,, R.J., ed.. Applied Geochemistry in the 1980« de: New York, John Wiley and Sons, 260-270.

Lipsey, R.G. ve Steiner, P.O., 1966, Economics/Economic Growth and Economic Development: New York,, Harper and Row, 679-705.

Plant, J.A., Forrest, M.D., Hodgson, J.F., Smith, R.T. ve Stevenson,

A.G., 1986, Regional geochemistry in the detection and modelling of mineral deposits; Thornton, L and Howarth, R.J., ed., Applied Geochemistry in the 1980s de: New York, John Wiley* and Sons, 103-139. .

Rose, A.W., Hawkes, H.E. ve Webb, J.S., 1979 Geochemistry in Mineral Exploration., 2nd Edition: London, Academic Press., 657 s.

Samuelson, P.A., 1967, Economics, 7th Edition/Current Economic Problems: New York, McGraw-Hill, 705-777.

Siegel, F.R., 1974., Applied Geochemistry : New York, John Wiley and Sons, 353 s.

Smith, P.A., 1986 Exploration geochemistry in the shallow marine environment; Thornton, I. and Howarth,, R.J., ed., Applied Geochemistry in the 1980s de: New York, John Wiley and Sons, 212-240.

Thornton, L, Abrahams, P.W., Colbard, E., Rother. J.A.P. ve Olson,, B.H., 1986, The interaction between geochemical and poll y tant metal sources in the environment: implications for the community; Thornton, I. and Howarth, R.J.«. ed.» Applied Geochemistry in the 1980s de: New York, John Wiley and Sons, 270-308.

Webb, J.S., Thornton, I., Thompson, M., Howarth, R.J. ve Lowenstein,, P.L., 1978, The Wolfson Geochemical Atlas of England and Wales: Oxford, Oxford Univ. Press.