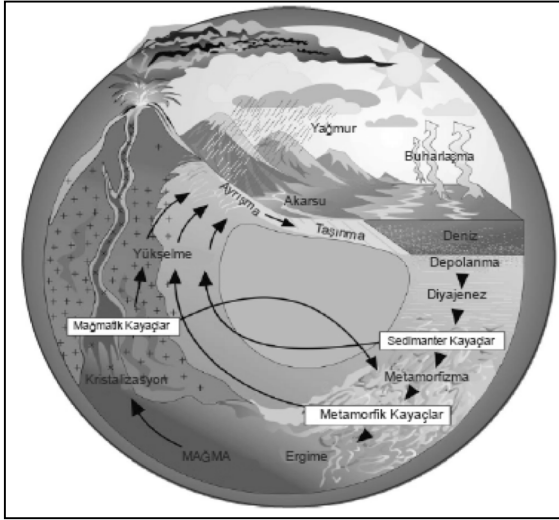


## ÇEVRE JEOLJİSİNDE JEOKİMYA ATLASI VE İŞLEVLERİ : KÜRESEL VERİ TABANI PROJESİ VE TÜRKİYE

Yahya ÇİFTÇİ\*, Cahit DÖNMEZ\* ve Sabriye METİN\*

Jeokimya, yer kabuğunu oluşturan kayalar türleri içerisindeki elementlerin kimyasal farklılaşmasını, taşınmasını, birikmesini ve dağılımını etkileyen ve denetleyen fizikokimyasal ilkeleri araştırır (Siegel, 1974) (Şekil 1).



Şekil 1- Büyük Jeokimyasal Döngü (Çizim : Tapani Tervo'dan (Finlandiya Jeoloji Kurumu) değiştirilerek).

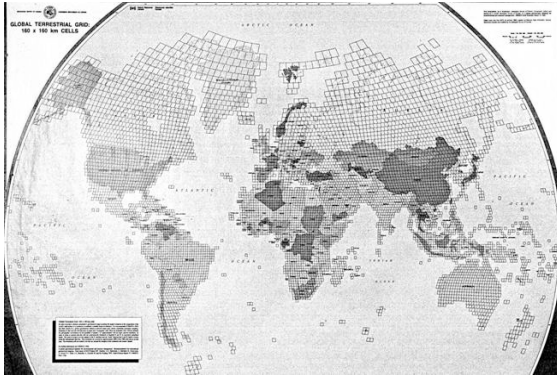
Günümüzde jeokimya, jeolojik zamanın ölçülmesinde, yerkürenin ulaşılmayan derinliklerinin bileşiminin anlaşılmasında, doğal kaynakların araştırılmasında, biyosferdeki insan faaliyetlerinden kaynaklanan değişimlerin belirlenmesinde, jeokimyasal sistemlerin yerküre ve yakın gezegenlerdeki karmaşık işleyişini ortaya koymada işlev görmektedir (Mc Sween Jr. ve diğerleri,

2003). Bu yazıda, doğal çevredeki jeokimyasal değişimlerin izlenmesi ile doğal kaynakların araştırılmasında jeokimya haritalarının işlevleri tanıtılmış, MTA'nın Türkiye Jeokimya araştırmalarındaki yeri ile kurumda uygulanan bu içerikli projeler tanıtılmıştır.

Jeokimyasal araştırmaların geçmişi Rönesans jeologlarının (Agricola, Nicholas Steno) araştırmalarına dayanır ancak asıl gelişmesi 18. yy.dadır (Mc Sween ve diğerleri, 2003). 19. Yüzyılın sonlarında bazı doğal parklarda yürütülen hidrojeokimyasal çalışmalar, uygulamalı jeokimyanın ilk örnekleri olarak kabul edilebilir (Gooch ve Whitfield, 1888; Allen ve Day, 1935). Modern jeokimyanın doğuşu 1930'larda Sovyetler Birliği'nde başlar ancak bölgesel ölçekli jeokimya haritaları ile ilgili temel yöntemler 1960'lı yıllarda ortaya konmuş, 1980'li yıllarda ise olgunlaşmıştır (Garrett ve diğerleri, 2008). Küresel ölçekli jeokimya çalışmaları, 1988'de UNESCO tarafından uygulamaya konan 259 No.lu Proje'ye (Uluslararası Jeolojik Korelasyon Programı: IGCP) dayanır. Bu projenin hedefleri, UNESCO'nun, "Mavi Kitap" olarak da bilinen, "Çevre ve Kaynak Yönetimi İçin Küresel Jeokimyasal Veri Tabanı" başlıklı 19. Raporunda yayımlanmıştır (Darnley ve diğerleri, 1995). Bu rapor, 1988'den itibaren sürdürülen Uluslararası Jeokimya Haritalama Projesinin (IGM) bir uzantısı olarak yürütülen çalışmaların sonuçlarını içermektedir. Yürütülen çalışmalar, yer yüzeyinin jeokimyasal bileşiminin bazı bölgeler için bilinmediğini, mevcut verilerin de birbirleri ile uyumlu olmadıklarını ortaya koymuş, bu alansal açıklığı kapatmak ve veri birliğini sağlamak için küresel bir yöntem dizgisi ortaya kon-

\* MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı

muştur. Bu kapsamda, yeryüzü (karasal alanlar), (ortalama 25.000 km<sup>2</sup> lik) 5.000 grid hücrelerine bölünmüş ve 60'tan fazla bileşen için "Küresel Jeokimyasal Referans Ağı" oluşturulması önerilmiştir (UNESCO, 2005) (Şekil 2).



Şekil 2- Küresel Jeokimyasal Referans Ağı (160 x 160 km): Farklı renklerle farklı ülkeleri göstermektedir (UNESCO,2005'ten; <http://www.globalgeochemicalbaselines.eu/history.html>).

Ayrıca bu 160 x 160 km'lik hücreler içinde, varyans tekniklerini uygulamaya izin verecek sayıda 20 x 20 km veya 40 x 40 km lik hücrelerin oluşturulması gerektiği belirtilmiştir. Her bir hücrede alüvyal ve serbest yüzeylerden A25 regoliti, akarsu veya göl sedimanı, C horizon regoliti, varsa yüzey humusu ve su örneği derlenmesi önerilmiştir. Bu rapora göre dere sedimanı örnekleri, 100 km<sup>2</sup> lik alanları temsil edecek şekilde alınmalı, komşu alanlardaki taşkın ova çökelleri de örneklenmelidir. Her bir hücreden alınan örnek türü, bu hücreden alınan en az beş örneğin harmanlanması ile oluşturulmalı (homojenize edilmeli), bu hücreyi ilgili örnek açısından temsil ettiğinden emin olunmalıdır. Taşkın ova çökelleri, 1000 ila 6000 km<sup>2</sup> lik

alanlar için derlenmeli, gama-ray spektrometre okumaları her bir hücreyi temsil edecek şekilde alınmalıdır.

Bu rapor (Mavi Kitap), küresel jeokimya haritaları için bir örnekleme yöntemi önermiş, hem örnek alım yönteminde hem de alınacak örneklerin hangi vasıflarda olması gerektiği konusunda genel bir çerçeve çizmiştir. Nitekim Birleşmiş Milletler Doğal Kaynaklar Komitesi, 1996'da yeni başlatılan Küresel Toprak İzleme Programında (UN, 1996) bu raporu referans kabul etmiştir. Aynı dönemde, Avrupa Birliği ülkeleri, kendi ulusal jeoloji kurumlarının ortaklaşa oluşturdukları Euro-GeoSurveys (The Geological Surveys of European Union) aracılığı ile 1996'da bir temel jeokimya programı başlatmışlardır. "FOREGS Temel Jeokimyasal Haritalama Programı" adıyla onaylanan bu program kapsamında 1997 yılı sonunda saha çalışması ve analitik yöntem ilkeleri belirlenmiştir. Arazi test çalışmaları sonucunda bazı düzeltmeler yapılarak 1998 yılında "FOREGS Jeokimyasal Haritalama Arazi Uygulama Kitapçığı" adıyla yayımlanmıştır (Salminen ve diğerleri, 1998). Bu ilkeler doğrultusunda 26 Avrupa ülkesinden toplanan dere suyu, dere sedimanı, taşkın ova sedimanı (veya alüvyal toprak), kalıntı toprak ve humus örneklerinin analizleri yapılmıştır. Dere suyu, dere sedimanı ve 3 tip toprak (organik üst seviye, mineralojik üst ve alt toprak) örnekleri, her biri 100 km<sup>2</sup> alanı temsil eden 900 istasyondan toplanmıştır. Örnekleme yoğunluğu yaklaşık 4700 km<sup>2</sup> dir. Ayrıca, taşkın yatağı sedimanlarının en üstteki 25 cm lik kısımları, 1000 km<sup>2</sup> ye bir örnek düşecek şekilde 790 istasyondan örneklenmiştir. Analizler, katılımcı ülkelerden 9 laboratuvarında yü-

rütülmüş olup 50'den fazla element ile diğer parametreler (pH, tane boyu, vb.) ölçülmüştür. Veri homojenliğini sağlamak, laboratuvarlar veya analitik yöntemler arasındaki herhangi bir sapmayı önlemek için hem laboratuvarlar donanımsal olarak denetlenmiş, hem de yayımlanan el kitabı yoluyla ayrıntılı bir şekilde tanımlanan yöntem ile veri birlikteliği sağlanmıştır. Analizi yapılan örneklerin bir bölümü, Slovakya'da kurulan bir numune arşivinde, FOREGS Jeokimya Çalışma grubunun olası yeni talepleri doğrultusunda olası yeni analizler için muhafaza altına alınmıştır. Böylece, Uluslararası Jeoloji Bilimler Birliği (IUGS) ve Uluslararası Jeokimya Birliği (IAGC) tarafından oluşturulan "Global Geochemical Baselines" projesinde belirtilen ana esaslara uygun, yüksek kalitede ve tutarlı jeokimyasal veriler elde edilmiştir. Bu proje ile elde edilen jeokimyasal veriler kullanılarak 360 adet jeokimya haritası üretilerek "Avrupa Jeokimya Atlası" hazırlanmış ve yayımlanmıştır. İki cilt halinde yayınlanan bu atlasın birinci bölümünde temel bilgiler, yöntemler ve haritalar sunulmuş, ikinci bölümünde ise jeokimya haritalarının yorumları, ilave tablolar, şekiller, haritalar ve ilgili yayınlara yer verilmiştir. (Salminen, 2005; De Vos ve Tarvainen, 2005). Söz konusu atlas çerçevesinde hazırlanmış olan haritaların türü ve niteliği çizelge 1'de, Mavi Kitap'tan önce ve sonra hazırlanan jeokimya atlasları ise çizelge 2'dedir. Çizelge 1, FOREGS'in resmi WEB sayfasında ([http://www.gsf.fi/publ/foregsatlas/maps\\_table.php](http://www.gsf.fi/publ/foregsatlas/maps_table.php)) interaktif olarak kullanıcıların hizmetine sunulmuştur. İlgili WEB sitesinde, Atlas'ta yer alan haritalar aynı ekranda sorgulanarak karşılaştırılabilmektedir. Söz konusu WEB sitesinde "Hu-

man Impacts" başlığı altında Avrupa kıtasında insanoğlunun doğal çevre üzerindeki etkileri de tartışılmıştır. Bu bölümde özellikle son birkaç yüzyıldır Avrupa'daki tarım ve sanayi faaliyetlerinden kaynaklanan kirlilikler üzerinde durulmuş, çevre kirliliği belirli jeokimyasal ajanlar (nitrat, fosfat; Pb, Zn, Cu, Cd gibi ağır metaller) kullanılarak ortaya konmaya çalışılmıştır. Ayrıca, 20. Yüzyılın ikinci yarısında yaygınlaşan nükleer enerji kullanımının günümüzdeki çevresel etkilerine ve sağlık sorunlarına (tiroid kanseri, lösemi, vb. gibi) da dikkat çekilmiştir.

Dünyada "Mavi Kitap" öncesinde de jeokimya atlasları (Çizelge 2) yayımlanmış olsa da, bu yayının baz alınması ile bölgesel jeokimya projeleri ortak standartlara taşınmıştır ve uygulanmakta olan bazı projelerde bu doğrultuda önemli revizyonlar yapılmıştır.

Konunun madencilik sektörü açısından önemi, sektörün en önemli organizasyonlarından biri olan Explore'97'de de tartışılmıştır. Darnley ve diğerleri (1997)'nin çalışmalarında, böyle bir küresel jeokimya veri tabanının, her türlü jeokimyasal prospeksiyon veri tabanının kalitesinin karşılaştırılabileceği bir referans düzlemi oluşturacağı; çevresel izleme için bir referans ağı oluşturacağı ve hem toplumu bilgilendirmek hem de çevre eğitimi açısından da güvenilir bir kaynak oluşturacağı ifade edilmiştir.

Mavi Kitapta belirtilen yöntemin uygulanması konusunda en hızlı gelişme Çin'de sağlanmış, geniş alanlarda veri birliği sağlamak üzere önemli adımlar atılmıştır. Örneğin, geniş drenaj alanlarındaki sel düzlüğü sedimanlarının örneklenmesi ve sonuçların, aynı havzadaki küçük ölçekli akarsulardan

alınan ayrıntılı örnekler ile karşılaştırılması konusunda Xie ve Cheng (1997) tarafından yapılan çalışma, 650.000 km<sup>2</sup> den daha büyük alanlar için örnekleme yapıldığı Brezilya'nın KD alanları için uygulama alanı bulmuştur. Çin'deki bölgesel, ulusal ve küresel ölçekli jeokimyasal haritalama çalışmaları 1970'li yıllarda başlamış ve bu çalışmalardan elde edilen veriler hem maden aramaları hem de tarımsal alanlar ve sanayileşme bölgelerindeki çevre jeolojisi çalışmalarına önemli ve kaliteli veriler sağlamıştır. Bu süreçte yürütülen dört adet çok amaçlı ulusal/bölgesel projenin yanısıra (RGNR: 1978; DEEPMAP: 1994; 76 GEM; 1999, Kuvaterner Havza Projesi; 1999) uluslararası ve küresel (EGMON; Delta-Taşkın Ova Sedi-manları Jeokimyasal haritalama projeleri gi-

bi) projelere de önemli katkılar sunmuştur. Çin Jeoloji Kurumu tarafından 2002'den bu yana yürütülen çok amaçlı jeokimyasal haritalama projeleri görece daha gelişmiş olan Çin'in merkez ve doğu kesimlerinde uygulanmaktadır (Xi, 2007).

Dünyada 2000'li yıllarda "Global Geochemical Baselines" projesi kapsamında bölgesel ve küresel jeokimya haritaları açısından önemli çalışmalar yürütülmüştür (IUGS/IAGC, 2009) (Çizelge 3). Bu durum, dünyada bölgesel ve küresel jeokimya haritalarına olan gereksinimi yansıtmaktadır. Özellikle aşırı kentleşme nedeniyle ortaya çıkan çevresel sorunların boyutlandırılması ve izlenmesi amacıyla hızla yöntem geliştirilmektedir (Johnson ve diğerleri, 2011).

Çizelge 1- FOREGS (Avrupa Jeoloji Kurumları Birliği Forumu) tarafından hazırlanan Avrupa jeokimya atlası kapsamında yürütülen analizler ve üretilen haritalar (<http://www.gtk.fi/publ/foregsatlas/>)tan

Element ve bileşikler	Taşkın ovası sedimanı		Humus	Toprak (zemin)				Dere sedimanı		Dere suyu	Metin
	Sulu çözültide	toplam		Zemin tabanı		Zemin üstü		Sulu çözültide	toplam		
				Sulu çözültide	toplam	Sulu çözültide	toplam				
Ag					X		X				X
Al										X	X
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		X			X		X		X		X
As	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
B										X	X
Ba	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Be		X			X		X		X	X	X
Bi					X		X			X	X
Br										X	X
Ca										X	X
CaO		X			X		X		X		X
Cd		X	X		X		X		X	X	X
Ce		X			X		X		X	X	X
Cl										X	X
Co	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cr	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Cs		X			X		X		X	X	X
Cu	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
DOC										X	X
Dy		X			X		X		X	X	X
EC										X	X
Er		X			X		X		X	X	X
Eu		X			X		X		X	X	X
F										X	X
Fe	X			X		X		X		X	X
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		X			X		X		X		X
Ga		X	X		X		X		X	X	X
Gd		X			X		X		X	X	X
Ge										X	X
Taneler 0.002					X		X				X

Çizelge 1- (Devamı)

Element ve bileşikler	Taşkın ovası sedimanı		Humus	Toprak (zemin)				Dere sedimanı		Dere suyu	Metin
	Sulu çözeltide	toplam		Zemin tabanı		Zemin üstü		Sulu çözeltide	toplam		
				Sulu çözeltide	toplam	Sulu çözeltide	toplam				Bölüm 2
Taneler 0.06					X		X				X
Taneler D50%					X		X				X
Tane Boylanma İndeksi					X		X				X
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>										X	X
Hf		X			X		X		X	X	X
Hg		X	X		X		X		X		X
Ho		X			X		X		X	X	X
I					X		X			X	X
In					X		X			X	X
K										X	X
K <sub>2</sub> O		X			X		X		X		X
La		X	X		X		X		X	X	X
Li		X							X	X	X
Lu		X			X		X		X	X	X
Mg										X	X
MgO		X			X		X		X		X
Mn	X			X		X		X		X	X
MnO		X			X		X		X	X	X
Na										X	X
Na <sub>2</sub> O		X			X		X		X		X
Nb		X			X		X		X	X	X
Nd		X			X		X		X	X	X
Ni	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>										X	X
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		X			X		X		X		X
Pb	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
pH					X		X			X	X
Pr		X			X		X		X	X	X
Rb		X	X		X		X		X	X	X

Çizelge 1- (Devamı)

Element ve bileşikler	Taşkın ovası sedimanı		Humus	Toprak (zemin)				Dere sedimanı		Dere suyu	Metin	
	Sulu çözeltide	toplam		Zemin tabanı		Zemin üstü		Sulu çözeltide	toplam			Bölüm 2
				Sulu çözeltide	toplam	Sulu çözeltide	toplam					
S	X			X		X		X			X	
Sb		X			X		X		X	X	X	
Sc					X		X				X	
Se										X	X	
SiO <sub>2</sub>		X			X		X		X	X	X	
Sm		X			X		X		X	X	X	
Sn		X			X		X		X		X	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>										X	X	
Sr		X	X		X		X		X	X	X	
Ta		X			X		X		X	X	X	
Tb		X			X		X		X	X	X	
Te					X		X			X	X	
Th		X			X		X		X	X	X	
Ti										X	X	
TiO <sub>2</sub>		X			X		X		X		X	
Tl		X			X		X		X	X	X	
Tm		X			X		X		X	X	X	
TOC		X			X		X		X		X	
U		X			X		X		X	X	X	
V	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	
W		X			X		X		X	X	X	
Y		X			X		X		X	X	X	
Yb		X			X		X		X	X	X	
Zn	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Zr		X			X		X		X	X	X	

Çizelge 2- Dünyada Yürütülen Bölgesel Jeokimyasal Çalışmalar (Garrett ve diğerleri, 2008'den)

Yılı	Yazar(lar)ı	Atlas adı
1978	Webb ve diğerleri	The Wolfson Geochemical Atlas of England and Wales
1978	Jeoloji Bilimler Enstitüsü	Regional Geochemical Atlas Series, Shetland and Orkney volumes (see Johnson et al. 2005, for a list of subsequent volumes)
1983	Weaver ve diğerleri	The Geochemical Atlas of Alaska
1985	Fauth ve diğerleri	Geochemischer Atlas Bundesrepublik Deutschland
1985	Jeofizik ve Jeokimya Araştırmaları Enstitüsü	Provisional Geochemical Atlas of Northwestern Jiangxi
1986	Bølviken ve diğerleri	Geochemical Atlas of Northern Fennoscandia
1987	Bolivar ve diğerleri	Geochemical Atlas of San Jose and Golfito Quadrangle, Cost Rica
1989	Thalmann ve diğerleri	Geochemischer Atlas der Republik Österreich
1989	Tan	The Atlas of Endemic Diseases and Their Environments in the Republic of China
1990	Lahermo ve diğerleri	The Geochemical Atlas of Finland, Part 1: Groundwater
1992	Koljonen	The Geochemical Atlas of Finland, Part 2: Till
1992	McGrath ve Loveland	The soil geochemical atlas of England and Wales
1994	Çin Ulusal Çevre Koruma Ajansı	The Atlas of the Soil Environmental Background Value in the People's Republic of China
1995	Lalor ve diğerleri	A Geochemical Atlas of Jamaica
1995	Lis ve Pasieczna	Geochemical Atlas of Poland
1996	Lahermo ve diğerleri	Geochemical Atlas of Finland, Part 3: Environmental Geochemistry stream waters and sediments
1996	Mankovská	Geochemical Atlas of Slovakia: Forest Biomass
1996	Rapant ve diğerleri	Geochemical Atlas of Slovakia: Groundwater
1998	Reimann ve diğerleri	Environmental Geochemical Atlas of the Central Barents Region
1999	Čurlík ve Šefčík	Geochemical Atlas of the Slovak Republic Part V: Soils
1999	Kadunas ve diğerleri	Geochemical Atlas of Lithuania
1999	Li & Wu	Atlas of the Ecological Environmental Geochemistry of China
1999	Rank ve diğerleri	Bodenatlas des Freistaates Sachsen
2000	Ottesen ve diğerleri	Geochemical Atlas of Norway. Part 1: Chemical Composition of Overbank Sediments
2003	De Vivo ve diğerleri	Geochemical environmental atlas of Campania Region (in Italian)
2003	Reimann ve diğerleri	Agricultural Soils in Northern Europe: A Geochemical Atlas
2004	Imai ve diğerleri	Geochemical Map of Japan
2004	Salminen ve diğerleri	Geochemical Atlas of Eastern Barents Region
2005	Salminen ve diğerleri	Geochemical Atlas of Europe



Çizelge 3- IUGS/IAGC “Global Geochemical Baselines” Projesi rehberliğinde yürütülen bölgesel ve küresel projeler.

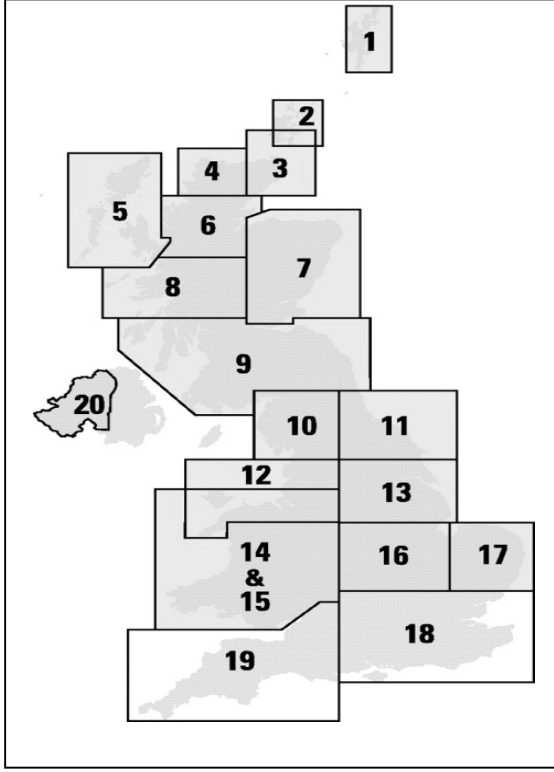
Yılı	Proje Adı	Ülke(ler)	Numune Türü/ Üretilen Harita
2006-devam	NASLGP: Kuzey Amerika Toprak Jeokimyası Projesi	ABD, Kanada, Meksika	
2008-devam	Çin ve Moğolistan Jeokimyasal Haritalama Projesi	Çin, Moğolistan	1:1 M
2009-devam	Jammu-Keşmir Toprak Jeokimyası	Hindistan (Jammu, Keşmir)	Toprak üstü horizonu, alt horizon
2009	Ulusal Jeokimyasal Haritalama Programı	Nijerya	
2006-devam	NGSA: Avustralya Ulusal Jeokimyasal Araştırma Projesi	Avustralya	Set çökelleri
1972-2007	GEOBANK: Brezilya Jeokimya Projesi	Brezilya	152.000 Dere Kumu 85.000 Bate Konsantresi 107.000 Toprak
2007-devam	Brezilya Jeokimya Projesi	Brezilya	1:100.000 1:250.000 Dere sedimanı
2005	FOREGS : Avrupa Jeokimya Atlası	Kolombiya	
2009-devam	- GEMAS: Tarımsal alan ve Avrupa mera toprakları jeokimyasal haritaları - Avrupa Yer altı suyu Jeokimya Atlası - Başlıca Avrupa Kentleri Yerleşim Alanı Jeokimyası	Avrupa	
2009	ICPDR : International Commission for the Protection of the Danube River programme (Tuna Nehri Koruma Programı (Uluslar arası komisyonu)	Avrupa	<a href="http://hantken.mafi.hu/icpdr">http://hantken.mafi.hu/icpdr</a>
2011	Mapping the Chemical Environment of Urban Areas	Avrupa (EGS, Geochemistry Expert Group)	584 sh.

İngiltere Jeoloji Kurumu (British Geological Survey; BGS) tarafından yürütülen “G-BASE: baseline geochemical mapping of Great Britain and Northern Ireland” adlı proje, yaklaşık 50 yıldır sürdürülen uzun soluklu ve çok ayrıntılı bir proje niteliğinde olup bu projenin “BGS’nin en temel bilimsel projesi” olduğu belirtilmektedir. İlk örneklemeler 1960’lı yılların sonlarında derlenmeye başladığında bu proje madencilik sektörü tarafından da desteklenmiş olup o dönemde daha çok jeolojik haritalama amaçlı olarak yürütül-

müş ise de, bu proje kapsamında oluşturulan olağanüstü veri arşivi günümüzde daha çok çevresel uygulamalara kaynaklık etmektedir. Proje kapsamında İngiltere’nin %80’i ayrıntılı olarak örneklenmiş ve haritalanmıştır (Johnson ve diğerleri, 2005) (Şekil 3 ve Çizelge 4). Bu proje günümüzde Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanan direktifler doğrultusunda hazırlanan çevre koruma yasalarının öngördüğü formata uygun olarak sürdürülmektedir.

**Çizelge 4- G-BASE Projesi kapsamında üretilen atlaslar ve yılları (Johnson ve diğerleri, 2005’ten) (En baştaki numaralar şekil 3’teki harita üzerindedir)**

Toplanan Örnek Sayısı						
Atlas Adı	Alan (km <sup>2</sup> )	Dere Sedimanı	Dere Suyu	Toprak	Yayın Yılı	
1	Shetland	1410	1254	1254	0	1978
2	Orkney	960	437	672	0	1978
3	Güney Orkney ve Caithness	3230	1287	1287	0	1978
4	Sutherland	4670	2460	2622	0	1982
5	Hebrides	4700	3370	3370	0	1983
6	Great Glen	10 670	7270	6933	0	1987
7	Doğu Grampians	17 780	9920	4230	0	1991
8	Argyll	12 480	9560	8680	0	1990
9	Güney İskoçya ve Kuzey İngiltere	27 710	19000	4230	0	1991
10	Göller Bölgesi	10 030	6200	2585	0	1992
11	KD İngiltere	9610	4306	2153	502	1996
12	KB İngiltere ve K Galler	11 180	5203	3000	1032	1997
13	Humbert – Trent	14 720	4296	3101	6763	Hazırlanmakta
14	Galler ve B Midlands	34 020	18 927	-	3800	2000 (toprak ve dere sedimanı)
15	Galler ve B Midlands	34 020	-	13 444	-	1999 (dere suyu)
16	Doğu Midlands	17 600	5047	4385	7330	-
17	Doğu Anglia	10 780	2395	1898	5811	Örnekleme tamamlandı
18	GD İngiltere	27 340	not	örneklendi		-
19	GB İngiltere	19 380	not	örneklendi		-
20	Kuzey İrlanda (Batı)	6550	2908	2800	0	-



Şekil 3- G-BASE Projesi kapsamında üretilen harita alanları (numaraların açıklaması için Çizelge 3'e bakılabilir) (Johnson ve diğerleri, 2005'ten).

MTA Genel Müdürlüğü'nde "Bölgesel Jeokimyasal Prospeksiyon" çalışmaları ilk olarak 70'li yıllarda yürütülen BM-UNDP-MTA ortak projesi ile yapılmıştır. Bu proje kapsamında Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ) kuzey kesimlerinde çok geniş bir alan ile Menderes Masifi örneklenmiş ve porfiri bakır yataklara yönelik bir analiz dizgesi uygulanmaya başlamıştır (BM UNDP-MTA, 1972; 1973 a, b, c, d). Daha sonra, 80'li yıllarda yürütülen OKAP (Orta Anadolu Kalay Ağırlıklı Proje) projesi kapsamında

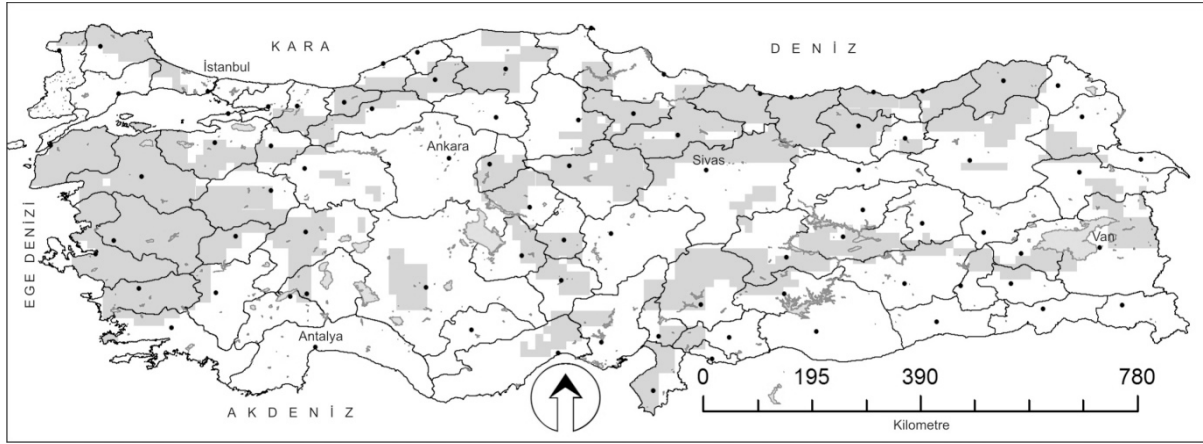
Orta Anadolu Bölgesinden derlenen örnekler üzerinde seçimli analiz çalışmaları yürütülmüştür (Özçiçek, 1987; Özçiçek, 1987; 1988).

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 1935'te Enstitü olarak kurulmuş ve hızla Türkiye'deki maden yatakları konusunda sistemli projeler yürütmeye başlamıştır. Kurumda yürütülen jeokimyasal araştırmaların ürünlerini vermeye başlaması 60'li yılların ortalarından itibaren (Köksoy, 1964, 1968; Kineş, 1971). Maden yataklarında "Sızıntı Anomalisi" kavramının gelişmesi ve bu yöndeki araştırmalar da 70'li yıllarda başlamıştır (Köksoy, 1975).

Ekim 1988'de imza edilen, Aralık 1988'de Bakanlar Kurulu'nca onaylanan ve Ocak 1989'da yürürlüğe giren "Epitermal Yataklara Ağırlık Verilerek MTA'nın Altın Sahalarında Arama Yeteneğinin Güçlendirilmesi" konulu Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) Türk Hükümeti Projesi ile ilgili Uluslararası Antlaşma 1992'ye kadar sürmüş, proje kapsamında MTA Laboratuvarları yeniden yapılandırılarak personele eğitim verilmiştir. 1994'te yapılan yönetmelik değişikliği kapsamında kurumda Karot Bankası oluşturularak önceki dönemde derlenen tüm jeokimya (dere sedimanı) örnekleri burada toplanmıştır. 1996'da başlatılan Türkiye Jeokimya Haritaları Projesi kapsamında bu örnekler yeniden gözden geçirilmiş, örneklerin sağlıklı koşullarda depolanmamış oldukları anlaşıldığından önceki dönemde derlenen tüm örnekler "kontaminasyon riski" kapsamında imha edilmiştir. 1996'dan itibaren derlenen dere sedimanı örnekleri ise Karot Bankası'nda uygun koşullarda depolanmış olup yeni projeler için değerlendirilebilecek durumda saklanmaktadır.

MTA tarafından yürütülen “genel/tahkik/detay jeokimyasal prospeksiyon” projeleri kapsamında ülkemizde taranan alanlar şekil 4’te gösterilmiştir. Bu haritada topluca gös-

terilen alanlar ile ilgili olarak, farklı ayrıntı düzeylerinde 71 adet rapor, kurum derleme arşivinde bulunmaktadır



Şekil 4- 2008 yılı itibarıyla MTA Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen (genel/ tahkik/ detay) jeokimya çalışmalarının yayıldığı alanlar.

Kurumda yürütülen “Genel Jeokimyasal Prospeksiyon”lar, 1 ile 5 km<sup>2</sup> lik alanları temsil eden dere sedimanı örnekleri kullanılarak yürütülmektedir (Konya ve diğerleri, 1996; Mengeloğlu ve diğerleri, 2001). Bu çalışmalar, 1:100.000 ile 1:25.000 ölçekli jeoloji haritaları ile korele edilebilirler.

“Tahkik Jeokimyasal Prospeksiyon” ise, sadece dere sedimanından değil, toprak ve kayaç örnekleri de kullanılarak yürütülmekte olup, örnekleme sistematığı projenin amacına ve jeolojik yapıya bağlı olarak değişkenlikler (daha sık aralıklı dere sedimanı; yamaç/sırt profilleri; kareyaj yöntemi) göstermektedir (Çuvalcı ve Yaprak, 1991). Bu çalışmalarda genellikle eş zamanlı olarak 1:10.000 ölçekli jeoloji haritası da hazırlanır. “Detay Jeokimyasal Prospeksiyon” ise çok küçük alanlarda, 1:5000, 1:2000, 1:1000 veya yerine göre 1:500 ölçekli jeoloji haritalarına bağlı olarak 10x10 metrelik kareyaj esasına dayalı olarak, örnek türü gözetmeksizin

yürütülen jeokimyasal çalışmalar olup hedefi birey maden yatağının konumunu ve geometrisini/zonlanma ilişkilerini belirlemektir (Kılıç ve diğerleri, 2008). Bu çalışmalar genellikle ruhsata bağlı olarak yürütülmektedir. Sonuç olarak, MTA Genel Müdürlüğü, “Maden Yataklarının Aranması” vizyonu çerçevesinde jeokimyasal araştırmalar yürütmekte ve bu çalışmaların her birini kendi içinde değerlendirmektedir.

Bunların dışında ülkemizde, hem MTA’daki arama/araştırma faaliyetleri ile hem de üniversitelerdeki akademik araştırmalar yoluyla çok sayıda jeokimyasal nitelikli çalışma yürütülmüştür. Ayrıca, özellikle 90’lı yıllardan itibaren üniversitelerin çevre bölümleri ile bazı kamu kurumları bünyesinde, ÇED faaliyetleri kapsamında, karada, deniz ve göllerde, içme-kullanma suyu veya evsel/sanayi atık alıcı ortamlarında çok sayıda jeokimyasal inceleme yürütülmüş ve yayınlanmıştır.

Maden yataklarındaki ana cevherleşme ile ilişkili bazı elementlerin yüzeydeki birincil ve ikincil dağılımlarının incelenmesi, ilgili maden yatağı hakkında önemli veriler sağlayabilir. Ancak bu yöntem, sadece birey maden yatağına yönelik veya küçük bir bölgede, birbirinden bağımsız oluşuklara ait doğrudan veriler sağlar. Büyük alanlarda yürütülen, Avrupa Jeokimya Haritaları gibi jeokimyasal çalışmalardan beklenen ise hem ekonomik hem de yaşamsal (çevresel) nitelikler taşımasıdır. Bölgesel ölçekli element dağılımlarının belirlenmesi, “eşik değer/anomali” ayırımının yapılması, zamana bağlı değişimlerin belirlenmesi ve geleceğe yönelik projeksiyonların yapılması gibi unsurlar, özellikle kentleşme ve sanayileşme alanları için günümüzde büyük önem kazanmıştır. Bu yönüyle ülkemizde henüz bölgesel nitelikli jeokimyasal çalışmalar organize olmamıştır. Ülkemizde yürütülen ve yukarıda sözü edilen niteliklerdeki jeokimya çalışmalarının birleştirilerek bunlardan “Genel Jeokimya Atlası” üretmek teknik ve bilimsel açıdan olanaklı değildir. Çünkü her jeokimya çalışma, seçilen hedefe uygun bir yöntem dizgesi kullanılarak yürütülür. Jeokimyasal araştırmaların başarısı, hedef jeolojik medyanın doğru seçilmesine, bunların sağlıklı ve sistematik olarak örneklenmesine, uygun donanıma sahip bir laboratuvarında uygun ölçüm limitlerinde analiz edilmesine ve elde edilen sonuçların jeoloji ile birlikte doğru yorumlanmasına bağlıdır.

Bu çerçevede, ülkemizde, hedefi tüm Türkiye olan “Genel Jeokimya Atlası” henüz tamamlanamamıştır. Bu çerçevede en ciddi girişim, yine MTA tarafından 1996’da başlatılan ve 2000 yılına kadar yürütülen “Türkiye Genel Jeokimya Haritaları Projesi”dir. Bu proje ile KB Anadolu Bölgesi’nde (Marmara

Bölgesi, Biga Yarımadası, Trakya Bölgesi) yürütülen pilot uygulama kapsamında derlenen dere sedimanı örneklerinin analizlerine, kurum laboratuvarlardaki yoğunluk nedeniyle ancak bugünlerde başlanabilmektedir. 2011 yılında MTA Genel Müdürlüğü tarafından “Türkiye Genel Jeokimya Haritaları Projesi” adıyla uygulamaya konan proje bir anlamda aynı projenin devamı niteliğindedir. Bu proje ile yılda 64 adet 1:100.000 ölçekli pafta alanını taramak ve 5 yılda toplam 320 adet 1:100.000 ölçekli pafta alanının, yani göller dışında tüm Türkiye’nin taranması ve dere sedimanı örneklenmesinin yapılması amaçlanmaktadır. Toplanan örneklerin tümünün analizi Atomik Absorpsiyon Spektrometre (AAS) ve İndüktif Eşleşmiş Plazma (ICP) yöntemleri ile gerçekleştirilecektir. Ayrıca her analizde o elementin alt deteksiyon limitinin kabuk ortalamasının altında olması, analiz kalitesini belirleyen kesinlik ve doğruluğun denetlenmesi amaçlanmıştır. Proje kapsamında ayrıca arazide ve analiz laboratuvarında çalışacak elemanlar da eğitilecektir.

1996-1999 yıllarında yürütülen pilot ölçekteki uygulama sonucu derlenerek arşivlenen dere sedimanı örneklerinin gerekli dedeksiyon limitlerinde “AAS, ICP-OES” teknikleri ile Au, Ag, As, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Li, Mo, Ni, Pb, Sb, V, Zn ve B elementleri açısından analiz edilmesine 2010 yılında başlanmıştır. Bu analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesiyle jeokimya haritalarının hazırlıkları ve proje elemanlarının eğitimleri de başlatılmıştır. 2011 yılında 20 adet 1:100.000 ölçekli pafta alanında genel jeokimyasal etüt çalışması yapılması ve 10.000 örnek toplanması planlanmıştır. Bu projenin, ülke genelinde göller dışındaki alanı kaplayan 320 adet 1:100.000 ölçekli pafta tamamlanıncaya kadar sürdürülmesi

hedeflenmektedir. Önceki projede toplanan ve arşivde tutulan dere sedimanı örnekleri ile yeni toplanacak örnekler, hazırlıkları yapılan Se, Sn, Sr, Te, Tl, U, Zr, W, Y, Ba, Be, Pd, Pt ve Rb elementleri açısından da analiz edilecek, böylelikle toplam 30 elementin analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesiyle jeokimya haritaları hazırlanacaktır. Hazırlanacak olan 1/100.000 ölçekli jeokimya haritaları, daha önce basılmış aynı ölçekli jeoloji haritalarıyla aynı ölçekte basımı yapılacak, böylelikle, jeolojik altlığı belirli bir standartta hazırlanmış olan jeokimya haritaları üretilmiş olacaktır.

Ülkemizde yürütülen genel jeokimya projesi, sadece dere sedimanı örneklemeğine dayalı olarak sürdürülmektedir. Oysa çizelge 1 incelendiğinde, Avrupa Jeokimya Atlası'nda humus, toprak (alt ve üst zon) ve su örneklerinin de bu sürece dahil oldukları görülmektedir. Diğer taraftan, ülkemizde yürütülen projede örnek yoğunluğu, Avrupa Jeokimya Atlası'nda uygulanan örnek yoğunluğuna göre oldukça ayrıntılı olarak seçilmiştir. Bu örnek yoğunluğu ile ülkemizde yürütülen genel jeokimya çalışması, mevcut ve yeni maden yataklarının araştırılması açısından oldukça işlevsel olacak, ancak çevresel parametreleri içermeyecektir. Diğer taraftan, MTA'da 2006'dan bu yana sürdürülen Tıbbi Jeoloji Projelerinin çıktılarının bu amaçlı bir Atlasın veri tabanına eklenebilirliği de tartışılmalıdır.

Avrupa Birliği'ne aday bir ülke olarak, son yıllarda "gelişen çevre bilinci"ne uygun çalışmaların yürütülmesi ve belirli altyapı haritalarının hazırlanması sadece çağın gerektirdiği bir zorunluluk olmayıp aynı zamanda protokoller ile bağlı bulunduğumuz AB sürecinin de bir gereğidir. Avrupa Komis-

yonu tarafından yayınlanan birçok direktif (INSPI-RE, toprak kullanımı, su kalitesinin korunması, şişe sularının kalitesi, madencilik faaliyetlerinden kaynaklanan atıkların bertarafı, vb. gibi) çerçevesinde, üye ülkeler hızla belirlenmiş standartlardaki çalışmalarını yürütmektedirler. Ayrıca AB kurulları, bu kapsamdaki çalışmalarını teşvik etmekte ve desteklemektedir.

UNESCO, FOREGS ve benzeri uluslararası kuruluşlar tarafından belirlenen standartlar, her ülkenin jeoloji kurumu veya jeoloji kurumlarının oluşturdukları birlikler (Euro-GeoSurvey) tarafından yürütülmektedir. Ülkemizde, yukarıda da belirtildiği üzere, Çizelge 1'de belirtilen standart ve içerikteki "Genel Jeokimya Atlası" henüz hazırlanamamıştır. Bu içerikte ve standarttaki bir çalışma, sahip olduğu bilgi birikimi ve teknik olanaklar ile uzun soluklu projeleri yürütme kapasitesi göz önüne alındığında, ülkemizde de sadece MTA tarafından yürütülebilir. Geçmişte bu amaçla başlatılan ve günümüzde yeniden ivme kazanan bu yöndeki çalışmalar esasen kurumun bu bilinçte olduğunu ve bu misyonu üstlendiğini göstermektedir. Nitekim son yıllarda MTA tarafından çevre jeolojisi ve doğal kaynaklar konulu çok sayıda çalışma yürütülmüştür. MTA Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknolojisi Daire Başkanlığı bünyesinde faaliyet gösteren "Çevresel Etütler ve Değerlendirme Koordinatörlüğü" adında bir organizasyonun mevcut olması, kurumun "Çevre Jeolojisi"ne çok da uzak olmadığını, bu konuyu da kendi faaliyet alanı içinde gördüğünü göstermektedir. Nitekim, 1954 ile 2008 yılları arasında Türkiye'nin birçok yerinde yürütülen ÇED ve Çevre Jeolojisi amaçlı 47 adet çalışma raporlanarak kurumun derleme arşivine kazandırılmış olup bunlardan bazıları Bistritschan

(1954), Armutçu ve diğerleri (1975), MTA Lab. (1978), Şen (1979), Ayday ve Durmaz (1980), Gürel ve diğerleri (1980), Öktü (1984), Aktimur ve diğerleri (1988), Aktimur ve diğerleri (1993 ve 1995), Basa ve diğerleri (1996), Çuvalcı ve diğerleri (1998), Sarıaslan ve diğerleri (1998), Erzenoğlu ve diğerleri (2004), Demirtaş ve diğerleri (2007) ve ÇED Koordinatörlüğü (2008) olarak verilebilir.

Sonuç olarak; MTA Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen genel jeokimya haritalarının hazırlanmasına yönelik projeler, dere sedimanı dışında diğer bileşenlerin de eklenmesi ve yeniden kurgulanması ile hızla UNESCO standartlarına yükseltilebilir. Avrupa Jeokimya Atlası ayrıntısında bir çalışma, hızla ve kontrolsüz olarak kentleşen/sanayileşen ülkemizde, henüz jeokimyasal açıdan

baz değerlerin korunduğu alanlara ait taban haritalarının hazırlanması açısından son derece işlevsel olacaktır. Bu tür haritalar, ulusal veya uluslararası çevresel felaketlerin (PETKİM yangını, Gölçük depremi, CN sızıntıları, Çernobil faciası, v.b. gibi) boyutlandırılması, tarım alanlardaki gübre/ilaç kullanımlarından kaynaklanan zamana bağlı değişimlerin belirlenmesinde, yer üstü (akarsu-göl-deniz) ve yer altı sularımızın kalite değişimlerinin saptanmasında da temel bir başvuru kaynağı olacaktır. Ülkemiz ve uluslararası birçok kurum ve kuruluşu bilimsel açıdan kaynaklık edecek nitelikteki bir çalışma, sahip olduğu bilimsel altyapı, teknik donanım ve organizasyonlarla bu işin üstesinden gelebilecek tek kurum olan MTA'nın hem kurumsal kimliğini pekiştirecek hem de uluslararası saygınlığını arttıracaktır.



## DEĞİNİLEN BELGELER

- Aktimur, H. T., Tekirli, E. ve Teoman, S., 1988. Erzincan ve Çevresinin Arazi Kullanım Potansiyeli. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 8381 Ankara (yayımlanmamış).
- \_\_\_\_\_, H. T., Karabıyıköğlü, N., Kozan, T., Sönmez, M., Tekin, Z. ve Yurdakul, M. E., 1993. Sinop İlinin Arazi Kullanım Potansiyeli. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 9631 Ankara (yayımlanmamış).
- \_\_\_\_\_, H. T., Keçer, M., Sarıaslan, M. ve Sönmez, M., 1995. Denizli Deri Organize Sanayi Bölgesi Çevresel Etki Değerlendirme Raporu. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 9814 Ankara (yayımlanmamış).
- Allen, E.T. ve Day, A.L., 1935. Hot Springs of the Yellowstone National Park, Publ. 466, Carneige Institute of Washington, Washington D.C., 525 p.
- Armutçu, T., Doğu, A. ve Papila, M., 1975. Seyitömer Dumansız Biriket Projesi Fizibilite Etüdü 1975 Fiyatlarıyla Revizyonu. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 5349 Ankara (yayımlanmamış).
- Ayday, C. ve Durmaz, L., 1980. İzmir Körfezi Kirliliğinin Uzaktan Algılama Yöntemleri İle Değerlendirilmesi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 6802 Ankara (yayımlanmamış).
- Basa, F., Keçer, M., Osmañealebioğlu, R., Sarıaslan, M. M., Şentürk, K. ve Yurdakul, M. E., 1996. Ankara İlinin Çevre Jeolojisi ve Doğal Kaynakları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü No: 10069 Ankara (yayımlanmamış).
- Bistritschan, K., 1954. Kokak Suyun Cenubunda Tesis Edilmesi İstenilen İkametgah Mahallesi İle Bu Tesisten Zonguldak İçme Suyunun Kirlenip Kirlenmeyeceği Hakkında Rapor. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 2214 Ankara (yayımlanmamış).
- BM UNDP-MTA, 1972. Regional Geochemical Reconnaissance of the Project Areas Technical Report. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 4962 Ankara (yayımlanmamış).
- BM UNDP-MTA, 1973a. Interim Report Mineral Exploration In Two Areas UNDP. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü No: 4966 Ankara (yayımlanmamış).
- BM UNDP-MTA, 1973b. Technical Report 3: Mineral Prospect Examinations. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 5240 Ankara (yayımlanmamış).
- BM UNDP-MTA, 1973c. Technical Report 4: Detailed Investigations of Geochemical Anomalies. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 5241 Ankara (yayımlanmamış).
- BM UNDP-MTA, 1973d. Technical Report 2: Regional Geochemical and Geological Reconnaissance of the Pro-



- ject Aras. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 5243 Ankara (yayımlanmamış).
- ÇED Koordinatörlüğü, 2008. Organize sanayi bölgeleri (osb) ve çevresel etki değerlendirme (ÇED) çalışmaları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 11054 Ankara.
- Çuvalcı, F. ve Yaprak, S., 1991. Artvin – Ardanuç – Şavşat yöresinde tespit edilen jeokimyasal anomalilerin 1:10.000’lik tahkik jeokimya raporu. MTA Rapor No: 9767 Ankara (yayımlanmamış).
- Çuvalcı, F., Gülibrahimoğlu, İ., Konak, N., Köse, Z., Saraloğlu, A., Tosun, C. Y., Yaprak, S., Yazıcı, E. N. ve Yılmaz, B. S., 1998. Artvin İlinin Çevre Jeolojisi ve Doğal Kaynakları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 10165 Ankara (yayımlanmamış).
- Darnley, A.G., Björklund, A.J., Bølviken, B., Gustavsson, N., Koval, P.V., Plant, J.A., Steenfelt, A., Tauchid, M., ve Xie X., with contributions by Garrett, R.G. ve Hall, G.E.M., 1995. A global geochemical database for environmental and resource management: recommendations for international geochemical mapping. Science Report 19. UNESCO Publishing, Paris. 122p.
- \_\_\_\_\_, Plant, J. A., Garrett, R. G., 1997. Global Geochemical Base-lines: Their Importance for the Mineral Industry. Proceedings of Exploration 97: Fourth Decennial International Conference on Mineral Exploration” edited by A.G. Gubins, 1997, p. 817–820, Canada.
- Demirtaş, G., Genç, M. A., Karabacak, B., Kavak, S., Kılıçdağı, R., Nisan, E., Özbek, E., Özkara, A., Sariaslan, M. ve Zorlu, M., 2007. Kızılırmak Havzasındaki Kirlilik Parametrelerinin Araştırılması. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 11011 Ankara (yayımlanmamış).
- De Vos, W. ve Tarvainen, T. (2005. Geochemical Atlas of Europe. Part 2: Interpretation of Geochemical Maps, Additional Tables, Figures, Maps, and Related Publications. ISBN: 951-690-960-4 (electronic version).
- Erzenoğlu, Z., Özbayrak, İ. H., İçli, H., Tuncer, S., Demirtaş, G., Ataçoğlu, I., Yurdakul, E., Sariaslan, M., Tüfekçi, K. ve Öktü, G., 2004. Tuz Gölü Havzası Çevresel Veri Envanterinin Hazırlanması ve Gölün Koruma Alanı Zon Sınırının Belirlenmesi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 10687 Ankara (yayımlanmamış).
- Garrett, R. G., Reimann, C. ve Xie, X., 2008. From geochemical prospecting to international geochemical mapping: a historical overview. Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis; 2008; 8; 3-4; p. 205-217; DOI: 10.1144/1467-7873/08-174.
- Gooch, F.A., ve Whitfield, J.E., 1888. Analyses of waters of the Yellowstone National Park, with an account of the methods of analysis employed: U.S. Geological Survey Bulletin 47, 84 p.

- Gürel, N., Ünsal, Y. ve Yurdakul, M. E., 1980. Ankara Mogan ve Emir Çevresinin Arazi Kullanım Potansiyel Haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 6836 Ankara (yayımlanmamış).
- IUGS/IAGC, 2009. 2009 annual report for the international union of geological sciences (IUGS) / international association of geochemistry (IAGC) task group on global geochemical baselines. URL: <http://www.globalgeochemicalbaselines.eu/>
- Johnson, C. C., Demetriades, A., Locutura, J. ve Ottesen, R. T., 2011. Mapping the Chemical Environment of Urban Areas. Online ISBN: 9780470670071.
- \_\_\_\_\_, C C, Breward, N, Ander, E L, & Ault, L. (2005). G-BASE: Baseline geochemical mapping of Great Britain and Northern Ireland. *Geochemistry: Exploration-Environment-Analysis*, 5(4), 347-357.
- Kılıç, M., Avşar, M., Sarı, R. ve Küçükkefe, Ş., 2008. Alakeçili (Bayramiç-Çanakkale) sahası detay jeokimya raporu. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi Arşiv No: 3213 Ankara (yayımlanmamış).
- Kineş, T., 1971. Keban Kuvars Siyenit Porfirinin Kimyası ve Jeokimyası, *Madencilik*, 10/4 Temmuz/ 1971, Ankara.
- Konya, S., Türkmen, H., Aydemir, İ. T., Çamaşırçioğlu, A. ve Bingöl, N., 1996. Galatya Masifi Maden Etütleri Projesi Jeokimya Raporu. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 9913 Ankara (yayımlanmamış).
- Köksoy, M., 1964. Geochemical Prospecting Studies in the Kaleköy area, Devli-Kayseri Province. CENTO Symposium on Mining Geology And Base metals, 249-258, Ankara.
- \_\_\_\_\_, 1968. Jeoşimik Yolla Maden Prospekasyonu. *Madencilik Mecmuası*, 7(1), 23-28, Ankara.
- \_\_\_\_\_, 1975. Keban madeni dolayında sızıntı anomalileri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 18, 131 - 138, Ankara.
- McSween Jr, H. Y., Richardson, S. M. ve Uhle, M. E., 2003. *Geochemistry: Pathways and Processes*. Columbia University Press, NY, Second Edition, 381 p., ISBN: 0-231-12440-6.
- Mengeloğlu, M.K., Şahin, Ş. ve Böke, N., 2001. İçel ve civarının genel jeokimyasal prospeksiyon raporu. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 10501 Ankara (yayımlanmamış).
- MTA Lab., 1978. Bigadiç Balıkesir Bor Tuzu Maden İşletmelerinin Simav Çayında Neden Oldukları Çevre Kirliliği. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 6357 Ankara (yayımlanmamış).
- Öktü, G., 1984. Eynal Simav Kütahya Kaplıcalarının Korunma Alanları Etüdü. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 7543, Ankara (yayımlanmamış).
- Özçiçek, A., 1987. OKAP Projesi Sivas – Yavu Yöresi Jeokimya ve Ağır

- Mineral Çalışma Raporu. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 9098 Ankara (yayımlanmamış).
- Özçiçek, H., 1987. OKAP Projesi Yozgat – Akdağmadeni Yöresi Jeokimya ve Ağır Mineral Çalışmaları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 8277 Ankara (yayımlanmamış).
- \_\_\_\_\_, 1988. OKAP Projesi Yozgat – Çayıralan Yöresi Jeokimya ve Ağır Mineral Çalışmaları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 8408 Ankara (yayımlanmamış).
- Salminen, R., Tarvainen, T., Demetriades, A., Duris, M., Fordyce, F. M., Gregorauskiene, V., Kahelin, H., Kivisilla, J., Klaver, G., Klein, P., Larson, J. O., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mjartanova, H., Moutet, C., O'Connor, P., Odor, L., Ottonello, G., Paukola, T., Plant, J. A., Reimann, C., Schermann, O., Siewers, U., Steenfelt, A., Van der Sluys, J., Vivo, B. de, ve Williams, L., 1998. FOREGS geochemical mapping field manual. Geological Survey of Finland, Guide 47, 36 pp.
- Salminen, R., 2005. Geochemical Atlas of Europe. Part 1: Background Information, Methodology and Maps. ISBN: 951-690-913-2 (electronic version)
- Sarraslan, M.M., Yurdakul, M. E., Osmançelebioğlu, R., Basa, F., Erkal, T., Keçer, M., Şentürk, K., Mutlu, G. ve Aktimur, H. T., 1998. Ankara İli'nin Çevre Jeolojisi ve Doğal Kaynakları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 10069 Ankara (yayımlanmamış).
- Siegel, F.R., 1974. Applied Geochemistry : New York, John Wiley and Sons, 353 s.
- Şen, E., 1979. Dsi Konya Tahliye Yolu Tuz Gölü Ağır Metal Kirliliği Etüd Raporu. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 6905 (yayımlanmamış), Ankara.
- UNESCO, 2005. A Global Geochemical Database for Environmental and Resource Management. Final Report of IGCP Project 259. Unesco Publishing, ISBN 92-3-104013-8, revised electronic edition 134 p.
- UN, 1996, Committee on Natural Resources, Report on the third session (6-16 May 1996). Economic and Social Council, Official Records, 1996, Supplement no.11. United Nations, New York.
- US Geological Survey, 2001. Geochemical Landscapes of the Conterminous United States— New Map Presentations for 22 Elements. US Geological Survey Professional Paper 1648.
- Xi, X., 2007. Multi-purpose mapping, a new trend for applied geochemistry in the 21st Century. (in Chinese) Geophysical and Geochemical Exploration, 241, 7–15.
- Xie X., ve Cheng H., 1997. The suitability of floodplain sediments as a global sampling medium. Journal of Geochemical Exploration, 58, p.51-62.