



# Maden Çayı (Maden-Elazığ) boyunca Fe elementi için biyojeokimyasal anomalilerin incelenmesi

*Investigation of biogeochemical anomalies for Fe element along the Maden Çayı valley (Maden-Elazığ)*

Zeynep ÖZDEMİR

Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 33160 Mersin

Ahmet SAĞIROĞLU

Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23100 Elazığ

## Öz

Maden'de bulunan Cu yatağı M.Ö. 2000 yıllarından beri işletilmekte ve işletme sırasında çıkan atıklar (flotasyon atıkları, pasa, cüruf ve metalce yüklü sular) doğrudan Maden Çayı'na verilmektedir. Doğal olarak Maden Çayı boyunca yetişen bazı bitkiler yapılarında elementleri yüksek oranlarda biriktirmektedirler. Maden Çayı boyunca (atıkların deşarj noktasından önce ve sonra) ve çalışma alanından uzakta olan (Malatya ve Kralkızı Barajı) bölgelerden toplanan bitki (yaprak, dal, çiçek gibi organlarında), toprak ve su örneklerindeki demir düzeyleri alevli atomik absorpsiyon spektrofotometre ile analiz edilmiştir. Demir elementinin bitki/toprak arasındaki ilişkisi *Phragmites australis* (cav) Trin. ex stuedel ( $r=0.8683$ ) ve *Carex acuta* L. ( $r=0.8945$ ) türleri için istatistiksel olarak çok önemli ( $P<0.01$ ) olduğu belirlenmiştir. Bu bitki türlerinin Fe elementi için belirleyici (indikatör) bitki oldukları ve biyojeokimyasal prospeksiyonda başarılı bir şekilde kullanılacakları sonucuna varılmıştır.

Anahtar sözcükler: Belirleyici bitkiler, Biyojeokimyasal prospeksiyon, Demir, Maden-Elazığ.

## Abstract

*Copper deposit of Maden has been operated since 2000 B.C. and the flotation waste water, slags, waste and metallic water are directly charged to Maden Çayı. Thus, plants along Maden Çayı accumulate very high levels of elements. Water, soil and plant samples (as leaves, stem and flower) were collected along Maden Çayı (before and after the discharge point) and at the unpolluted area (Malatya and Kralkızı Dam). Iron contents of samples were determined by flame atomic absorption spectrophotometer. Data for the statistical significance of plant/soil relationship for iron are summarised. The *Phragmites australis* (cav) Trin. ex stuedel ( $r=0.8683$ ) and *Carex acuta* L. ( $r=0.8945$ ) species for Fe showed (in leaves) highly significant ( $P < 0.01$ ) relationship. These plant species are apparently food indicators the these elements and could be successfully used for the further biogeochemical prospecting.*

**Key words:** Biogeochemical prospecting, Indicator plants, Iron, Maden-Elazığ

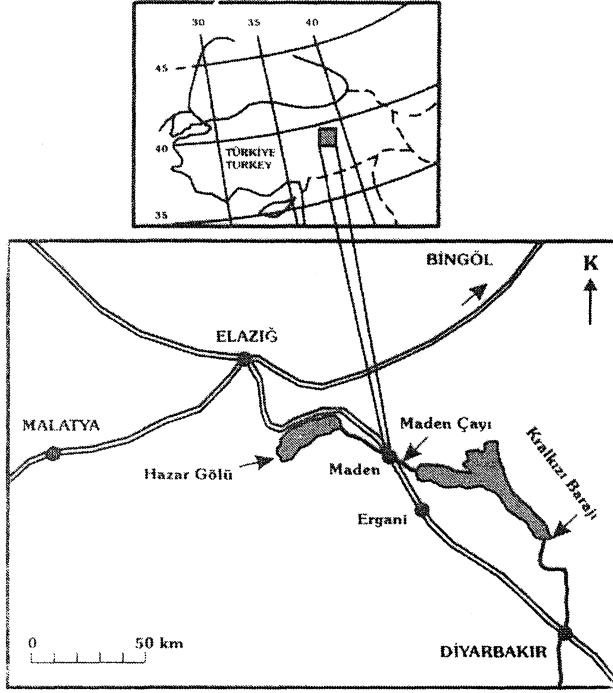
## GİRİŞ

Biyojeokimya ilk olarak 1926 yılında Vernadsky tarafından dünyadaki bütün jeokimyasal tepkimelerin her hangi bir yolla canlı yaşam tarafından etkilendiğini belirtmek üzere kullanılmıştır (Schiesinger, 1992). Ancak 1965 yılından sonra biyojeokimyasal prospeksiyon tam anlamıyla uygulanmaya başlanmış ve 1949-1073 yılları arasında bu yöntemle 90'dan fazla maden yatağı belirlenmiştir (Erdman ve Kokkola, 1984; Brooks ve diğ., 1985).

Minerallerin aranılmasında kullanılan biyojeokimyasal prospeksiyon yöntemi, bitki ve bu bitkilerin yetiştikleri topraklardaki elementlerin kimyasal analizlerinin

yapılması ilkesine dayanır (Rose ve diğ., 1979). Farklı coğrafik alanlarda yetişen bitki türleri, yetiştikleri ortam koşullarına bağlı olarak toprakta bulunan elementleri farklı oranlarda deriştirmektedirler. Bazı bitki türleri bu özelliklerinden dolayı maden yataklarının prospeksiyonunda belirleyici bitki olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda belirleyici bitki türleri değişik bölgelere göre farklılıklar gösterdiğinden, bölgeye ait bitki türlerinin saptanması da büyük bir önem kazanmaktadır (Rose ve diğ., 1979; Köksoy, 1991).

Çalışma alanı; Elazığ-Maden bölgesi piritik Cu cevherlerini kapsamasının yanında, bakır işletmelerinden yıllardır flotasyon, cüruf, pasa ve metal yüklü (Fe, Mn, Cu, Zn ve diğer metallerce zengin) su gibi atıkların Ma-



Şekil I. Çalışma alanının yer buldum haritası.  
Figure I. Location map of the studied area.

den Çayı'na, herhangi bir işlem yapılmadan akıtılması açısından ilginç bir özellik taşımaktadır. Dolayısıyla bu ortamda yetişen bazı bitkiler yüksek derişimlerde bu elementleri bünyelerine alabilme yeteneklerine sahip olabilmektedirler (Özdemir, 1996).

Bu çalışmada Maden Çayı boyunca ve diğer bölgelerdeki (Malatya, Kralkızı Barajı) çeşitli istasyonlardan toprak, su ve bitki (yaprak, dal gibi organlarına ayrılarak) örnekleri toplanarak, Fe içerikleri atomik absorpsiyon spektrometresiyle saptanmaya çalışılmıştır. Elde edilen analiz değerleri ile bitki ve toprak arasındaki ilişki istatistiksel olarak incelenmiştir.

### BÖLGENİN JEOLJİSİ

Şekil Tde yer bulduru haritasında görülen çalışma alanı Türkiye'nin tektoniği, petrol olanakları ve pritik Cu cevherleşmelerinin yaygın olarak gözlenmesi nedeniyle birçok araştırmacıyı bu bölgede çalışmaya yöneltmiştir. Bamba (1976), Erdoğan (1982), Aktaş ve diğ. (1984), Pehlivanoğlu ve diğ. (1990) Yiğitbaş ve diğ. (1993) bu konudaki araştırmalara örnek olarak verilebilir.

Güney Doğu Anadolu'nun ofiyolit kuşağında yer alan Ergani-Maden yöresinde ise iki grup ayırtlanmıştır. Altta Jura - Kretase yaşlı peridotit, bantlı gabro ve bazalt birimlerinden oluşmuş Guleman grubu yer alır. Üstte ise Kretase-Eosen yaşlı tabanında, yanal yönde devamsız bir çakıl taşı düzeyi ile, uyumsuz dokanakla oturan volkanik sedimanter biriminden oluşan Maden Grubu yer

alır (Erdoğan, 1982). Bamba (1976) tarafından ise bu birimler Guleman ofiyolitleri ve Maden kompleksi şeklinde tanımlanmıştır (Şekil 1).

### MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma alanı 1/25 000 ölçekli Elazığ L43 a2> a3 paftalarında  $39^{\circ} 37' 30'' - 39^{\circ} 45' 00''$  boylamları ve  $38^{\circ} 25' 58'' - 38^{\circ} 20' 24''$  enlemleri, arasındaki yaklaşık 100 km<sup>2</sup>'lik bir alan içerisinde yer alan Maden Çayı boyunca (Şekil 2), 1993, 1994, 1995 yıllarının bahar ve yaz aylarında çeşitli istasyonlardan (bir kısmı harita alanı dışındaki Malatya ve Kralkızı bölgelerinden) 47 toprak, 7 su ve 310 bitki (yaprak, dal ve çiçek gibi organlarına ayrılarak) örneği alınmıştır.

Bitki türlerinin sistematik tanımlanmaları Davis (1965-1985)'e göre yapılmıştır. Bütün örneklerdeki Fe düzeylerinin saptanmasında PU 9100X Philips model alevli atomik absorpsiyon spektrofotometresi (alevli AAS) kullanılmıştır. Toprak, bitki ve su örneklerine sırasıyla Brooks ve diğ. (1992), Benton ve Jones (1984) ve Rand (1975) tarafından belirtilen analiz basamakları uygulanmıştır.

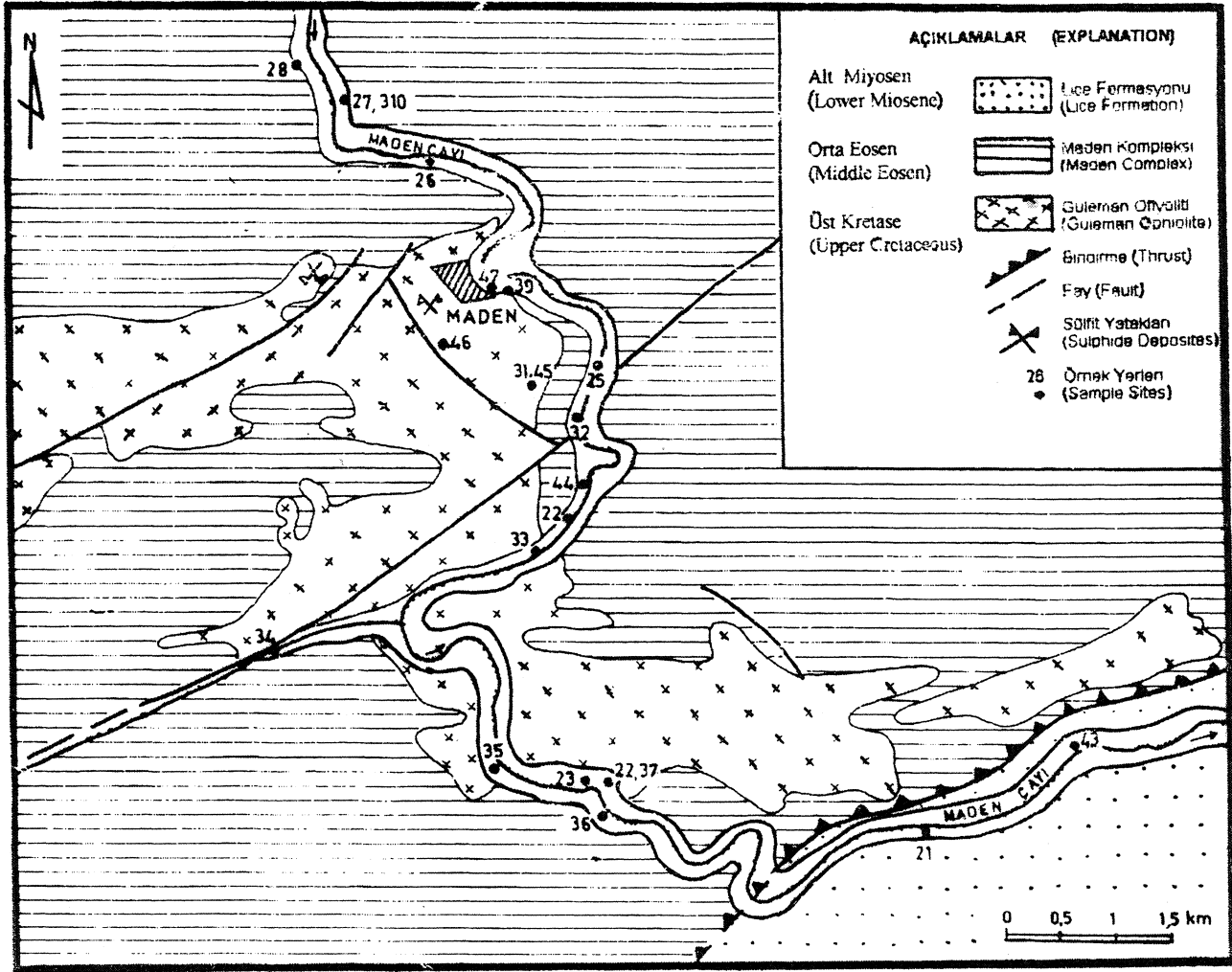
Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi amacıyla; toprakta artan Fe derişimine karşılık, bitki külünde saptanan Fe derişimi eri arasındaki korelasyon katsayısı belirlenmiş ve örnek sayısına bağlı olarak teorik olarak olması gereken % 95 ve % 99 güvenirlilikteki, korelasyon katsayısı (Schroll, 1975) ile karşılaştırılmıştır.

### BULGULAR VE TARTIŞMALAR

Şekil 2'de verilen jeoloji haritasından da görüleceği gibi, Ergani (Maden) Bakır işletmelerine ait cevher hazırlama tesislerinin atık suları, 31 nolu istasyondan itibaren karışmaktadır. Maden Çayı boyunca alınan toprak örneklerinde Fe düzeyleri; kirlenme bölgesinden önceki istasyonlarda 37843-65164 ppm ve kirlenme bölgesinden (deşarj noktasından sonra) sonraki istasyonlarda ise 11756-135231 ppm aralığındadır. Ayrıca, 43 nolu istasyondan yaklaşık 30 km uzaklıktaki az kirlenmiş olabileceği düşünülen Kralkızı Barajı'ndan alınan toprak örneklerinde Fe düzeyi 2733-27633 (ortalama 24599 ppm) ppm olduğu ve çalışma bölgesinden yaklaşık 150 km uzakta olan Malatya bölgesinde ise Fe düzeyi 39442-48861 (ortalama 42935) ppm olarak saptanmıştır.

Maden Çayı boyunca saptanan istasyonlarla aynı litolojik özellikte olan Sordar Çayı (kirlenme bölgesinden uzakta olan) istasyonundan (34 nolu istasyon) alınan toprak örneğindeki Fe düzeyi  $(61844.3 \pm 4306 \text{ ppm})$  olduğu ve bu düzey de "temel değer" olarak kabul edilebilir, Özbek ve diğ., (1993) normal topraklarda Fe derişimi

## MADEN ÇAYI (MADEN-ELAZIĞ) BOYUNCA Fe ELEMENTİ



Şekil 2. Çalışma alanının jeoloji haritası (Bamba, 1976).

Figure 2. Geological map of the studied area (Bamba, 1976).

minin 2000-50000 ppm aralığında olabileceğini belirtmektedirler. Çalışma alanında saptanan temel değerinde, bu değere yakın olduğu ve bu küçük farklılığın da Sordar Çayı bölgesinin peridotit-bantlı gabro ve bazik birimlerden oluşmasından kaynaklanabileceği söylenebilir Rose ve diğ., (1979)'ne göre bu tür kayaların 94300 ppm'e kadar Fe içerebildikleri, volkanik ve sedimanter kayaların ise en fazla 14200 ppm Fe içerebileceği belirtilmektedir.

İşletme atıklarının Maden Çayı'na karıştığı istasyonlardaki yüksek Fe düzeylerinin kaynağını saptamak amacıyla atık ve bu atıkları içeren Maden Çayı su örneklerinde yapılan analiz sonuçları kısaca şöyle özetlenebilir; İşletme çıkışındaki (31 nolu istasyon) atık örneğinde Fe derişimini 103.1 ppm ve daha uzak istasyonda (33 nolu istasyon, atık içeren Maden Çayı su örneği) 56.9 ppm ve Sordar Çayı su örneğinde ise 1.07 ppm düzeyin-

de olduğu saptanmıştır. Gür ve diğ. (1995) yaptıkları çalışmada Maden Çayı su örneklerinde Ekim 1991'den itibaren, bir yıl içerisinde Fe derişimi 0.069-3.420 ppm olarak bulunmuştur. İşletmenin 1939 yılından beri sürekli çalıştığı varsayılarak topraktaki yüksek Fe derişiminin buradan kaynaklanabileceği kolaylıkla söylenebilir.

Mayıs 1995 tarihindeki arazi çalışmalarında işletmenin tamamen kapandığı ve atıkların Maden Çayı'na atılmadığı gözlemlenmiş ve 45 nolu istasyonda alınan su örneğinde Fe düzeyinin 0.10 ppm'e kadar azaldığı ve bu istasyondan yaklaşık 10 km uzaklıktaki 43 nolu istasyondan alınan su örneğinde ise  $Fe < 0.02$  ppm olduğu saptanmıştır. Bu da yukarıdaki görüşü desteklemektedir.

İşletme atıklarının karışmadan önceki Maden Çayı boyunca alınan toprak örneklerindeki (litolojik olarak volkanik ve sedimanter birimler olmasına rağmen) Fe düzeylerinin temel değerden biraz daha yüksek veya ya-

Çizelge 1. Bazı bitki türlerinin organlarında ve toprakta demir konsantrasyonu, bitki-toprak arasındaki korelasyon katsayıları.  
Table I. Iron concentration in various plant organ and soil, correlation coefficients between plant-soil.

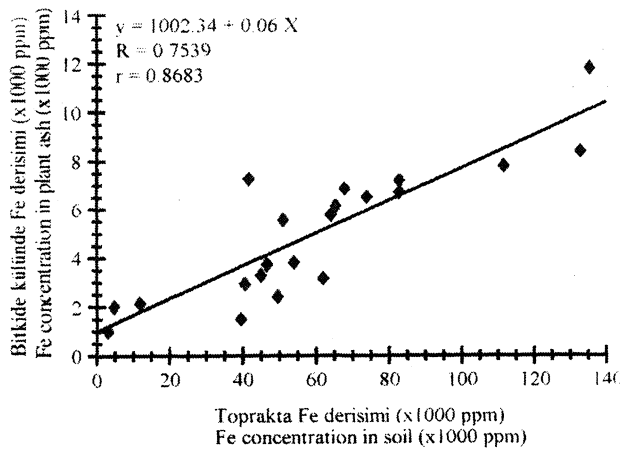
Bitki (Plant)/Element(Element)	Toprakta Element (Element of the Soil)			
	Cu	Zn	Mn	Fe
<i>Phragmites australis</i> , Yaprak (Leaves), Fe	ÇÖ	ÖD	ÖD	ÇÖ
<i>Carex acuta</i> , Yaprak (Leaves), Fe	ÖD	ÖD	ÖD	ÇÖ

ÖD : Önemli değil (not important)  $P \geq 0.05$ ; Ö : Önemli (Important)  $0.05 \geq P \leq 0.01$ ;  
ÇÖ : Çok Önemli (most important)  $P \leq 0.01$

kın olması ise bu bölgelerdeki küçük cevherleşme, hava kirliliği, su kirliliği vb. gibi faktörlerin topraktaki düzeylerde artışa neden olabileceği söylenebilir.

Örnek sayısı 4'den fazla olan Maden Çayı boyunca ve diğer bölgelerdeki (Malatya, Kralkızı ve Sordar Çayı) bazı bitki türlerinin çeşitli organlarında (yaprak, dal, çiçek), toprakta Fe düzeyleri ve bitki/toprak arasındaki korelasyon katsayıları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1'den de görüleceği gibi çalışma alanından alınan; *Platanus orientalis* L., *Vitis sylvestris* L., *Elaeagnus angustifolia* L., *Artemisia vulgaris* L., *Xaantum strumoisia* L., ve *Rubus sanctus* Schreber bitki türlerinin dal ve yapraklarındaki Fe düzeyleri, *Tamarix smyrnensis* Bunge ve *Phragmites australis* (cav) Trin. ex stuedel türlerinin dal ve çiçeklerindeki Fe düzeylerinin, *Populus nigra* L. bitki türünün dal ve *Anchusa azurea* Miller tü-



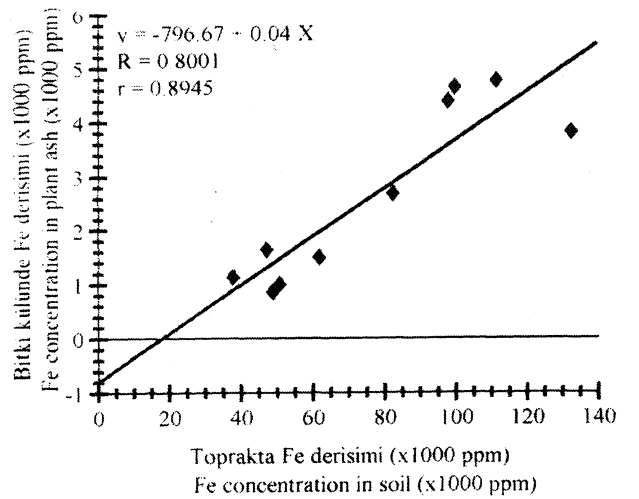
Şekil 3. *Phragmites australis* bitkisinin yaprağında ve toprakta demir konsantrasyonu.

Figure 3. Iron concentration in *Phragmites australis* leaves and soil.

rünün ise yaprağındaki Fe düzeylerinin bölge dışından (Malatya, Sordar Çayı, Kralkızı Barajı civarı) alınan aynı örneklerdeki Fe düzeyleri ile bir farklılık göstermediği ve aynı zamanda bu örneklerin yaprak ve dalındaki Fe düzeyleri ile topraktaki Fe düzeyleri arasında doğrusal bir ilişki olmadığı ( $r_{deneysel} < r_{teorik}$ ) görülmektedir.

*Salix acmophylla* Boiss bitki türünün dal, yaprak ve çiçeklerindeki Fe düzeyleri, *Salix alba* L., *Rumex crispus* L., *Robinia pseudoacacia* L., ve *Salix armenorossica* A. Skv. bitki türlerinin yaprak ve dallarındaki Fe düzeylerinin, *Tamarix smyrnensis* Bunge, *Anchusa azurea* Miller ve *Carex acuta* L., bitki türlerinin dallarındaki Fe düzeylerinin ve *Populus nigra* bitki türünün yaprağındaki Fe düzeylerinin bölge dışından alınan ve aynı örneklerdeki Fe düzeylerinden farklılık göstermesine (anomali değer) rağmen, bu örneklerin yaprak ve dallarındaki Fe düzeyleri ile topraktaki Fe düzeyleri arasında doğrusal bir ilişki olmadığı ( $r_{deneysel} < r_{teorik}$ ) saptanmıştır.

Maden Çayı boyunca alınan *Phragmites australis* ve *Carex acuta* bitkilerinin yapraklarındaki Fe düzeylerinin, bu bölgenin dışındaki bölgelerden alınan aynı örneklerdeki Fe düzeylerinden yüksek olmasının (anomali değerler taşıması) yanında bitki/toprak arasında doğrusal bir ilişki olduğu saptanmıştır ( $r_{deneysel} > r_{teorik}$ ). *Phragmites australis* ve *Carex acuta* bitkisinin yaprağındaki Fe düzeyleri ile toprakta artan Fe düzeyleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) sırasıyla 0.8683 ve 0.8945 olduğu görülmekte ve bitki/toprak arasındaki



Şekil 4. *Carex acuta* bitkisinin yaprağında ve toprakta demir konsantrasyonu.

Figure 4. Iron concentration in *Carex acuta* leaves and soil.

## MADEN ÇAYI (MADEN-ELAZIĞ) BOYUNCA Fe ELEMENTİ

Çizelge 2. Bitki-toprak arasındaki korelasyon katsayılarına topraktaki element matriksinin etkisi.

Table 2. Effect elemental matrix in soil on correlation coefficients for plant vs soil relationships.

Bitki (plant)	*Bitkide Fe (Fe of the plant), ppm	n	Toprakta Fe (Fe of the plant), ppm x1000	Bitkide Fe, (Fe of the plant), ppm	Korelasyon katsayısı (Correlation coefficient), r
<i>Salix acmophylla</i>					
Yaprak(Leaves)	626 - 3862	22	42.3 - 132.7	626 - 43717	-0.1665
Dal(Twigs)	772 - 1583	22		773 - 4360	-0.0121
Çiçek(Flowers)	389 - 10537	10	56.9 - 111.4	390 - 16296	0.1630
<i>Salix alba</i>					
Yaprak(Leaves)	906 - 1987	9	42.3 - 111.4	149 - 6957	-0.0463
Dal(Twigs)	1445 - 2117	9		1437 - 5887	0.1997
<i>Platanus orientalis</i>					
Yaprak(Leaves)	459 - 3252	23	42.3 - 135.2	884 - 4090	0.1519
Dal(Twigs)	339 - 6876	22		669 - 2226	0.1438
<i>Tamarix smyrnensis</i>					
Yaprak(Leaves)	373 - 3562	21	11.8 - 132.6	303 - 1316	0.0242
Dal(Twigs)	584 - 4566	21		627 - 4816	0.0601
Çiçek(Flowers)	1894 - 6537	12		627 - 6536	-0.3408
<i>Phragmites australis</i>					
Yaprak(Leaves)	988 - 3156	21	44.8 - 135.2	2406 - 11753	0.8683
Dal(Twigs)	296 - 7881	21		192 - 5838	0.3911
Çiçek(Flowers)	159 - 24502	6		159 - 38743	-0.1976
<i>Populus nigra</i>					
Yaprak(Leaves)	946 - 1950	13	42.3 - 99.7	1053 - 5270	-0.2151
Dal(Twigs)	616 - 2435	12		750 - 1850	0.2722
<i>Vitis sylvatica</i>					
Yaprak(Leaves)	1535 - 3945	13	11.7 - 61.8	644 - 3945	0.0917
Dal(Twigs)	818 - 2462	12		695 - 3261	0.2189
<i>Elaeagnus angustifolia</i>					
Yaprak(Leaves)	1743 - 3070	13	46.8 - 132.6	1266 - 3278	0.0627
Dal(Twigs)	845 - 6192	13		1332 - 4429	-0.0949
<i>Rubus sanctus</i>					
Yaprak(Leaves)	1603 - 3587	8	44.8 - 132.6	1032 - 4193	0.4994
Dal(Twigs)	1753 - 3590	8		1561 - 4371	0.2614
<i>Rubina pseudoacacia</i>					
Yaprak(Leaves)	200 - 2114	8	42.3 - 65.2	537 - 4590	0.1409
Dal(Twigs)	880 - 1998	8		791 - 2564	0.1612
<i>Artemisia vulgaris</i>					
Yaprak(Leaves)	1198 - 2225	8	42.3 - 61.8	1236 - 2162	0.2162
Dal(Twigs)	798 - 1336	8		526 - 1096	-0.5055
<i>Rumex crispus</i>					
Yaprak(Leaves)	2447 - 5663	9	42.3 - 135.2	2447 - 5663	0.0253
Dal(Twigs)	1245 - 5737	10		1245 - 5737	0.2175
<i>Salix armenorossica</i>					
Yaprak(Leaves)	449 - 826	10	37.8 - 82.6	449 - 7955	0.5723
Dal(Twigs)	1339 - 1575	10		1238 - 4360	0.2509
<i>Anchusa azurea</i>					
Yaprak(Leaves)	1026 - 2890	8	42.3 - 97.9	357 - 3452	0.6199
Dal(Twigs)	2547 - 2749	7		516 - 1689	0.2188
<i>Carex acuta</i>					
Yaprak(Leaves)	856 - 1496	10	37.8 - 132.6	996 - 4765	0.8945
Dal(Twigs)	53 - 1967	10		953 - 3462	0.2509
<i>Xanthum strumaris</i>					
Yaprak(Leaves)	1435 - 1445	7	42.3 - 82.6	1079 - 1997	0.1183
Dal(Twigs)	349 - 676	7		279 - 1773	0.1579

\* Ortalama değer, Malatya, Sordar Çayı, Kralıkızı Barajı örnekleri (Average, sample of Malatya, Sordar Çayı, Kralıkızı Dam); n: örnek sayısı (sample number); # : deneysel > # teorik (experimental > theoretical)

ilişkiliyi belirten doğruların doğruluk dereceleri de (R) *Phragmites australis* için, R=0.7539 ve *Carex acuta* için ise, R=0.8001'dir (Şekil 3 ve 4).

Şekil 3 ve 4'de görüldüğü gibi topraktaki Fe derişimi ile, *Phragmites australis* ve *Carex acuta* türlerinin yapraklarındaki Fe düzeyleri arasında pozitif yönde doğrusal bir ilişki ve iyi bir korelasyon olduğundan (P<0.01) bu bitki türleri Fe için "belirleyici (indikatör) bitki" olarak tanımlanabilir. Belirleyici bitki olarak saptanan bitkilerin topraktaki aynı Fe miktarına karşı gösterdikleri duyarlılık (bünyelerinde daha fazla Fe biriktirmesi) *Phragmites australis* > *Carex acuta* şeklinde gerçekleşmektedir.

*Phragmites australis*, *Carex acuta* türlerinin yapraklarındaki Fe derişimi ile toprakta bulunan diğer bazı element derişimleri arasındaki ilişki Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2'den de görüleceği gibi *Carex acuta* bitki türündeki Fe düzeyinin topraktaki diğer element derişimleri ile ilişkisi önemli olmazken, *Phragmites australis* bitki türünün yaprağındaki Fe düzeyinin sadece topraktaki Cu derişimi ile çok önemli derecede olduğu görülmektedir.

## SONUÇLAR

*Phragmites australis* (cav) Trin. ex stuedel ve *Carex acuta* L. bitki türlerinin yaprağındaki Fe düzeyleri ile topraktaki Fe düzeyleri arasında doğrusal bir ilişki olduğundan (P<0.01), bu bitkiler Fe için belirleyici bitkiler olarak saptanmış ve bu bitki türlerinin biyojeokimyasal prospeksiyonda başarılı bir şekilde uygulanabileceği görülmektedir.

## KATKI BELİRTME

Yazarlar, sistematik tanımlamaların yapılmasında Prof. Dr. Bayram Yıldız (Balıkesir Üniversitesi)'a, kimyasal analizlerin yapılmasında yardımlarından dolayı Doç. Dr. Yüksel Özdemir (Mersin Üniversitesi)'e teşekkür ederler. Bu çalışma, İnönü Üniversitesi Araştırma Fonu (1993/23) tarafından desteklenmiştir.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Aktaş, G. ve Robertson, H.F., 1984, The Maden Complex, SE Turkey: Evolution of a Neotethyan active margin. The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, Geological Spec. Publication Edinburgh, 17, 375-402.
- Bamba, T., 1976, Güneydoğu Anadolu Ergani Maden bölgesi ofiyolit ve ilgili bakır yatağı, MTA dergisi, 86, 35-49.
- Benton J. ve Jones R., 1984, Developments in the measurement of trace metal in foods, Analytical Food Contrum., 157-206.
- Brooks R.R., Baker A.J.M. Ramakrishna R.S. ve Ryan D.E. 1985, Botanical and geochemical exploration studies at the Seruwila copper-magnetite prospect in Srilanke, Journal of Geochemical Exploration. 24,223-235.
- Brooks R.R., Baker A.J.M. ve Malaisse F. 1992, Copper flowers national geographic research and exploration 8(3) 338-351.
- Davis, P.H. (ed), 1965-1985, Flora of Turkey and the East Aegean Island, vol. 1-9 Univ. press. Edinburgh.
- Erdman, J.A. ve Kokkola M. 1984, Workshop 2: Biogeochemistry in Mineral Exploration; Journal of Geochemical Exploration. 21,123-128.
- Erdoğan, B. 1982, Ergani-Maden yöresindeki GD Anadolu ofiyolit kuşağının jeolojisi ve volkanik kayaları, TJK Bülteni, 25/1,49-59
- Gür, F., Tümen F. ve Bildik M. 1995, Ergani Fe İşletmeleri

- Gür, F., Tümen F. ve Bildik M. 1995, Ergani Fe İşletmeleri flotasyon atıklarının Maden Çayı'nın kirlenmesindeki rolü, F.Ü. Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi, Elazığ 6(1) 67-87.
- Köksoy, M 1991, Uygulamalı jeokimya. H.Ü. Yayınları A/64 Ankara, 368s
- özdemir Z., 1996, Maden Çayı (Elazığ) boyunca biyojeokimyasal anomalilerin incelenmesi, F.Ü. Fen Bil. Ens. Doktora Tezi 146 s (yayınlanmamış)
- Pehlivanoğlu, H., Yıldırım, R., Erbayar M. ve Erdoğan R., 1990, Ergani Fe aramaları projesi hedef sahaları nihai raporu, MTA projesi, 90/160, Ankara, 82 s.
- Rand M.C., 1975, Standart methods for the examination of water and wastewater, 14 th edition, APHA-AWWA-WPCF, Washington
- Rose, A.W., Hawkes, H.E. ve Webb, J.S., 1979, Geochemistry in mineral exploration, second edition, Academic press, New York, 657 s
- Schiesinger, V.H., 1992, Biogeochemistry; Geotimes 37, no. 2,2-3
- Schroll, E. 1975, Analytische Geochemie Enke verl Bd. I. Stuttgart 292 s.
- Yiğitbaş E., Genç Ş.C. ve Yılmaz Y. 1993, Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında Maden grubunun tektonik konumu ve jeolojik önemi A. Suat Erk sempozyumu bildirileri, A.Ü. Fen Fak. Jeo. Müh. Böl., Ankara, 251-264.

---

Makalenin geliş tarihi: 05.07.1997

Makalenin yayına kabul edildiği tarih: 15.11.1997

*Received July 5, 1997*

*Accepted November 15, 1997*