

## Mezitli Deresi Boyunca Biyojeokimyasal Anomalilerin İncelenmesi, Mersin

*An Investigation of Biogeochemical Anomalies Along the Mezitli Stream, Mersin*

**Ali BOZDOĞAN<sup>1</sup>, Derya ÖZ<sup>1</sup>, Zeynep ÖZDEMİR<sup>1</sup>, Erkan DEMİR<sup>2</sup>,  
Zübeyde HATİPOĞLU BAĞCI<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, MERSİN

<sup>2</sup>TMMOB, Jeoloji Mühendisleri Odası İl Temsilciliği, Yenişehir, MERSİN

Geliş (received) : 14 Temmuz (July) 2015  
Düzeltilme (revised) : 23 Aralık (December) 2015  
Kabul (accepted) : 28 Aralık (December) 2015

### ÖZ

Son yıllarda, biyojeokimyasal yöntemler maden aramalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Mezitli Deresi (Mersin) boyunca doğal olarak yetişen *Platanus orientalis* (doğu çınarı) ve *Phragmites australis* (kamuş) bitki türlerinde biyojeokimyasal anomalilerin saptanması amaçlanmıştır. Mezitli (Mersin) bölgesinde 8 istasyondan alınan *P. australis* ve *P. orientalis* bitkilerinin yaprak ve dal örnekleri ile bu istasyonlardan alınan toprak ve dere suyu örneklerindeki Li, B, Al, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Rb, Sr, Mo, Cd, Sn, Cs, Ba ve Pb için element düzeyleri, endüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometrisi (ICP-MS) ile saptanmıştır. Bu analiz sonuçlarının istatistiksel olarak incelenmesi sonucunda, *P. orientalis* bitki türünün dalının B (n = 10, r = 0,76, % 99 güvenilirlikle P < 0,01), Cr (n = 12, r = -0,67, % 95 güvenilirlikle, P < 0,05), Sr (n = 9, r = 0,72, % 95 güvenilirlikle, P < 0,05) ve Pb (n = 11, r = 0,63, % 95 güvenilirlikle, P < 0,05) elementleri için belirtgen bitki olarak biyojeokimyasal prospeksiyonda kullanılabilirdiği saptanmıştır. Aynı zamanda *P. australis* bitki türünün yaprağının ise Cu (n = 11, r = -0,66, %95 güvenilirlikle, P < 0,05), Cr (n = 11, r = 0,64, %95 güvenilirlikle, P < 0,05) ve Li (n = 10, r = 0,77, % 99 güvenilirlikle, P < 0,01) elementleri için belirtgen bitki olarak biyojeokimyasal prospeksiyonda kullanılabilirdiği saptanmıştır. Ayrıca Cr, B, Sr, Pb, Cu ve Li için belirtgen bitki olarak saptanan *P. orientalis* ve *P. australis* bitki türleri ile toprak arasındaki inter- element ilişkileri de incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyojeokimyasal anomali, Belirtgen bitki, B-Cr-Pb-Cu-Sr-Li, Mezitli-Mersin.

**ABSTRACT**

*Biogeochemical methods have been widely used for prospects in the recent years. This study aims to determine biogeochemical anomalies in *Platanus orientalis* and *Phragmites australis* plant species growing the Mezitli Stream. Li, B, Al, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Rb, Sr, Mo, Cd, Sn, Cs, Ba and Pb element content of leaves and twigs of *P. orientalis* and *P. australis*, soil and stream water samples taken from 8 stations in Mezitli (Mersin) area were determined with inductively coupled plasma - mass spectrometry (ICP-MS). The result of the statistical analyses show that *P. orientalis* plant species (on twigs) can also be used as an indicator plant for B ( $n = 10$ ,  $r = 0,76$ , % 99 reliability,  $P < 0,01$ ), Cr ( $n = 12$ ,  $r = -0,67$ , % 95 reliability,  $P < 0,05$ ), Sr ( $n = 9$ ,  $r = 0,72$ , %95 99 reliability,  $P < 0,05$ ) and Pb ( $n = 11$ ,  $r = 0,63$ , % 95 reliability,  $P < 0,05$ ) for biogeochemical prospecting. At the same time; *P. australis* plant species (on twigs) can be also used as an indicator plant for Cu ( $n = 11$ ,  $r = -0,66$ , % 95 reliability,  $P < 0,05$ ), Cr ( $n = 11$ ,  $r = 0,64$ , % 95 reliability,  $P < 0,05$ ) and Li ( $n = 10$ ,  $r = 0,77$ , % 99 reliability,  $P < 0,01$ ) for biogeochemical prospecting. Also the inter-element relationship between the *P.orientalis* and *P. australis* plant species which were determined as indicator plants and soil were investigated for Cr, B, Sr, Pb, Cu, Li elements.*

**Key Words:** *Biogeochemical anomaly, Indicator plant, B-Cr-Pb-Cu-Sr-Li, Mezitli-Mersin.*

**GİRİŞ**

Tarihsel olarak 1926’larda jeokimya telaffuz edilmesine rağmen ilk biyojeokimyasal çalışma, 1950’lerde Huchinson’un yaptığı doktora çalışmasıdır. 1965 yılından sonra ise bu alanda birçok çalışma yapılmıştır. Biyojeokimyasal yöntemle cevher aranmasında (biyojeokimyasal prospeksiyon); bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar kullanılmasına rağmen, yaygın uygulama alanları nedeni ile bitkilerden daha çok yararlanılmaktadır. Bu nedenle de çoğunlukla biyojeokimyasal prospeksiyon bitkilerle yapılan prospeksiyon şeklinde anlaşılmaktadır.

Cevherleşme bölgesinde sistematik olarak toplanan bitkilerin çeşitli organlarının (yaprak, dal, kök, çiçek vb.) kimyasal analizlerinin yapılması ile cevher aranmasına biyojeokimyasal prospeksiyon ve bu yöntem ile saptanan anomaliye “Biyojeokimyasal Anomali” denir (Erdman ve Kokkola, 1984; Köksoy, 1991 ve Dunn, 2007).

Jeokimyasal prospeksiyonda bir cevher yatağının yerinin saptanmasına yarayan elemente belirtgen (indikatör) element ve aranan elementi temsil eden bitkiye belirtgen (indikatör) bitki denilmektedir. Belirtgen (indikatör) bitkinin saptanmasında; cevherleşme bölgesinde toprak, su, kayaç, dere çökeli vb. gibi örneklerdeki element miktarı ile bitkideki element miktarı arasındaki doğrusal ilişkiden yararlanılmakta, örnek sayısına göre korelasyon katsayısının % 95 ve % 99 güvenilirliğine bağlı olarak Schroll (1975)’e göre belirtgen (indikatör) bitkiler saptanabilmektedir.

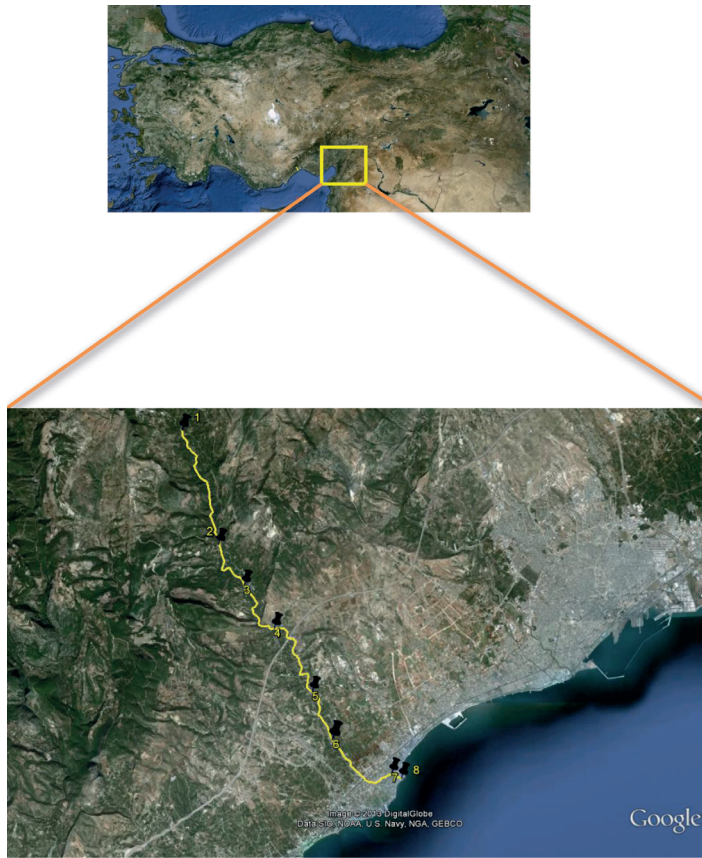
Literatürde, en fazla Au olmak üzere Fe, Zn, Mn, Cu, B, U, Se, Co ve Ni gibi elementlerin zenginleştiği belirtgen bitkiler saptanarak, bu elementlerin oluşturduğu maden yatakları saptanmıştır (Brooks vd., 1979; Özdemir vd., 2003; Zorlu vd., 2004; Demirezen ve Aksoy, 2005; Gedik, 2005; Özdemir, 2005; Page vd., 2006; Özdemir vd., 2014).

Son yıllarda maden aramalarında yaygın olarak kullanılmaya başlanan biyojeokimyasal yöntemler kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışma, Mezitli Deresi (Mersin) boyunca Doğu çınarı (*Platanus orientalis*) ve Kamış (*Phragmites australis*) bitkilerinde biyojeokimyasal anomalilerin incelenmesi amacı ile yapılmış ve bu bitkilerin belirtken bitki olup olmadıkları araştırılmıştır.

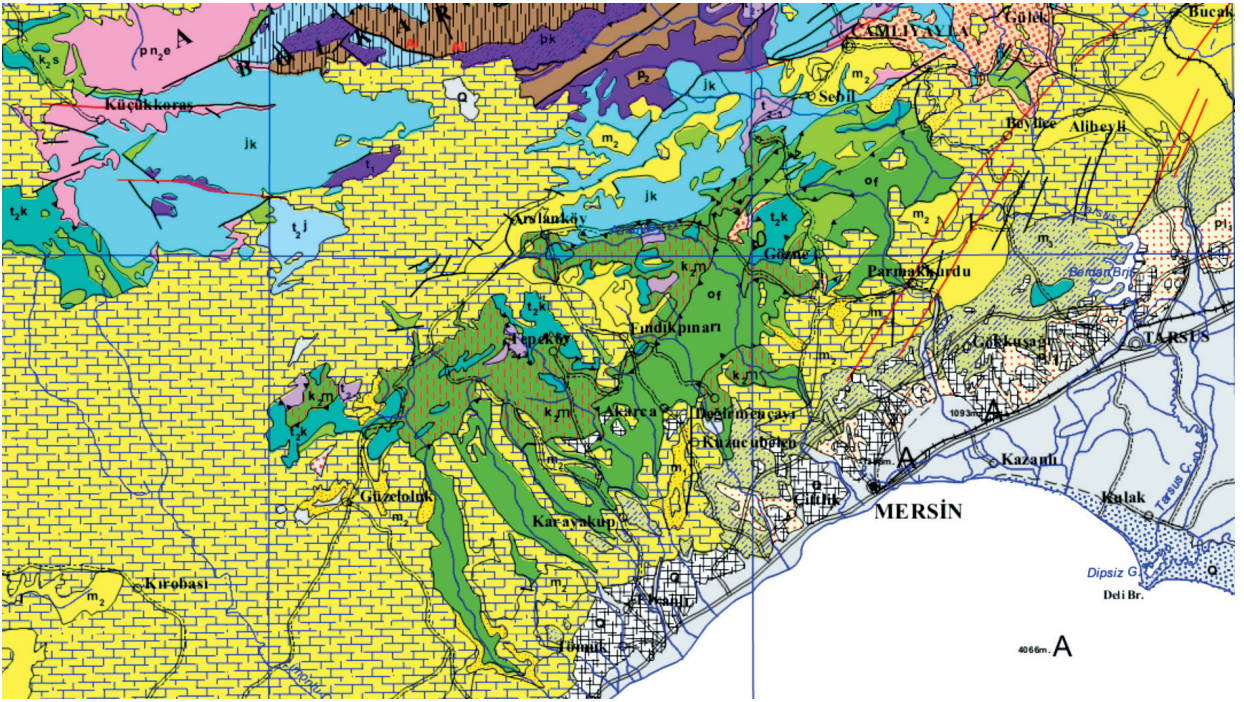
### ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ

Mezitli-Mersin Kıyı akifer sistemi ile bu akifer sisteminin drenaj alanında yer alan jeolojik birimler, Toros Dağ Oluşum Kuşağı'nın

Ecemiş Fayı güney kesiminde yer alır ve bu kuşağın jeolojik özelliklerini taşır. Palaeozoyik yaşlı metamorfikler (mermer, şist, kuvarsit), Üst Kretase döneminde bölgeye yerleşen ofiyolitik melanj, Oligosen-Miyosen-Pliyosen döneminde karasal, geçiş ve denizel ortam çökelleri (kireçtaşı-kumtaşı-kiltaşı-konglomera-marn-jips), Kuvaterner yaşlı karasal ve geçiş ortamı çökelleri ile morfolojik birimler bölgenin doğu ve güney kesimlerinde yaygın olarak görülmektedir. Birimlerin yaşlıdan gence yüzey yayılımları genel olarak kuzeyden güneye doğrudur. Çalışma bölgesinin yer bulduru haritası Şekil 1'de, bölgenin jeoloji haritası ise Şekil 2'de verilmiştir (Şenol ve Duman, 1998).



Şekil 1. Çalışma bölgesinin yer bulduru haritası.  
Figure 1. Location map of the study area.



Şekil 2. İnceleme alanının jeoloji haritası (Şenol ve Duman 1998'den değiştirilerek).  
Figure 2. Geology map of the study area (modified from Şenol and Duman, 1998).

İnceleme alanında Şenol ve Duman (1998) tarafından yapılan ayrıntılı jeolojik çalışmalar özetlenmiştir.

Bölgeyi temsil eden formasyonlar ve genel özellikleri tabandan yüzeye doğru aşağıdaki gibidir:

**Karahamzaşağı Formasyonu:** Bölgenin temelini oluşturan Paleozoik yaşlı, sığ-derin denizde çökelmiş ve daha sonra metamorfizmaya uğramış metamorfik kireçtaşları, mermer, kuvarsit, şist ve dolomitlerden oluşmaktadır. Yaklaşık kalınlığı 500 metredir. Düzenli bir tabakalanma gösteren formasyon güneydoğuya eğimlidir.

**Mersin Ofiyolitik Melanjı:** Mersin'in kuzeyinde genellikle derin vadilerde görülür.

Gabro, harzburjit, dunit, diyabaz, radyolarit ve derin deniz sedimanlarının yanı sıra ofiyolitlerin yerleşimi sırasında havzaya taşınan Permien, Jura, Kretase yaşlı kayaç bloklarını içermektedir. Bölgedeki ofiyolitlerde genellikle serpantinleşme hâkim olmuştur. Üst Kretase yaşlı olan Ofiyolitik Melanj, altındaki ve üstündeki birimlerle diskordandır. Kalınlığı 200 metre civarındadır.

**Gildirli Formasyonu:** Birbirleri ile yanal ve düşey geçişli, alt kesimlerde konglomera-kumtaşı birimi, orta kesimlerde silttaşı-kiltaşı birimi ve üst kesimlerde killi kireçtaşı-marn birimi şeklinde belirgin üç kaya biriminden oluşmuştur. Alt-Orta Miyosen yaşlı olan formasyon akarsu, göl, sığ deniz ve lagün ortamlarında çökelmiştir. Paleotopografyanın özelliklerine bağlı olarak kalınlık 1 ile 175 metre arasında değişmektedir.

**Karaisalı Formasyonu:** Beyaz, açık gri renkli, killi, erime boşluklu, yer yer iyi katmanlı resifal kireçtaşlarından oluşmuştur. Alt-Orta Miyosen boyunca bölgede hüküm süren kıyı ortamında (karbonatlı kıyı/resif) çökelmiştir. Formasyon Miyosen öncesi birimler üzerine uyumsuz, Gildirli Formasyonu üzerine ise geçişli ve transgresif olarak gelmektedir. Formasyon üzerine Güvenç Formasyonu geçişli olarak gelmektedir. Kalınlığı, aşınma koşullarına bağlı olarak değişim göstermekte ve yayılımlarında düzensizlik görülmektedir.

**Güvenç Formasyonu:** Yeşilimsi-gri, gri, beyazımsı-sarı renklerde olan, alt bölümde killi kireçtaşı-marn, üst bölümlerde kiltası-silttaşı birimlerinin egemen olduğu çökellerden oluşmuştur. Resif önü sığ deniz-derin deniz ortamlarında çökeldiği söylenebilir. Alt dokanağında yanal ve dikey geçişli Karaisalı Formasyonu, üst dokanağında ise uyumlu ve girik olarak Kuzgun Formasyonu bulunmaktadır. Miyosenin Langiyen-Sarravaliyen-Tortoniyen katlarını temsil eden formasyonun kalınlığı 50 ile 600 metre arasında değişmektedir.

**Kuzgun Formasyonu:** Sarımsı beyaz, yeşilimsi, siyahımsı gri renklerdeki formasyon, kumtaşı-konglomera-resifal kireçtaşı, tüfit, kiltası-marn-silttaşı olmak üzere belirgin üç birimden oluşmuştur. Miyosen'in Tortoniyen, Messiniyen katlarını temsil eden formasyon kıyı-sığ deniz, derin deniz ortamlarında çökelmiş olup kalınlığı 50-1500 metre arasındadır. Alttaki formasyonlar üzerine uyumlu ve geçişli olarak gelir. Üst dokanağında ise Handere Formasyonu uyumlu ve geçişli olarak bulunmaktadır.

**Handere Formasyonu:** Beyazımsı, sarımsı, yeşilimsi gri ve siyahımsı gri renkli olan; kiltası-marn-silttaşı, fosilli oolitik kireçtaşı, alçıttaşı

(Jips) ve kumtaşı-konglomera olmak üzere belirgin dört birimden oluşmuştur. Kuzgun formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Kalınlığı 50-500 metre arasında olup, kurak-sıcak iklimler ile sık sık değişen küçük ölçekli transgresyon ve regresyonlar sonucu oluşan sığ deniz, geçiş (kıyı, lagün, delta, gelgit) ve akarsu ortamlarında çökelmiştir.

**Kuvaterner Birimleri:** Karasal ve geçiş ortamı koşullarının hüküm sürdüğü Kuvaterner döneminde oluşan birimler farklı fasiyes özellikleri göstermektedir. Kalabriyen-Siciliyen zamanında oluşan birimler (alüvyon yelpazesi çökelleri/yüksek seki konglomeraları, kıyı çökelleri ve kaliş) ve Tirreniyen-güncel oluşan birimler (yamaç molozları, akarsu seki konglomeraları, delta çökelleri, kıyı çökelleri, kumul ve pedolojik oluşumlar) olarak ayrılmıştır (Şenol ve Duman, 1998).

Mezitli'de bulunan akarsuların su rejimleri dağlar ve platoların bazı bölümlerinin orman örtüsünden yoksun olması nedeniyle genellikle düzensizdir. Yüksek oranda mil taşımalarına karşın akarsular iyi nitelikli sulama suyu özellikleri göstermektedir.

Mezitli Deresi (Liparis Çayı) kuzeydeki tepelerden yağışlarla beslenmekte ve Mezitli İlçesinden geçerek denize dökülmektedir. Fransız gezginlerinden Langlois'un "Kilikya'da Gezi" adlı kitabında Liparis Çayı'nın suyunun şifalı olduğu; kenarının defne, yabani asma ve yabani güllerle süslü bulunduğunu yazmaktadır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Temmuz (2012) ve Şubat (2013) ayları içerisinde Mezitli (Mersin) bölgesindeki Mezitli Deresi'nden bitki, toprak ve su örnekleri

sistematik olarak alınmış ve örnek yerleri GPS ile saptanıp 1/25000 ölçekli jeoloji haritaları üzerine işaretlenmiştir. Alınan bitki ve toprak örnekleri numaralandırılarak laboratuvara getirilmiştir. Bitki, toprak ve su örnekleri farklı örnek hazırlama yöntemleri ile analize hazırlanmıştır. Örneklerin kimyasal analizleri için AGILENT 7500ce marka ICP-MS cihazı kullanılmıştır.

Çalışma bölgesinden alınan su örneklerinde pH ve EC (elektriksel iletkenlik) ölçümleri ile, sulama suyu açısından standartlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Araziden alınarak laboratuvara getirilen bitki örnekleri saf su ile yıkanarak kağıt zarflar içerisinde 80 C°'de 24 saat etüvde kurutulmuş ve neminden arındırılmıştır. Kurutma işleminden sonra bitkiler dal, yaprak gibi organlarına ayrılarak öğütülmüştür. Aynı örnekler element analizleri için hazırlanmış olup örneklerde organik madde yakılması olarak bilinen kül etme tekniği uygulanmıştır. Bu yöntem, örneğin uygun kaplarda belirli bir sıcaklıkta ve belirli bir sürede tutularak organik maddelerin uzaklaştırılması sonucu elde edilen kalıntının inorganik bir asit içerisinde çözülerek analiz edilmesi ilkesine dayanmaktadır. Organik maddelerin tamamen uzaklaştırılmasında; öyle bir kül etme sıcaklığı seçilmelidir ki; kül etme süresince analizi yapılan elementin mümkün olduğunca az kayba uğraması ve elde edilen kalıntının asitte çözünmesi istenmektedir (Özdemir, 1992; Hoenig ve Borger, 1983).

Benton ve Jones (1984) tarafından geliştirilen yöntem esas alınarak; etüvde kurutulmuş olan bitki örnekleri, organlarına (yaprak ve dal) ayrılarak yaklaşık 3000 g (kuru ağırlık üzerinden) tartıldıktan sonra porselen krozeyle konulmuş ve kül fırında 50 C°/saat hızla

550 C°/saat 'e kadar getirilmiş ve bu sıcaklıkta 10 saat bekletilmiştir. Daha sonra krozeler soğutulmuş ve krozeler içerisindeki kül üzerine 5 ml HCl çözeltisi eklendikten sonra çözülerek meydana gelen karışım balon jojeye aktararak deiyonize su (saf su) ile 25ml 'ye tamamlanmıştır. Çözeltideki element miktarları ICP-MS ile saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar bitki organının (dal-yaprak) kuru ağırlığında ppm (mg/L, mg/kg) ve ppb olarak hesaplanmıştır. Çalışma alanından alınan bitki örneklerinin üzerinde yetiştiği topraklardan yaklaşık 200 gr kadar alınarak laboratuvara getirilmiştir. Kağıt zarflar içerisinde 80 C°'ye ayarlanan etüvde yaklaşık 10 saat kurutulmuştur. Kurutulmuş toprak örnekleri -80 mesh'lik elekten elelenerek element içeriklerinin saptanması için ön hazırlık tamamlanmıştır. Toprak örneklerinin kimyasal analizleri Brooks vd. (1992)'den yararlanılarak yapılmıştır. Bu amaçla; kurutulmuş toprak örneklerinden yaklaşık 0,1 g tartıldıktan sonra polietilen kaba konulmuş ve üzerine 10 ml derişik HF+HNO<sub>3</sub> (1:1) karışımı eklendikten sonra ısıtıcı tabla üzerinde kuruyuncaya kadar buharlaştırılmış ve üzerine 7ml HCl (1:1) eklenmiş ve buharlaştırma işlemi tekrarlanmıştır. Elde edilen kalıntı 7ml HCl de çözüldükten sonra saf su ile 25 ml'ye tamamlanarak elde edilen çözeltilerde element içerikleri ICP-MS cihazı ile ölçülmüştür.

Su örnekleri için araziden alınan örnekler, 500 ml'lik örnek kaplarına konularak her örnek için alınan noktaya göre numaralandırılmış ve ICP-MS cihazı ile element içerikleri belirlenmiştir. Ayrıca su örneklerinde arazide pH ve sıcaklık değerleri Mettler Toledo (FG2-Basic – FiveGo™ pH Meter) cihaz ile yerinde ve EC değerleri de yine aynı gün Mettler Toledo marka cihaz ile laboratuvarda okutulmuştur (Çizelge 1).

Toprak, bitki ve su örneklerindeki element

Çizelge 1. Dere suyu için pH, sıcaklık ve elektriksel iletkenlik (EC) değerleri.

Table 1. Ph, temperature and electrical conductivity (EC) values for river water.

Temmuz 2013	pH	Sıcaklık C°	EC $\mu$ S/cm	Şubat 2013	pH	Sıcaklık C°	EC $\mu$ S/cm
A1-1 DERE	7.76	21.3	619	A2-1 DERE	8.66	8.4	560
A1-2 DERE	6.81	16.5	649	A2-2 DERE	8.68	9.5	545
A1-3 DERE	7.59	27.6	611	A2-3 DERE	8.60	10.5	555
A1-4 DERE	7.48	26.3	690	A2-4 DERE	8.61	10.4	578
A1-5 DERE	7.53	34.5	928	A2-5 DERE	8.55	11.8	610
A1-6 DERE	7.41	29.5	766	A2-6 DERE	8.10	25.0	834
A1-7 DERE	8.01	28.4	675	A2-7 DERE	8.62	12.1	585
A1-8 DERE	7.45	33.1	547	A2-8 DERE	8.68	13.4	664

(Li, B, Al, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Rb, Sr, Mo, Cd, Sn, Cs, Ba ve Pb) düzeyleri ICP-MS ile belirlendikten sonra elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilerek literatürdeki normal değerlerle karşılaştırılmıştır. Ayrıca Schroll (1975)'e göre % 95 ve % 99 verimlilikle sonuçlar tartışılmıştır.

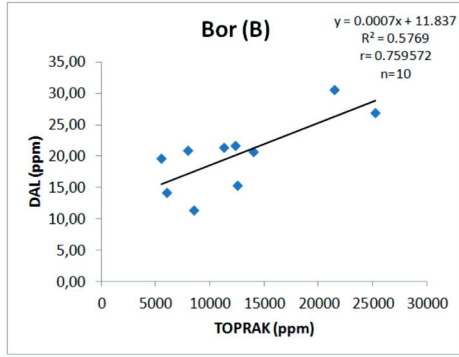
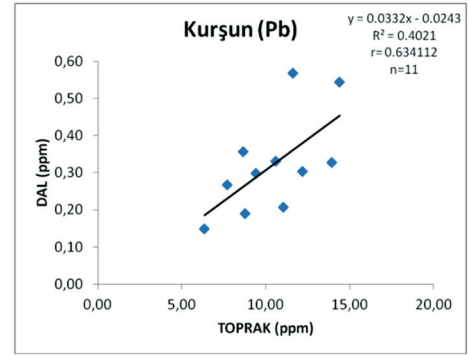
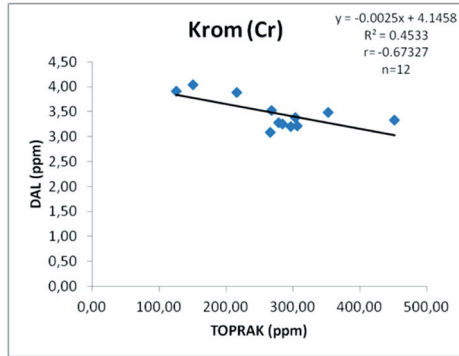
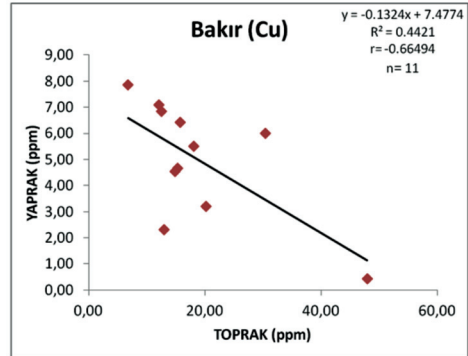
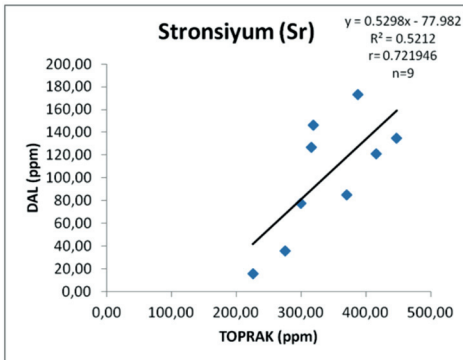
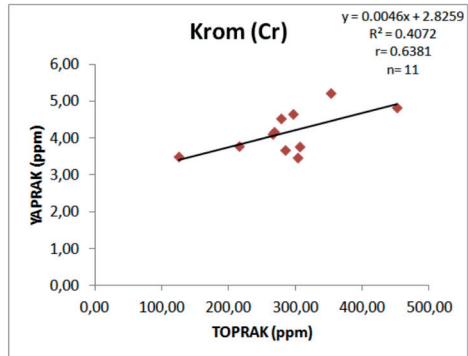
Bilgisayarda Microsoft Office Excel programı yardımıyla toprakta artan element derişimine karşılık bitkide saptanan element derişimi grafiksel olarak ifade edilmiş, elde edilen grafiğe ait korelasyon katsayıları (r) hesaplanmıştır.

Deneysel olarak saptanan korelasyon katsayısı değeri ( $r_{\text{deneysel}}$ ), Schroll (1975) tarafından % 95 güvenlilikle verilen teorik korelasyon katsayısı ( $r_{\text{teorik}}$ ) değerleri ile karşılaştırılmıştır (Schroll, 1975). Bitki ve toprak arasında iyi bir korelasyon olabilmesi için  $r_{\text{deneysel}} > r_{\text{teorik}}$  olması gerekmektedir.

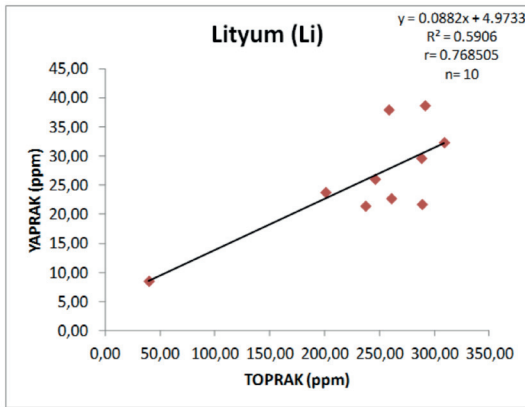
## BULGULAR ve TARTIŞMA

Bitki organlarındaki element derişimi prospeksiyon amacıyla kullanılacaksa, bitkilerdeki element derişimi ile üzerinde yetiştiği toprağın element derişimi arasında doğrusal bir ilişki olmalıdır. Bu ilişkiyi sağlayan bitkilere belirtgen bitki (indikatör bitki) denilmektedir (Köksoy, 1991; Brooks vd., 1995; Dunn, 2007). Belirtgen bitkilerin saptanması amacıyla Mezitli (Mersin) bölgesinden alınan *P. australis* ve *P. orientalis* bitkilerinin yaprak, dal ve toprak örneklerindeki element konsantrasyonları ppm (mg/L) olarak Çizelge 3, 4, 5, 6 ve 7'de verilmiştir. Şekil 10'da ise bu bitki türlerinin fotoğrafları sunulmuştur. Ayrıca Şekil 3, 4, 5, 6, 7, 8 ve 9'da toprak ve bitkilerin her bir element için ayrı ayrı kimyasal analizleri sonucu elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilerek aşağıda sunulmuştur.

Bozdoğan, Öz, Özdemir, Demir, Hatipoğlu Bağcı

Şekil 3. *P. orientalis* bitkisinin dalındaki B ile topraktaki B arasındaki ilişki.Figure 3. The relationship between B in the soil and B in the twigs of *P. orientalis* plant.Şekil 6. *P. orientalis* bitkisinin dalındaki Pb ile topraktaki Pb arasındaki ilişki.Figure 6. The relationship between Pb in the soil and Pb in the twigs of *P. orientalis* plant.Şekil 4. *P. orientalis* bitkisinin dalındaki Cr ile topraktaki Cr arasındaki ilişki.Figure 4. The relationship between Cr in the soil and Cr in the twigs of *P. orientalis* plant.Şekil 7. *P. australis* bitkisinin yaprağındaki Cu ile topraktaki Cu arasındaki ilişki.Figure 7. The relationship between Cu in the soil and Cu in the leaves of *P. australis* plant.Şekil 5. *P. orientalis* bitkisinin dalındaki Sr ile topraktaki Sr arasındaki ilişki.Figure 5. The relationship between Sr in the soil and Sr in the twigs of *P. orientalis* plant.Şekil 8. *P. australis* bitkisinin yaprağındaki Cr ile topraktaki Cr arasındaki ilişki.Figure 8. The relationship between Cr in the soil and Cr in the leaves of *P. australis* plant.





Şekil 9. *P. australis* bitkisinin yaprağındaki Li ile topraktaki Li arasındaki ilişki.

Figure 9. The relationship between Li in the soil and Li in the leaves of *P. australis* plant.

B'un alınımını mümkün kılan optimum pH sınırı 5,0 -7,5'tir (Yılmaz, 2004). Kacar (1984) tarafından toprakların yararlı B içeriğinin 0,1-6 ppm arasında olduğunu, bitkilerin B içeriklerinin 3-60 ppm arasında değişiklik gösterdiğini, normal bitkilerin çok olağan dışı hallerde 100 ppm'den fazla B içerdiklerini, bu değer 200 ppm'e çıktığı durumlarda B'un toksik etkisinin ortaya çıkabileceğini belirtilmiştir.

*P. orientalis* bitkisinin üzerinde yetiştiği topraklardan alınan örneklerde B konsantrasyonu için 984 ile 25225 pm arasında değişen değerler saptanmıştır. Bitkinin dalında ise B konsantrasyonu 11,38 ile 30,59 ppm arasında



Doğu çınarı (*Platanus orientalis*)



Kamış (*Phragmites australis*)

Şekil 10. *P. australis* ve *P. orientalis* bitki türlerinin fotoğrafları.

Figure 10. Photos of *P. australis* and *P. orientalis* plant species.

Bor (B), bitkiler için gerekli besin elementlerinden biridir ve bitkiler tarafından  $(BO_3)^{-3}$ ,  $(B_4O_7)^{-2}$  şeklinde topraktan alınır (Yürekli ve Aslanargun, 2002). Topraklarda B'un alınabilirliğini etkileyen bazı etmenler vardır. Bunlardan en önemlileri toprak pH'ı, tekstürü ve antagonizmdir. pH'ın artışıyla B'un bitkilerce alınımında azalma görülür. Bitkiler tarafından

değişmektedir. Bu çalışmada Bor için *P. orientalis* bitkisinin dalındaki B ile topraktaki B düzeyi arasında ( $n = 10$ ,  $r = 0,76$ , % 99 güvenlilikle  $P < 0,01$ ) pozitif korelasyon olduğu saptanmıştır (Şekil 3). Buna göre *P. orientalis* bitki türünün dalının B için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir. Toprakta B değerinin literatüre göre çok yüksek olmasına rağmen bitkide

normal değerlerde olması ve çizilen grafiğin doğrusallık göstermesi, bu bitkinin belirtgen bitki olabileceğini ancak bitkinin, toprakta aşırı miktarda bulunan B'u bünyesine alamamasının nedenlerinin araştırılması gerekir.

Krom (Cr), bitkiler için gerekli olmayan ancak insan ve hayvanlar için mutlak gerekli olan bir elementtir. Kıtasal Yerkabuğu ortalama 80 ppm Cr içermektedir. Serpantin ve ultrabazik magmatitler 3400 ppm'e kadar Cr içermektedir. Ana materyale göre değişmekle birlikte toprakta 5-100 ppm oranlarında bulunur. Bitkide ise kuru maddede 100 ppm bulunması birçok yüksek bitki için toksik etki yaratmaktadır (Özbek vd., 1995). Rose vd. (1979)'a göre bitkide Cr kuru ağırlık üzerinden yaklaşık 150 ppb'dir (Bu değer kül ağırlık üzerinden 6 ppm'e eşittir. Yaklaşık olarak; kuru ağırlık değeri x 40 = kül değeri).

*P. orientalis* ve *P. australis* bitkilerinin üzerinde yetiştiği topraklardan alınan örneklerde Cr konsantrasyonu için 125 ile 452 pm arasında değişen değerler saptanmıştır. *P. orientalis* bitkisinin dalında 3 ile 4 ppm arasında, *P. australis* bitkisinin yaprağında ise 3 ile 5 ppm arasında Cr konsantrasyonu değişmektedir. Krom için *P. orientalis* bitkisinin dalındaki Cr ile topraktaki Cr düzeyi arasında ( $n = 12$ ,  $r = -0,67$ , % 95 güvenilirlikle,  $P < 0,05$ ) negatif korelasyon olduğu (Şekil 4) ve *P. australis* bitkisinin yaprağındaki Cr ile topraktaki Cr düzeyi arasında ise ( $n = 11$ ,  $r = 0,64$ , % 95 güvenilirlikle,  $P < 0,05$ ) pozitif korelasyon olduğu saptanmıştır (Şekil 8). Buna göre *P. orientalis* (dal) ve *P. australis* (yaprak) bitki türlerinin Cr için belirtgen olabileceği söylenebilir.

Doğada serbest olarak bulunmayan Stronsiyum'un (Sr), bitki gelişimi için gerekli olup olmadığına dair bir bilgi bulunmamaktadır.

Ancak Rose vd. (1979) tarafından Sr içeriğinin magmatik kayalarda 5,8-465 ppm, sedimenter kayalarda 20-610 ppm arasında olduğunu, bu değerlerin topraklarda 67 ppm, bitkilerde ise 4-45 ppm arasında değiştiği belirtilmiştir.

*P. orientalis* bitkisinin üzerinde yetiştiği topraklardan alınan örneklerde Sr konsantrasyonu için 225 ile 671 ppm arasında değişen değerler saptanmıştır. Bitkinin dalında ise Sr konsantrasyonu 16 ile 173 ppm arasında değişmektedir. Bu değerlerin normal değerlerin üzerinde olmasının yanında *P. orientalis* bitkisinin dalındaki Sr düzeyi ile topraktaki Sr düzeyi arasında ( $n = 9$ ,  $r = 0,72$ , % 95 güvenilirlikle,  $P < 0,05$ ) pozitif korelasyon olduğu saptanmıştır (Şekil 5). Buna göre *P. orientalis* bitki türünün dalının Sr için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

Kurşun (Pb) elementi bitkiler için mutlak gerekli olmayıp, toprakta 15-40 ppm dozunda bulunur. Topraktaki kurşun konsantrasyonu 150 ppm'i aşmadığı sürece insan ve bitki sağlığı açısından tehlike oluşturmamaktadır (Dürüst vd. 2004). Kurşun elementi, hücre turgoru ve hücre duvarı stabilitesini olumsuz etkilemesi, stoma hareketlerini ve yaprak alanını azaltması nedeniyle bitki su rejimini etkilemektedir. Aynı zamanda kökler tarafından tutulmasından ve kök gelişimini azaltmasından dolayı bitkilerin katyon ve anyon alımını azaltmakta ve bu nedenle de besin alımını etkilemektedir (Sharma ve Dubey, 2005). Rose vd. (1979)'a göre Pb'nin toprakta 17 ppm, bitkide ise 750 ppb olduğu belirtilmektedir.

*P. orientalis* bitkisinin üzerinde yetiştiği topraklardan alınan örneklerde Pb konsantrasyonu için 6 ile 14 ppm arasında değişen değerler saptanmıştır. Bitkinin dalında ise Pb konsantrasyonu 0,2 ile 1,2 ppm arasında

değişmektedir. Bu çalışmada kurşun için *P. orientalis* bitkisinin dalındaki Pb düzeyi ile topraktaki Pb düzeyi arasında ( $n = 11$ ,  $r = 0,63$ , % 95 güvenilirlikle,  $P < 0,05$ ) pozitif korelasyon olduğu saptanmıştır (Şekil 6). Buna göre *P. orientalis* bitki türünün dalının Pb için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

Özbek vd. (1995) tarafından, bakur (Cu) içeriğinin, kayalarda genel olarak 4–90 ppm arasında değişen değerlerde olduğu, bu değerlerin Cu'ca temiz topraklarda 2–40 ppm, Cu'ca kirlenmiş topraklarda ise 1000 ppm olabileceği, bitkilerde ise Cu içeriği genellikle 2–20 ppm arasında değiştiği belirtilmiştir. Ayrıca, bakırın toprakta fazla bulunduğu durumlarda, bitkilere toksik etki yapmasının yanı sıra, bitkiler tarafından demirin alınımını da güçleştirdiği belirtilmektedir (Bozcuk, 1986).

*P. australis* bitkisinin üzerinde yetiştiği topraklardan alınan örneklerde Cu konsantrasyonu için 7 ile 48 ppm arasında değişen değerler saptanmıştır. Bitkinin yaprağında ise Cu konsantrasyonu 0,4 ile 23 ppm arasında değişmektedir. Bakır için *P. australis* bitkisinin yaprağındaki Cu düzeyi ile topraktaki Cu düzeyi arasında ( $n = 11$ ,  $r = -0,66$ , % 95 güvenilirlikle,  $P < 0,05$ ) negatif korelasyon olduğu saptanmıştır (Şekil 7). Buna göre *Phragmites australis* bitki türünün yaprağının Cu için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir. Yapılan bu çalışmayla, toprak ve bitki değerlerinin toksik düzeyde kabul edilemeyeceği, ancak bitki ve toprak arasında, istatistiksel anlamda bir ilişki olduğu için, toksik

değerlerde de bitkinin bu istatistiksel ilişkiye uygun davranabileceği düşünülebilir.

Rose vd. (1979) tarafından, bitki beslenmesinde destekleyici eser elementler içerisinde bulunan lityumun (Li) magmatik kayalarda 40 ppm, sedimanter kayalarda 5-66 ppm, topraklarda 22 ppm, bitkilerde ise kuru ağırlık üzerinden 155 ppb olduğu belirtilmiştir (bitkilerde kül ağırlık üzerinden 6,2 ppm). Nagaraju ve Karimulla'nın (2002), Andra Pradesh'de (Hindistan) yapmış oldukları çalışmada, topraktaki 2-4 ppm Li içeriğine karşılık bitkilerde 75 ppb Li içeriği saptanmıştır ( kül ağırlık üzerinden 3 ppm).

*P. australis* bitkisinin üzerinde yetiştiği topraklardan alınan örneklerde Li konsantrasyonu için 40 ile 309 ppm arasında değişen değerler saptanmıştır. Bitkinin yaprağında ise Li konsantrasyonu 8,5 ile 53 ppm arasında değişmektedir. Bu çalışmada lityum için *P. australis* bitkisinin yaprağındaki Li düzeyi ile topraktaki Li düzeyi arasında ( $n = 10$ ,  $r = 0,77$ , % 99 güvenilirlikle,  $P < 0,01$ ) pozitif korelasyon olduğu saptanmıştır (Şekil 9). Buna göre *P. australis* bitki türünün yaprağının Li için belirtgen bitki olabileceği söylenebilir.

Çalışma kapsamında alınan su örnekleri için arazide ölçülen pH, Sıcaklık ve laboratuvarında ölçülen EC değerleri çizelge 1'de sunulurken, çizelge 2, 3, 4 ve 5'de bitki ve toprak örneklerinin kimyasal analiz sonuçları, çizelge 6'da su örnekleri için element düzeyleri ve çizelge 7'de su örnekleri için anyon düzeyleri verilmiştir.

Bozdoğan, Öz, Özdemir, Demir, Hatipoğlu Bağcı

Çizelge 2. Mezitli (Mersin) bölgesinden alınan *Phragmites australis* bitkisinin yaprak örneklerindeki element konsantrasyonları (ppm).  
Table 2. Mezitli (Mersin) element concentrations in the region of the leaf samples taken from the plant *Phragmites australis* (ppm).

SAZLIK	Li	B	Al	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Rb	Sr	Mo	Cd	Sn	Cs	Ba	Pb
1S1	21.75	7.11	18.52	3.86	1.56	4.83	58.03	46.08	0.00	3.71	3.21	23.65	0.44	0.021	4.95	13.34	0.50	0.00	0.09	0.01	9.71	0.09
2S1	53.12	6.14	44.06	4.12	1.28	3.77	71.45	57.35	0.01	2.14	22.83	20.47	0.40	0.035	3.31	32.88	0.54	0.03	0.08	0.18	14.49	0.17
1S3	26.08	6.69	19.53	2.07	1.72	5.22	26.99	32.15	0.00	1.57	6.00	5.81	0.54	0.047	8.69	60.70	0.94	0.01	0.13	0.00	12.13	0.14
2S3	37.99	4.13	50.55	2.73	1.27	3.78	63.01	59.61	0.00	1.35	5.51	11.40	0.37	0.066	5.55	33.80	0.49	0.00	0.08	0.06	10.86	0.22
1S4	38.72	4.24	21.73	1.99	1.48	4.53	41.82	31.18	0.01	2.39	6.43	15.69	0.40	0.041	7.33	25.33	0.83	0.01	0.10	0.23	5.09	0.09
2S4	21.45	5.05	48.15	2.88	1.39	4.11	50.99	53.88	0.00	1.69	6.84	21.22	0.43	0.028	3.05	41.70	1.16	0.02	0.10	0.00	11.95	0.57
1S5	29.67	5.88	24.86	2.10	1.35	4.17	24.60	35.39	0.00	5.22	4.66	7.26	0.50	0.048	3.95	31.46	0.51	0.01	0.09	0.32	6.12	0.15
2S6	23.80	3.26	19.70	3.90	1.16	3.67	76.91	44.56	0.13	1.62	7.09	14.85	0.33	0.005	5.95	29.70	0.38	0.02	0.08	0.00	13.23	0.16
1S7	22.74	6.32	23.58	3.33	1.12	3.50	154.44	46.55	0.00	1.70	7.85	18.87	0.45	0.056	3.84	18.57	0.38	0.02	0.06	0.09	23.37	0.40
2S7	8.55	278	637.25	49.96	2.01	4.72	14.37	508.96	0.35	4.71	0.42	5.00	0.86	0.091	0.74	13.14	0.32	0.03	0.11	0.12	6.86	0.44

Not: Tüm değerler ppm'dir.

Çizelge 3. Mezitli (Mersin) bölgesinden alınan toprak örneklerindeki element konsantrasyonları (ppm).  
Table 3. Mezitli (Mersin) element concentrations in soil samples taken from the region (ppm).

TOPRAK	Li	B	Al	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Rb	Sr	Mo	Cd	Sn	Cs	Ba	Pb
1T1	288.75	8513	27650	6035	136.58	452.00	1020	51375	36.80	461	20.22	118.15	14.14	1.98	17.41	225.50	12.81	0.85	2.57	1.24	234.88	6.34
2T1	221.25	6018	29400	2745	81.70	306.50	596	38200	37.00	633	14.57	120.10	18.07	1.51	31.50	649.25	7.49	0.56	2.33	5.28	304.50	11.61
1T2	262.00	9215	33200	2875	93.33	265.00	661	35000	25.13	366	34.53	120.78	15.60	3.01	35.33	333.25	9.77	0.79	2.23	6.88	370.75	13.30
2T2	39.83	984	19365	1242	62.78	150.50	403	18193	10.70	168	48.30	201.03	16.15	1.57	26.45	421.00	1.98	0.27	2.99	1.24	100.60	7.80
1T3	245.98	21168	33750	4170	112.10	353.00	785	42050	25.20	327	30.38	104.98	20.08	0.59	30.75	415.75	9.61	0.72	4.25	6.97	481.25	14.41
2T3	258.50	12528	37750	2420	88.60	215.83	572	31150	18.99	250	18.07	98.20	18.31	1.90	51.58	671.00	9.31	0.76	3.29	7.96	424.25	12.39
1T4	291.50	21455	32250	2550	87.90	278.50	623	33300	25.10	403	15.75	101.73	15.59	2.42	36.03	447.25	11.23	0.74	3.66	4.14	168.73	9.41
2T4	237.23	11285	23888	1954	76.10	266.00	541	28950	22.82	464	12.54	107.43	15.12	2.11	23.08	387.50	8.71	0.63	2.79	2.39	147.63	8.64
1T5	288.25	12335	34500	2371	84.85	268.25	714	32650	26.75	427	15.36	205.08	14.76	2.43	35.25	370.00	10.60	0.70	3.74	4.40	186.33	13.94
2T5	309.00	25225	29175	2540	84.75	296.50	654	34000	25.73	462	12.92	116.70	14.59	1.76	27.75	318.25	11.52	0.87	2.94	2.77	197.85	12.20
1T6	224.55	14003	29600	2923	88.78	303.50	742	36625	30.20	541	14.84	222.30	17.07	1.70	26.53	299.50	8.21	0.60	2.96	4.60	339.50	8.79
2T6	200.88	7960	31125	2893	87.30	284.75	640	33300	23.49	394	12.12	216.43	30.70	1.69	35.90	316.00	7.11	0.99	2.90	10.19	221.75	10.57
1T7	260.75	5508	21208	2381	54.40	125.23	431	17188	7.06	87	6.76	109.10	22.50	2.06	22.23	275.50	9.40	0.75	3.86	6.17	592.50	11.06
2T7	39.73	1046	20008	1239	63.38	150.98	398	18193	10.71	169	47.90	200.03	16.65	2.06	26.45	420.50	2.06	0.34	3.06	1.29	100.88	7.70

Not: Tüm değerler ppm'dir.

Çizelge 4. Mezitli (Mersin) bölgesinden alınan *Platanus orientalis* bitkisinin dal örneklerindeki element konsantrasyonları (ppm).  
Table 4. Mezitli (Mersin) region twigs of the element concentrations in samples taken from plants *Platanus orientalis* (ppm).

ÇINAR	Li	B	Al	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Rb	Sr	Mo	Cd	Sn	Cs	Ba	Pb
1C1D	40.75	11.38	30.51	1.35	1.09	3.33	17.66	21.03	0.04	0.92	13.11	7.85	0.37	0.046	1.25	15.93	0.12	0.01	0.10	0.01	5.42	0.15
2C1D	35.79	14.19	72.67	3.60	1.14	3.22	29.41	57.66	0.02	1.37	15.02	15.87	0.51	0.019	2.12	44.39	0.07	0.01	0.10	0.08	7.72	0.57
2C2D	34.13	15.59	153.69	5.90	1.36	3.41	29.79	141.36	0.10	2.02	10.71	8.27	0.52	0.027	1.66	122.70	0.18	0.02	0.09	0.00	8.14	0.92
1C3D	50.75	17.65	65.84	5.02	1.19	3.48	19.19	60.96	0.06	1.96	17.12	25.34	0.51	0.037	2.40	121.28	0.13	0.02	0.10	0.01	9.05	0.54
2C3D	42.77	15.33	240.49	5.39	1.52	3.89	16.55	211.17	0.33	3.09	14.22	14.53	0.54	0.069	1.56	87.96	0.09	0.03	0.11	0.04	13.24	1.20
1C4D	62.60	30.59	27.75	6.80	1.05	3.28	19.45	31.27	0.01	2.38	13.67	13.44	0.61	0.027	2.95	134.61	0.18	0.03	0.08	0.03	9.15	0.30
2C4D	44.52	21.37	52.35	9.14	1.02	3.08	42.88	60.33	0.04	2.81	8.39	17.36	0.67	0.011	3.05	173.35	0.17	0.03	0.09	0.11	9.65	0.36
1C5D	45.03	21.68	40.37	2.36	1.15	3.53	20.58	37.61	0.00	1.58	12.01	13.00	0.47	0.025	1.39	85.05	0.10	0.10	0.09	0.00	7.39	0.33
2C5D	41.84	26.91	37.43	4.79	1.08	3.20	56.27	67.73	0.01	5.43	15.44	36.28	0.58	0.027	1.49	146.02	0.17	0.02	0.12	0.00	10.10	0.30
1C6D	51.96	20.69	32.72	1.81	1.07	3.39	11.63	22.35	0.00	1.26	10.76	13.29	0.44	0.029	3.02	77.74	0.07	0.00	0.07	0.00	10.27	0.19
2C6D	36.73	20.91	26.96	3.58	1.03	3.26	34.09	38.82	0.00	2.13	10.45	19.67	0.53	0.022	0.90	126.95	0.11	0.01	0.08	0.00	12.69	0.33
1C7D	70.56	19.64	29.54	3.70	1.28	3.91	13.93	23.02	0.00	1.92	16.30	10.42	0.38	0.028	5.52	35.95	0.10	0.01	0.07	0.06	6.98	0.21
2C7D	41.51	27.27	38.49	4.12	1.24	4.04	29.40	37.77	0.00	4.80	14.15	13.15	0.42	0.010	2.87	46.55	0.09	0.01	0.10	0.19	7.55	0.27

Not: Tüm değerler ppm'dir.

Çizelge 5. Mezitli (Mersin) bölgesinden alınan *Platanus orientalis* bitkisinin yaprak örneklerindeki element konsantrasyonları (ppm).  
Table 5. Mezitli (Mersin) element concentrations in the region of the *Platanus orientalis* leaf samples taken from plants (ppm).

ÇINAR	Li	B	Al	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Rb	Sr	Mo	Cd	Sn	Cs	Ba	Pb
1C1Y	44.69	13.69	54.64	3.35	1.42	4.29	23.19	55.05	0.01	2.87	6.95	13.98	0.52	0.025	2.73	18.09	0.08	0.01	0.10	0.03	4.36	0.79
1C2Y	53.36	31.88	39.73	2.78	1.19	3.67	24.07	43.07	0.00	2.55	8.24	16.65	0.52	0.025	2.09	112.79	0.15	0.00	0.10	0.04	5.98	0.19
1C3Y	49.61	41.45	152.27	5.12	1.36	3.87	27.10	147.36	0.06	3.64	13.24	11.96	0.61	0.029	2.41	115.29	0.12	0.02	0.14	0.05	7.94	0.30
1C4Y	45.52	28.64	60.55	3.53	1.19	3.60	11.72	68.32	0.00	1.81	11.05	11.38	0.63	0.047	2.08	94.80	0.18	0.01	0.14	0.36	6.86	0.24
1C5Y	13.58	14.95	37.52	1.87	1.32	4.00	16.90	44.34	0.00	0.74	2.16	9.93	0.57	0.040	0.59	81.89	0.10	0.00	0.14	0.04	6.12	0.19
1C6Y	25.01	15.64	39.08	2.23	1.21	3.70	23.32	52.42	0.00	1.13	6.14	8.38	0.53	0.042	1.24	84.30	0.06	0.00	0.14	0.05	8.85	0.24
1C7Y	83.18	57.09	112.04	5.97	1.48	4.18	40.43	103.46	0.04	4.63	16.19	24.93	0.52	0.026	6.59	62.07	0.17	0.02	0.23	0.04	8.35	0.57

Not: Tüm değerler ppm'dir.

Bozdoğan, Öz, Özdemir, Demir, Hatipoğlu Bağcı

Çizelge 6. Mezitli (Mersin) bölgesinden alınan su örneklerindeki element konsantrasyonları.  
Table 6. Mezitli (Mersin) element concentrations in water samples collected from the Zone.

SU	Li (ppb)	B (ppb)	Na (ppm)	Mg (ppm)	Al (ppb)	K (ppm)	Ca (ppm)	V (ppb)	Cr (ppb)	Mn (ppb)	Fe (ppb)	Ni (ppb)	Cu (ppb)	Zn (ppb)	As (ppb)	Se (ppb)	Br (ppb)	Mo (ppb)	Cd (ppb)	Sb (ppb)	Ba (ppb)	Pb (ppb)
A1-1 DERE	1.9	16.2	5.7	55.8	44.0	1.2	43.2	1.9	2.5	1.4	32.4	1.9	2.2	4.2	1.4	3.3	14.6	10.1	0.6	0.9	21.5	5.7
A2-1 DERE	5.8	33.9	9.4	58.3	8.3	0.8	61.6	1.6	1.8	0.1	27.3	3.0	0.4	1.6	0.3	1.7	24.9	8.9	<DL	0.3	25.5	15.9
A1-2 DERE	2.4	18.7	6.4	56.2	51.6	0.7	44.2	1.5	1.8	0.8	19.9	1.7	0.4	3.1	0.5	3.1	16.5	8.9	0.5	0.7	22.9	1.7
A2-2 DERE	6.3	48.5	11.4	60.5	13.9	1.1	60.4	2.3	1.6	1.1	29.3	3.8	0.7	0.5	0.7	1.6	41.0	0.7	<DL	0.3	25.0	16.6
A1-2 ÇŞM	3.2	19.5	7.1	13.5	17.8	0.8	75.1	2.3	0.9	0.1	6.3	1.0	<DL	3.0	0.6	3.5	27.6	8.6	<DL	0.7	13.4	1.1
A2-2 ÇŞM	4.6	14.0	4.6	9.5	2.6	0.7	83.7	2.4	0.8	<DL	25.2	2.5	1.7	4.6	0.3	1.8	26.4	0.3	<DL	0.3	8.1	16.0
A1-3 DERE	3.5	22.9	9.1	55.5	109.4	0.8	44.8	1.6	1.7	1.1	55.3	1.7	0.2	2.9	0.4	3.4	23.6	8.4	<DL	0.7	22.2	0.7
A2-3 DERE	7.6	60.2	12.2	43.3	25.4	1.2	55.1	2.2	0.6	0.3	31.7	3.2	0.4	<DL	0.9	1.8	57.4	0.9	<DL	0.4	26.5	14.3
A1-3 ÇŞM	3.2	19.6	7.9	13.9	23.2	0.8	75.7	2.3	0.9	0.1	6.8	1.2	<DL	3.3	0.5	3.6	44.5	8.5	<DL	0.7	13.4	0.8
A2-3 ÇŞM	4.6	13.7	4.6	9.4	4.7	1.2	82.4	2.3	0.7	0.1	24.8	2.2	1.6	8.7	0.2	2.2	<DL	0.3	<DL	0.3	8.1	14.6
A1-4 DERE	4.9	28.2	12.1	56.9	147.2	0.9	46.5	1.6	1.6	0.9	68.9	1.8	1.1	3.0	0.5	3.5	30.4	8.6	<DL	0.7	22.9	0.8
A2-4 DERE	10.8	77.8	21.7	42.8	14.3	2.3	77.5	1.7	0.6	<DL	31.9	2.7	0.1	<DL	0.5	2.3	92.4	1.1	<DL	0.4	25.6	14.9
A1-5 DERE	5.9	33.6	15.4	59.2	179.6	1.1	49.2	1.7	1.7	1.5	72.2	2.0	0.4	2.9	0.5	3.5	41.93	8.7	<DL	0.7	25.7	0.7
A2-5 DERE	17.7	132.0	43.3	71.9	66.4	2.8	73.4	1.9	0.6	0.7	62.6	6.4	1.8	0.5	1.2	2.5	179.8	1.8	<DL	0.4	38.1	15.4
A1-6 DERE	10.4	77.9	45.1	59.6	94.7	1.3	66.5	1.8	1.5	0.8	44.7	2.6	0.3	2.9	0.6	3.8	259.8	8.9	<DL	0.7	59.9	0.5
A2-6 DERE	1.3	103.2	33.4	44.9	28.9	1.4	81.6	3.1	0.8	0.2	36.0	4.5	3.9	0.2	1.6	2.6	174.4	0.9	<DL	0.4	49.7	15.6
A1-7 DERE	5.7	33.9	15.9	60.3	159.9	1.1	41.7	1.7	1.9	1.0	76.7	1.9	0.5	3.0	0.5	3.6	40.82	8.8	<DL	0.7	23.8	0.6
A2-7 DERE	8.0	80.6	19.7	49.1	4.9	1.2	47.6	2.8	2.2	0.2	24.5	3.4	1.7	0.6	1.2	2.2	118.3	0.7	<DL	0.4	34.1	15.9
A1-8 DERE	6.1	51.6	40.6	62.7	172.4	5.9	39.4	1.8	1.8	0.8	64.7	2.5	1.3	3.6	0.6	3.6	118.5	8.9	<DL	0.7	23.4	0.7
A2-8 DERE	467.4	5053	12984	1627.6	2357	469.8	480.7	53.7	109.8	46.0	9730	33.4	500	188.0	216.1	312.8	72777	18.8	<DL	98.6	57.7	1701

DL: Dedeksiyon Limiti

Çizelge 7. Mezitli (Mersin) bölgesinden alınan su örneklerindeki anyon düzeyleri.

Table 7. Mezitli (Mersin) anion levels in water samples collected from the Zone.

SU	Fosfat (ppm)	Amonyum (ppm)	Florür (ppm)	Klorür (ppm)	Nitrit (ppm)	Nitrat (ppm)	Sülfat (ppm)
A1-1 DERE	<DL	0.0603	0.095	13.934	<DL	14.989	32.882
A1-2 DERE	<DL	0.0756	0.117	20.376	0.021	14.239	36.289
A1-3 DERE	<DL	0.0754	0.139	21.304	0.014	8.859	49.141
A1-4 DERE	<DL	1.7886	0.133	35.874	0.003	17.723	93.620
A1-5 DERE	<DL	0.1925	0.135	79.033	0.057	14.051	240.446
A1-6 DERE	<DL	<DL	0.142	72.126	0.018	30.935	83.919
A1-7 DERE	<DL	0.1528	0.085	60.600	0.099	71.313	87.247
A1-8 DERE	<DL	<DL	1.812	35047.289	<DL	2.496	3824.135
A2-1 DERE	<DL	<DL	0.054	6.720	<DL	3.349	15.508
A2-2 DERE	<DL	<DL	0.053	6.708	<DL	5.080	18.556
A2-3 DERE	<DL	<DL	0.080	11.381	<DL	8.154	13.785
A2-4 DERE	<DL	<DL	0.086	12.078	<DL	6.325	49.934
A2-5 DERE	<DL	<DL	0.072	15.498	<DL	7.809	62.841
A2-6 DERE	<DL	<DL	0.153	87.164	<DL	22.988	80.744
A2-7 DERE	<DL	<DL	0.090	15.681	<DL	7.286	58.459
A2-8 DERE	<DL	<DL	0.102	54.020	<DL	8.142	66.275

## SONUÇLAR

Çalışma kapsamında toplanan bitki (*P. orientalis* ve *P. australis*), toprak ve su örneklerinde Li, B, Al, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Rb, Sr, Mo, Cd, Sn, Cs, Ba ve Pb elementleri için kimyasal analizler yapılmıştır. Bu örneklerde B, Cr, Pb, Cu, Sr ve Li elementleri için bitki türleri ile yetiştikleri topraklar arasında istatistiksel olarak doğrusal ilişkiler olduğu, su örneklerinin ise TSE-266 (2005) standartlarına göre normal değerlerde olduğu saptanmıştır. Bu kapsamda;

1. *P. orientalis* bitkisinin dalındaki B, Sr ve Pb ile topraktaki B, Sr ve Pb düzeyleri arasında pozitif korelasyon olduğu, bu bitkinin dalındaki

Cr ile topraktaki Cr düzeyi arasında ise negatif korelasyon olduğu saptanmıştır.

2. *P. australis* bitkisinin yaprağındaki Cr ve Li ile topraktaki Cr ve Li düzeyi arasında pozitif korelasyon olduğu, bu bitkinin yaprağındaki Cu ile topraktaki Cu düzeyi arasında ise negatif korelasyon olduğu saptanmıştır. Bu nedenle *P. orientalis* ve *P. australis* bitki türlerinin B, Cr, Pb, Cu, Sr ve Li elementleri için belirtgen bitkiler olabileceği önerilebilir.

3. Topraktaki Cr artışına karşın *P. orientalis* bitkisinin dalındaki Cr içeriğinde negatif yönde doğrusal azalma saptanmıştır. Bu durum, bitkinin, ortamdaki Cr arttıkça Cr'yi bünyesine doğrusal olarak o oranda az aldığını göstermektedir.

Bozdoğan, Öz, Özdemir, Demir, Hatipoğlu Bağcı

Ayrıca bitkinin dalının, topraktaki B, Sr ve Pb'nin artışıyla birlikte bünyesine B, Sr ve Pb'yi doğrusal olarak artan miktarda alırken, Cr'yi azalan miktarda aldığı söylenebilir.

4. Topraktaki Cu artışına karşın *P. australis* bitkisinin yaprağındaki Cu içeriğinde negatif yönde doğrusal azalma saptanmıştır. Bitki, ortamdaki Cu fazlaştıkça bünyesine Cu'yu doğrusal olarak o oranda az almaktadır. Ayrıca bitkinin yaprağının, topraktaki Cr ve Li artışıyla birlikte bünyesine Cr ve Li'yi doğrusal olarak artan miktarda alırken, Cu'yu ise azalan miktarda aldığı söylenebilir.

5. *P. orientalis* (B, Sr, Pb ve Cr için) ve *P. australis* (Li, Cu ve Cr için) bitki türlerinin B, Sr, Pb, Li, Cu ve Cr içeren maden yataklarının biyojeokimyasal prospeksiyonunda kullanılabileceği önerilebilir.

## KATKI BELİRTME

Çalışmada kullanılan örneklerin kimyasal analizlerinin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Mehmet Ali KURT'a (MEÜ MEİTAM) teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

Bozcuk, S., 1986. Bitki Fizyolojisi (Metabolik Olaylar). Hatipoğlu Yayınları, 176 s., Ankara.

Brooks, R. R., Morrison, R. S., Reeves, R. D., Dudley, T. R., Akman, Y., 1979. Hyperaccumulation of nickel by *Alyssum Linnaeus* (Cruciferae). *Proceedings of The Royal Society's Physical Sciences*, 203, 387-403.

Brooks, R. R., Baker, A. J. M., Malaisse, F., 1992. Copper flowers. *National Geographic Research and exploration*, 8 (3), 338-351.

Brooks, R. R., Dunn, C. E., Hall, G. E. M., 1995. *Biological system in mineral exploration and processing*. Elles Horwood Limited, 538 s.

Benton, J., Jones, R., 1984. Developments in the measurement of trace metal in foods, in *Analyses of Food contaminants*. J. Gilbert, Ed., Elsevier, London and New York, 157 p.

Demirezen, D., Aksoy, A., 2005. Common hydrophyte a bioindicators of iron and manganese pollution. *Ecological Indicators*, 6, 388.

Dunn, C., 2007. *Biogeochemistry in mineral exploration*. Consulting Geochemist, 480 s.

Dürüst, N., Dürüst, Y., Tuğrul, D., Zengin, M., 2004. Heavy Metal Contents of *Pinus Radiata* Trees of İzmit (Turkey). *Asian Journal of Chemistry*, 16 (2), 1129.

Erdman, J. A., Kokkola, M., 1984. Workshop 2: *Biogeochemistry in Mineral Exploration*, *Journal of Geochemical Exploration*, 25, 21-40.

Gedik, T., 2005. Madenköy (Niğde/Ulukışla) ve Dolaylarının Biyojeokimyasal Anomalilerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 113 s.

Hutchinson, G. E., 1950. Survey of existing knowledge of biogeochemistry 3: The biogeochemistry of vertebrate excreta. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 96, 71-94.

Hoening, H., Borger, M., 1983. Particular problems encountered in trace metal analysis of plant by AAS, *Spectrochimica Acta*, 38B (5/6), 673-880.

Kacar, B., 1984. Bitki Beslenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:289, Ankara, 317 s.

Köksoy, M., 1991. Uygulamalı Jeokimya. Hacettepe Yayınları, Yayın No.64, Ankara, 368 s.



- Nagaraju, A., Karimulla, S., 2002. Accumulation of elements in plants and soil in and around Nellore Mica Belt, Andhra Pradesh, India – a biogeochemical study. *Environmental Geology*, 41, 852-860.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H., 1995. Toprak Bilimi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No: 73 Ders Kitapları Yayın No:16, Adana.
- Özdemir, Y., 1992. Türk çaylarında kimyasal bileşimin incelenmesinde spektrofotometrik ve kromatografik yöntemlerin yeri. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 178 s.
- Özdemir, Z., Zorlu, S., Eryılmaz, F. Y., 2003. Toprakta metal kirliliğinin saptanmasında indikatör (belirleyici) bitkilerin kullanılması. 10. Yıl Sempozyumu, Mersin, 89.
- Özdemir, Z., Demir, E., 2010. Fındıkpınarı-Erdemli Mersin bölgesinde nikel akümülatörü bir bitki *Alyssum murale* Waldst & Kit. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 34 (1), 57-70.
- Özdemir, Z., 2005. *Pinus brutia* as a biogeochemical medium to detect iron and inc in soil analysis, chromite deposits of the area Mersin, Turkey. *Chemie Der Erde-Geochemistry*, 65, 79-88.
- Özdemir, Z., Zorlu, S., Akyıldız, M., Yücesoy Eryılmaz, F., 2014. Determination of indicator plants for boron in the Kırka (Eskişehir-Turkey) boron deposit area. *International Journal of Geosciences*, 5, 77-84.
- Page, V., Le Bayon, R. C., Feller, U., 2006. Partitioning of zinc, cadmium, manganese and cobalt in wheat (*Triticum aestivum*) and lupin (*Lupinus albus*) and further release into the soil. *Environmental and Experimental Botany*, 58, 269–278.
- Rose, A. W., Hawkes, H. E., Webb, J. S., 1979. *Geochemistry in mineral Exploration*, 2nd ed. Academic Press, New York, 657 p.
- Schroll, E., (Ed), 1975. *Analytische Geochemie* Enke Verl. Bd. I. Stuttgart, 292 s.
- Sharma, P., Dubey, R. S., 2005. Lead toxicity in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17 (1), 35- 52.
- Şenol, M., Duman, T. Y., 1998. Adana-Mersin dolayının jeoloji etüdü raporu.
- TSE 266. Sular – İnsani Tüketim Amaçlı Sular, 2005. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara
- Yılmaz, C., 2004. Bitkisel üretimde besin elementleri. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti, 142 s.
- Yürekli, A. K., Aslanargun, B. A., 2002. Bitkilerde Mineral Beslenme Fizyolojisi. Anadolu Üniversitesi Yayınları Eskişehir, 1432, 119 s.
- Zorlu, S., Çetin, E., Özdemir, Z., 2004. Gömülü cevhere rehber bitkiler. *Mavi Gezegen Dergisi*, 9, 37-42.