

# **KOBALTIN BİYOJEOKİMYASAL PROSPEKSİYONU İÇİN BİR BELİRTGEN BİTKİ; *ALYSSUM PELTARIOIDES* BOİSS SUBSP VİRGATIFARME (NGAR)**

## **AN INDICATOR PLANT FOR BIOGEOCHEMICAL PROSPECTING OF COBALT; *ALYSSUM PELTARIOIDES* BOİSS SUBSP VİRGATIFARME (NGAR)**

**Zeynep ÖZDEMİR**

Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği  
Bölümü 33160 Mersin (e-posta: zozdemir@mersin.edu.tr)

Yayına Geliş (Received): 02.07.10, Yayına Kabul (Accepted): 25.10.11

**ÖZ:** Biyojeokimyasal prospeksiyon yöntemleri 1965 lerden beri bilinmeyen maden yataklarının saptanmasında başarılı olarak kullanılmakta ve bitkilerde bazı elementlerin analizi ile belirtgen bitkilerin saptanması ilkesine dayanmaktadır. Bu çalışmada Çeşmeli-Fındıkpınarı-Erdemli/Mersin bölgesinde doğal olarak yetişen *Alyssum* sp. bitki türlerinin Co için toprak-bitki arasındaki ilişkileri incelenerek belirtgen bitki saptanmaya çalışılmıştır. Bölgede *Alyssum murale* Waldst & Kit, *Alyssum floribundum* Boiss & Ball, *Alyssum peltarioides* Boiss subsp, virgatifarme (Ngar) olmak üzere 3 *Alyssum* bitki türü saptanmıştır. 30 istasyondan bitki türleri (yaprak, dal ve çiçekler) ve yetiştikleri topraklardan da örnekler toplanmış olup Co ve Ni içerikleri atomik absorpsiyon spektrofotometresi (alevli AAS) yöntemiyle analiz edilmiştir. Toprak ve bitki arasındaki ilişki istatistiksel olarak incelenerek *A.peltarioides* (n: 10, r: 0.9167, yaprakta) bitki türünün Co için belirtgen (indikatör) bitki olabileceği (P<0.01), bu bitki türünün de biyojeokimyasal prospeksiyonda kullanılabileceği gibi çevresel monitor olarak da kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Biyojeokimyasal prospeksiyon, belirtgen bitkiler, Co-Ni, Çeşmeli-Fındıkpınarı-Erdemli/Mersin

**ABSTRACT:** Biogeochemical prospecting methods have used successfully for detection of the new mineral deposits in the underlying substrate since 1965. This method involves the chemical analysis of some plants and determination of indicator plants for some elements. The aim of this study is to determine plant-soil relationships for the native *Alyssum* sp. plant species that grow directly on the Çeşmeli (Fındıkpınarı- Erdemli)/Mersin area, Indicator plant was determined for Co. Three species (*Alyssum murale* Waldst & Kit, *Alyssum floribundum* Boiss & Ball, *Alyssum peltarioides* Boiss subsp virgatifarme (Ngar)) of *Alyssum* (in leaves, twigs and flowers) and soil samples were collected from 30 sites in this area, were analysed for their Ni and Co contents. Co and Ni of samples were determined by atomic absorpsiyon spektrofotometer (flame AAS). Data for the statistical significance of plant/soil relationship for Co are summarised. The *A. Peltarioides* (n: 10, r: 0.9167, in leaves) species for Co showed highly significant, (P<0.01) relationships. It is concluded that this plant species could be used both biogeochemical prospecting and environmental monitoring for Co.

**Key Words:** Biogeochemical prospecting, indicator plants, Co-Ni, Çeşmeli-Fındıkpınarı- Erdemli/Mersin

## GİRİŞ

Biojeokimyasal prospeksiyon ilk olarak Vernadsky tarafından 1926 da telaffuz edilmeye başlanmış ve Hutchinson'un 1950 de yaptığı doktora tez çalışmasıyla gelişmeye başlamıştır. 1965 yılından sonra da biojeokimyasal prospeksiyon çalışmaları tam olarak uygulanmaya başlanmış ve 1949-1973 yılları arasında 90 dan fazla maden yatağı saptanmıştır. Bu yöntemde toprak ile bitki arasında doğrusal bir ilişki bulunan bitkiler belirtgen bitkiler (indikatör) olarak adlandırılmıştır (Erdman ve Kokkola, 1984; Ornella ve Gabbrielli, 1987).

Bugüne kadar başta bitkiler olmak üzere kuşlar gibi bazı hayvanlar ve mikroorganizmalar da (jeomikrobiyoloji) kullanılarak maden yatakları saptanmaya çalışılmıştır. Hayvanlarla çalışmanın zorluğu, bitkilerin yaygın uygulama alanları göz önüne alındığında, biojeokimya denilince ilk akla gelen bitkilerdir ( fitojeokimya, bitki jeokimyası) ve biojeokimya çalışmalarında da en fazla bitkiler kullanılmaktadır. Bitkilerin adeta sığ sondaj yapar gibi yeraltından bilgi getirmesi, bir bitkinin yalnızca bir organının kimyasal analizi yapılarak maden yataklarının bulunabilecek olması, konuyu daha da ilginç hale getirmiştir (Sağiroğlu ve Özdemir, 1997; Schlesinger, 2006, Dunn, 2007) . Ancak biojeokimyasal verilerin yanında jeolojik ve jeofiziksel yöntemlerin birlikte değerlendirilerek maden prospeksiyonunun yapılması kaçınılmazdır.

En fazla Au ( iz sürücü olarak da As için) olmak üzere Cu, Zn, Fe, Mn, U, Co, Pt, Pb, Cd, Ag, B, Ni, Co gibi elementlerin oluşturduğu maden yataklarının biojeokimyasal prospeksiyonu için belirtgen bitkiler saptanmaya çalışılmıştır (Erdman ve Kokkola, 1984; Kovalevsky, 1984; Köksoy, 1991; Brooks vd., 1995; Sağiroğlu ve Özdemir, 1997; Schlesinger, 2006; Dunn, 2007; Özdemir, 2009). Örtülü maden yataklarının ortaya çıkarılması amacıyla kullanılan biojeokimyasal prospeksiyonda kullanılan belirtgen bitkiler, son yıllarda çevresel ortamın belirlenmesinde ve ortamdaki metal kirli-

liğinin ortaya çıkarılmasında da kullanılmaktadır. Anadolu' da ise Cu, Zn, Mn, Fe, Ni ve B gibi birkaç element için belirleyici bitkiler saptanmıştır (Angle ve diğ., 2003; Brooks, 1977; Brooks ve diğ., 1979, 1995; Özdemir ve Sağiroğlu, 1997, 1999, 2000a, 2000b; Özdemir, 2003 ve 2005; Turan vd., 2006; Özdemir vd., 2006; Demir ve Özdemir, 2008; Özdemir ve Demir, 2010).

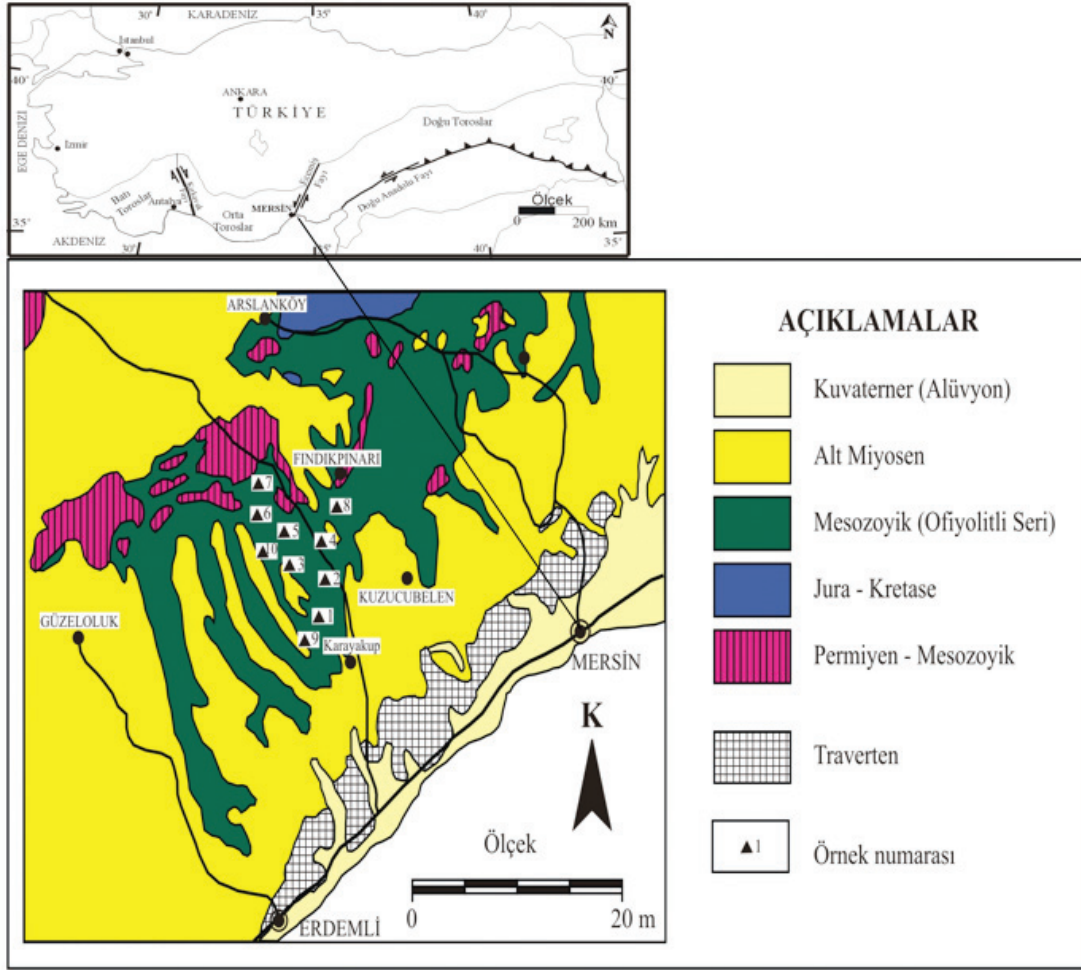
Literatürde 100 den fazla *Alyssum* sp. türlerinin olması (Brooks vd. (1977, 1979); Adıgüzel ve Reeves, 2002) bazı *Alyssum* sp. bitki türlerinin Ni için belirleyici olması, çoğunlukla doğada kobaltında nikel ile birlikte bulunması (mafik ve ultramafik kayaçlarda) nedeni ile, bu çalışmada Fındıkpınarı-Erdemli/Mersin bölgesinde, Co için biojeokimyasal anomalilerin incelenmesi amaçlanmış olup, bölgede yetişen bu bitki türlerinden (*Alyssum peltarioides* Boiss subsp. *Virgatifarme* (Ngar), *Alyssum murale* Waldst&Kit, *Alyssum floribundum* Boiss&Ball) ve yetiştikleri topraklardan sistematik olarak örnekler toplanmış ve laboratuara getirilerek kimyasal analize hazırlanmıştır. Atomik absorpsiyon spektrofotometresin de okunan değerler istatistiksel olarak incelenerek Co için belirtgen bitki türleri saptanmaya çalışılmıştır.

## ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ

Çalışma alanı Mersin'in yaklaşık 55 km KB'da bulunan Çeşmeli-İçmeler bölgesini içeren 25 km<sup>2</sup> lik bir alanı kaplamaktadır. Bölge genel olarak 3 ayrı birimden oluşmaktadır (Şekil1).

Bunlar alttan üstte doğru, Geç Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı temel birimler, ofiyolitik kayaçlardan ve ofiyolitik melanjdan oluşan birimler ve bu birimleri açısız uyumsuzlukla örten Tersiyer yaşlı birimlerdir.

Temel birimler bölgede Üst Permiyen yaşlı kireçtaşları ile başlamaktadır. Triyas dönemi kırıntılı kayaçların ardalanması ile temsil edilmektedir. Jura-Üst Kretase arası platform karbonatlarından



Şekil 1: Çalışma bölgesinin jeoloji haritası (MTA gov.tr den basitleştirilerek)

Figure 1: Geological map of investigated area (Simplified from MTA gov.tr)

oluşmaktadır. Üst Kretase ise derin denizel pelajik kireçtaşları ve türbiditlerden oluşmaktadır (Demirtaşlı ve diğ., 1984).

Bölgeye Geç Kretase döneminde yerleşen ofiyolitik kayalar, bir ofiyolitik diziliminde yer alan bütün kaya birimlerini kapsamaktadır. Ofiyolitik melanj ise killi kireçtaşı, türbiditik kumtaşından oluşan bir matriks ve içinde mafik-ultramafik kayalar ve değişik yaşlarda (Permiyen, Triyas, Jura-Kretase) kireçtaşı bloklarından oluşur. Bölgede yer alan Tersiyer birimleri Oligosen-Miyosen ve Kuvaterner dönemlerinde çökelmiş olup, temel ve ofiyolit birimleri üzerine aşıl uyumsuzlukla gelmektedir. Tersiyer birimleri birbirleri ile yan

ve dikey geçişli olup, Oligo-Miyosen yaşlı Gildirli, Alt-Orta Miyosen yaşlı Kaplankaya, Karaisalı ve Güvenç, Orta-Üst Miyosen yaşlı Kuzgun ve Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Handere formasyonlarından oluşmaktadır.

Gildirli formasyonu akarsu çökellerinden konglomera- kumtaşı, silttaşı- kilttaşlarından oluşmaktadır. Kaplankaya formasyonu killi kireçtaşı, killi kumtaşı, marn ve fosilli kireçtaşlarından oluşurken, Karaisalı formasyonu ise resifal kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bölgede resif önü, sığ-derin deniz ortamında çökelmiş Güvenç formasyonu killi kireçtaşı-marn ve kiltası-silttaşlarından oluşur. Kuzgun formasyonu, kumtaşı-konglomera, resifal kireç-

taşı, tüfit ve kıltaşı-marn-silttaşı gibi belirgin dört birimden oluşmaktadır. Handere formasyonu ise, beyazımsı, sarımsı renkli, kıltaşı-marn-sittası, fosilli oolitik kireçtaşı, alçıtaşı (jips) ve kumtaşı-konglomeralardan oluşmaktadır.

Kuvaterner ise Traverten ve alüvyonlarla temsil edilmektedir (Şenol ve diğ., 1998).

## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada Çeşmeli-Fındıkpınarı-Erdemli/Mersin yöresinde ultrabazik birimlerde *Alyssum* türleri olarak *Alyssum murale* Waldst & Kit, *Alyssum floribundum* Boiss & Ball, *Alyssum peltarioides* Boiss subsp virgatiforme (Ngar) olmak üzere 3 bitki türü saptanmıştır (Şekil 1 de verilen 10 istasyon sembolik olarak verilmiş olup asıl 30 istasyondan örnek toplanmıştır). Bitki türünün 3 yıllık ömrünün olması, bitki yayılımının çok düzensiz olması, tekrar örnek toplanmasında aynı lokasyonlardan aynı örneğin alınabilmesinin zorluğu, bir bölgede hiç yokken bir bölgede çok yoğun olmasının yanında 800-1100 metre arasında yetişmekte, temmuz –ağustos ayında bu 3 bitki türü de sarı renkte çiçeklenmekte ve bitki türü tayininde de bu çiçeklerden faydalanılmaktadır. Bitki örnekleri ve yetiştikleri topraklardan da örnekler alınarak Ni-Co için aşağıdaki şekilde analize hazırlanmıştır.

Toprak örneklerinin (toplam 30 adet) element düzeyleri Brooks ve diğ., (1992)'den yararlanılarak yapılmıştır. 80 °C kurutulmuş toprak örneklerinden 0,1 g tartıldıktan sonra polietilen kaba konulmuş ve üzerine 10 ml derişik HF+HNO<sub>3</sub> (1:1) karışımı eklendikten sonra buharlaştırılmış ve üzerine 7 ml derişik HCl eklenmiş ve buharlaştırma işlemi tekrarlanmıştır. Elde edilen kalıntı 7ml derişik HCl'de çözüldükten sonra deiyonize su ile 25 ml'ye tamamlanarak elde edilen çözeltilerde element miktarları atomik absorpsiyon spektrofotometrisi (alevli AAS) ile analiz edilmiştir.

Preslenen bitki örneklerinin sistematik tanımla-

maları yapıldıktan sonra, yıkanıp saf sudan geçirilerek 80 °C kurutulmuş ve daha sonra Benton ve Jones (1984) tarafından geliştirilen yöntemle göre analize hazırlanmıştır. Kurutulmuş bitki örneklerinin yaprak ve dal, çiçek (toplam 90 örnekte) gibi organlarına ayrılarak 2 g tartılıp porselen krozelerin içinde kül fırınında 50 °C/saat hızla 550 °C'ye kadar ısıtılmış ve bu sıcaklıkta 10 saat bekletilmiştir. Elde edilen kül üzerine 5ml derişik HNO<sub>3</sub> çözeltisi eklendikten sonra ısıtıcı tabla üzerinde kuruyuncaya kadar buharlaştırılıp kalan kalıntı üzerine de 5ml derişik HCl eklenerek balon joje içerisinde deiyonize su ile 25 ml'ye tamamlanmıştır. Tüm örneklerde kobalt düzeyleri atomik absorpsiyon spektrofotometrisinde (alevli AAS) okunarak sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar kuru ağırlık üzerinden verilmiştir. Toprak- bitki arasındaki ilişki Scroll (1975)'e göre %95 ve %97 güvenlilikle yorumlanmıştır.

## TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Doğada bulunan pek çok elementin bitkilerin bünyesinde bulunduğu ve bitki gelişmesinde önemli rol oynadıkları gibi üzerinde yetiştikleri toprakların element içeriği ile de ilişkili oldukları bilinmektedir.

Kobalt bitkiler tarafından Co<sup>2+</sup> iyonu şeklinde alınır. Kobaltın alınma mekanizmasına ilişkin bilinenler sınırlı olmakla birlikte, bitkiler ve diğer bütün canlılar için mutlak gerekli elementlerden birisidir. Toprakta fazla Co bulunduğunda bitkiler üzerinde toksik etkisine nadir olarak rastlanmakta ve özellikle diğer mutlak gerekli elementlerin etkisini azaltma şeklinde ortaya çıkabilmektedir. Genel olarak toprağın toplam kobalt içeriği 1-40 ppm ve bitkilerde yaklaşık kuru ağırlık üzerinden 0.002-0.05 ppm düzeyindedir. Fe ve Mn'ca zengin kayalar, yüksek miktarda Co içermekte ve ortamda fazla miktarda Co bulunması durumunda ise bitkiler tarafından Fe ve Mn alımı azalmaktadır. Granitik kayalarda 4 ppm ve kireçtaşlarında 2 ppm Co normal değerler olarak saptanırken, ultrabazik kayalarda 150 ppm

gibi bir değere ulaşabilmektedir. Ayrıca ultrabazik kayalarca zengin olan toprakların da bu bitki türlerinin yaşayabilmesi için iyi ortam olabileceği belirtilmektedir (Özbek ve diğ., 1993; Reeves, 1992; Brooks vd., 1995; Yürekli ve Arslanargun, 2002; Dunn, 2007; Ghaderian ve Baker, 2007; Kacar ve Katkat, 2009).

Literatürde 100 ün üzerinde *Alyssum* bitki türünün olduğunu, bunlardan bir çoğunun da Anadolu da yetiştiğini ancak yalnızca bu 3 bitki türünün (*Alyssum murale* Waldst & Kit, *Alyssum floribundum* Boiss & Ball, *Alyssum peltarioides* Boiss subsp. *virgatifarme* (Ngar)) Çeşmeli- Fındıkpınarı- Erdemli/ Mersin bölgesinde yetiştiği saptanmıştır. Ayrıca bazı *Alyssum* bitki türlerinin Ni için belirtgen bitki türü olduğu ve bu bitki türlerinin de Anadolu da yaygın olarak, özellikle de ofiyolitik kayaların yayılım gösterdiği alanlarda yetiştiği belirtilmiştir (Brooks ve diğ., 1979; Adıgüzel ve Reeves, 2002; Özdemir ve Demir, 2010). Bu çalışmada ise; Co ve Ni nin jeokimyasal olarak birlikte bulunan elementler olması nedeni ile bu türlerin Co için belirtgen bitki olup olamayacakları araştırılmıştır.

Şekil 1 de jeoloji haritasında görülen Çeşmeli- Fındıkpınarı- Erdemli/Mersin bölgesinden toplanan *Alyssum* sp. bitki türleri ve yetiştikleri topraklardan örnekler alınmış olup, Ni ve Co için yapılan kimyasal analiz sonuçlarından genel olarak her iki element düzeyinin de, normal değerleri çok fazla (Co için 24 ppm, Ni için 19 472 ppm) aştığı saptanmıştır. Normal değer Co için, 0.002-0.05 ppm, Ni için 3 ppm dir (Reeves, 1992; Özbek ve diğ., 1993; Tatjana ve Pauline, 2001; Ghaderian ve Baker, 2007).

Laboratuvarında kimyasal analize hazırlanan bitki ve toprak çözeltilerinde Co ve Ni düzeyleri, atomik absorpsiyon spektrofotometrisinde (alevli AAS) okunarak sonuçlar istatistiksel olarak incelenmiştir (Çizelge 1 ve 2). Bu bitki türleri arasından *A.peltarioides* in dalındaki Co düzeyi ile topraktaki Co düzeyi arasında (n: 10, R<sup>2</sup>:0.8403, r: 0.9167 %99 güvenirlikle, P<0.01) doğrusal bir ilişki olduğu (Şekil 2), bu bitki türünün yalnız yaprağının, kobaltın bulunduğu maden yataklarının biyojeokimyasal prospeksiyonu için belirtgen bir bitki türü olabileceği sonucuna varılmıştır. Ancak Ni için ise bu bitki türünün istatistiksel anlamda bir anlam taşımadığı saptanmıştır (% 95 güvenirlikle, P <0.05).

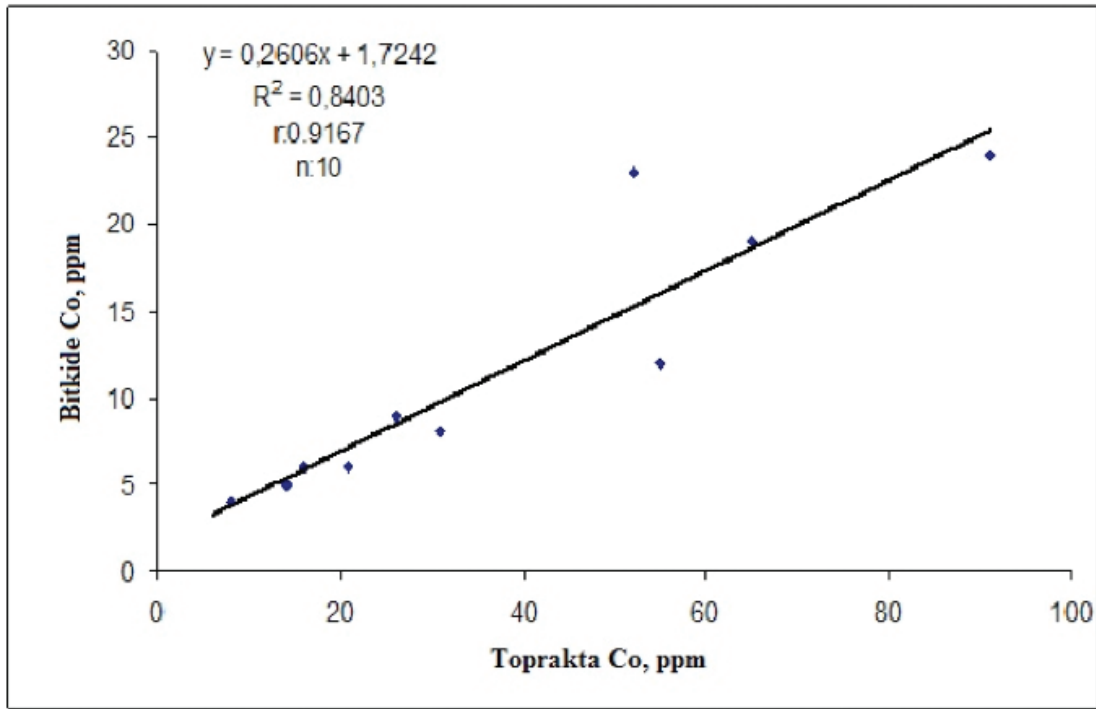
**Çizelge 1:** *Alyssum* sp. bitki türlerinde ve yetiştikleri topraklarda Co, Ni içerikleri (ppm)

**Table 1:** *Alyssum* sp. plant species and Co, Ni contents in soil (ppm)

Bitki ismi	Organ	Co İçeriği	Ni içeriği
<i>Alyssum peltarioides</i> Boiss subsp virgatifarme (Ngar) (n:10)	Yaprak	4-24	946-4755
	Dal	<2	5-177
	Çiçek	3-7	29-1336
<i>Alyssum floribundum</i> Boiss&Ball (n:5)	Yaprak	5-14	2-10209
	Dal	<2	98-1188
	Çiçek	3-7	575-1098
<i>Alyssum murale</i> Waldst&Kit (n:15)	Yaprak	2-17	58-15223
	Dal	<2	74-5494
	Çiçek	2-6	94-19472
Toprakta element içeriği		6-91	230-2771

**Çizelge 2:** *A. peltarioides* bitki türünün istatistiksel parametreleri(n:10)**Table 2:** The statistical parameters of *A. peltarioides* plant species (n:10)

	Toprakta Ni, ppm	Toprakta Co, ppm	Bitkide (yaprağında) Co, ppm
Min. değer	473	6	4
Max. değer	2771	91	24
Aritmetik ortalama değer	152	38	15
Ortanca değer	1257	28	15

**Şekil 2:** Co için bitki ve toprak arasındaki ilişki**Figure 2:** Correlation between the soil and the plant for Co

Elementler arası ilişkiler incelendiğinde *A. peltarioides* bitkisinin yaprağındaki Co ile topraktaki Co arasında %99 güvenirlikle ( n: 10, R<sup>2</sup>: 0.8403, r: 0.9167) bir ilişki olduğu gibi, topraktaki Ni ile de %95 güvenirlikle ( n: 10, R<sup>2</sup>: 0.4534, r: 0.6733) bir ilişki saptanmıştır (Şekil 3). Yani Co için belirleyici bitki olarak saptanan *A. peltarioides* bitkisinin topraktaki Co' ı alması, topraktaki Ni' nin bulunması ile de orantılıdır. Çünkü topraktaki Ni

değerleri ile *A. peltarioides* bitki türündeki Co değerleri arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır.

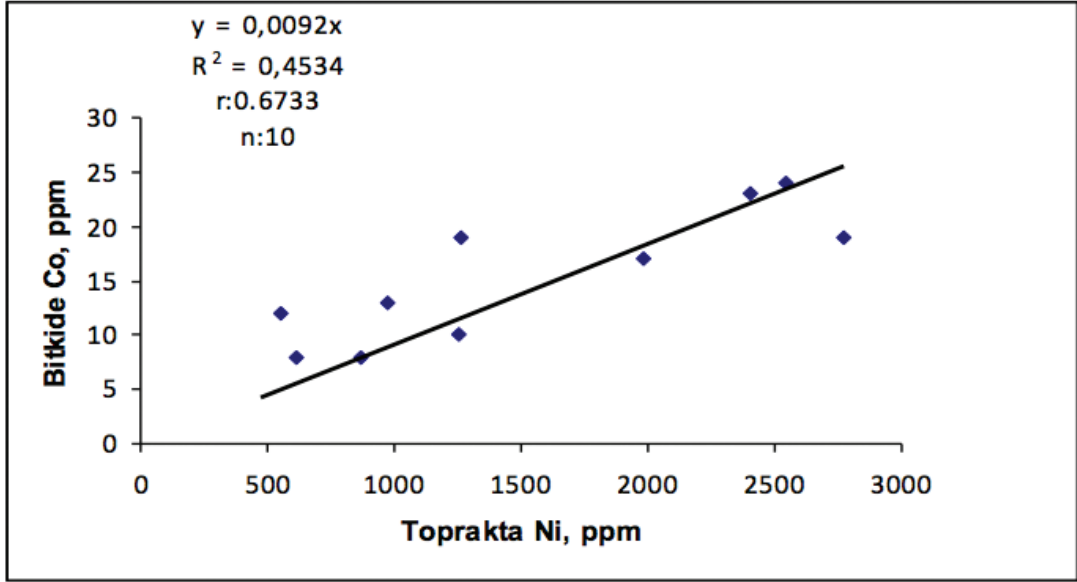
Ancak *A. murale* ve *A. floribundum* bitki türlerindeki Co ile topraktaki Co içeriği arasındaki ilişki incelendiğinde doğrusal bir ilişki olmadığı sonucuna varılmıştır ( P < 0.05, % 95 güvenirlikle).

Sonuç olarak *A. Peltarioides* (Şekil 4) bitki türünün biyojeokimyasal prospeksiyonda belirtgen bitki olarak kobalt yataklarının saptanmasında kulla-

nilabileceği gibi topraktaki kobaltı iyi temsil etmesi nedeni ile çevresel monitör olarak kullanılabileninin yanında topraktaki Co toksisitesinin ortaya çıkarılmasında rehber olabileceği, yetiştirilerek de ortamdaki Co nun giderilmesi olasıdır.

Ayrıca Anadolu da *Alyssum* un türlerinin pek

çok bölgede (Brooks vd 1979) yetişmesi nedeni ile *A. peltarioides* bitki türünün yetiştiği bölgelerde Co potansiyelinin araştırılmasının yanında bizim tanımlayamadığımız türlerin de incelenerek belirtgen veya akümülatör bitkiler olup olmayacağı araştırılmalıdır.



Şekil 3: Topraktaki Ni ile bitkideki Co arasındaki ilişki

Figure 3: The relationship between Ni in the Soil and Co in the Plant



Şekil 4: *Alyssum peltarioides* bitki türü

Figure 4: *Alyssum peltarioides* plant species

## SUMMARY

Plants, because of their ability to selectively accumulate metals, have been described as the miners of the Earth's crust. Consequently, They can be used to assist in exploration for minerals. The evolution of land plants has been progress for approximately 350 million years, and has reached the point where they have adapted to survive a remarkable wide range of both physical and chemical conditions. Various mechanisms have evolved to absorb and scavenge chemical elements, and translocate them through roots into stems, twigs, leaves, flowers and seeds.

Biogeochemical methods of exploration depend on the chemical analysis of the plant tissues. By contrast, geobotany relies on the visual recognition of a relationship between the distribution and/or morphology of a plant species (or plant community) and underlying mineralization. The distinction can be summarized simply as: geobotany is the visual approach, whereas biogeochemistry is the chemical approach. In general, indicator plants are used for biogeochemical prospecting method. Biogeochemical anomalies are areas where the vegetation contains an abnormally high concentration of metals. It has been known for many centuries that the occurrence of certain plant species in a given area can indicate the existence of mineralization in the substrate. Plant whose presence indicates a certain type of mineralization rock type, or special condition in the substrate are known as indicator plants and these are subdivided into the classes of universal or local. The indicator plants have been found to determine the mineral deposits including so many elements such as Au, Cu, Zn, Fe, Mn, U, Co, Pt, Pb, Cd, As, Ag, B and Ni. In this study, soil and different 3 *Alyssum* sp. (*Alyssum murale* Waldst & Kit, *Alyssum floribundum* Boiss & Ball, *Alyssum peltarioides*, Boiss, subsp, *virgatifolium* (Nagar)) samples were collected from the Çeşmeli-Fındıklıpınarı-Erdemli/Mersin area and concentration of Co and Ni were determined by flame atomic ab-

sorption spectrophotometer. Data for the statistical significance of between plant and soil relationship for these elements were investigated. The *A. Peltarioides* (n: 10, r: 0.9167, in leaves) species for Co showed highly significant, ( $P < 0.01$ ) relationships. Therefore, this species is a good indicator plant for the Co and it could be successfully used for further biogeochemical prospecting. This plant species can be used as an environmental monitoring and biogeochemical prospecting.

## KATKI BELİRTME

Bölgenin jeolojisinin oluşturulmasında katkılardan dolayı Araş.Gör. Dr. Hayati Koç'a (Me.Ü.) ve Me. Ü. Araştırma Fonu Birimine teşekkür ederiz (Bu çalışma Me. Ü. Araştırma Fonu (Müh. F.J.M. (ZÖ)-2004-3-) projesi nin bir bölümünü oluşturmaktadır).

## DEĞİNİLEN BELGEER

- Adıgüzel, N., ve Reeves, R.,D., 2002.** A New Nickel-Accumulating species of *Alyssum* (Cruciferae) from Western Turkey, *Edinburg journal of Botany*,59(2); 215-219.
- Angle, J.S., Baker, A.J., Whiting, S. N. ve Chaney, 2003.** Soil moisture effects on uptake of metals by *Thlaspi*, *Alyssum*, and *Berkheya*, *Plant and soil*, 256, 325-332.
- Benton, J. ve Jones, R., 1984.** Developments in the measurement of trace metal in foods, *Anal. Food. cont.* 157-206.
- Brooks, R.R., 1977.** Copper and Cobalt uptake by *Hauminiastrum* species, *plant and soil* ,48, 541-545.
- Brooks, R.R., Morrison, R.S., Reeves, R. D., Dudley, T.R. ve Akman Y., 1979.** Hyperaccumulation of nickel by *Alyssum Linnaeus* (cruciferae) *Proc.R.Soc.Lond.Sect.B*, 203, 287-403.
- Brooks, R.R., Baker A.J.M. ve Malaisse F.1992.** Copper flowers national geographic, *Research*



- and exploration 8(3)338-351.
- Brooks, R.R., Dunn, C.E. ve Hall, G.E. M., 1995.** Biological system in mineral exploration and processing. Elles Horwood Limited, pp.538.
- Demir, E. ve Özdemir, 2008,** Kazanlı (Mersin) Bölgesinde Cr, Fe, Ni ve Co in çevresel etkisi ve bir Biyojeokimyasal Çalışma, Mersin sempozyumu kitapçığı,146-159, Mersin.
- Demirtaşlı, E., Turhan, N., Bilgin, A.Z. and Selim, M., 1984.** Geology of the Bolkar Mountains. Geology of the Taurus Belt, International Symposium, (Ed. Okan Tekeli ve M. Cemal Göncüoğlu), 26-29 Eylül, s.125-141, Ankara-Turkey.
- Dunn, C.E., 2007,** Biogeochemistry in Mineral Exploration, Handbook of exploration and Environmental Geochemistry, V.9, Elsevier, 462 pp, London.
- Erdman, J.A. ve Kokkola, M., 1984,** Workshop 2: Biogeochemistry in mineral Exploration J. Geo.Exp. 21, 123- 128.
- Ghaderian, S.M. ve Baker, A. J. M., 2007,** Geobotanical and biogeochemical reconnaissance of the ultramafics of Central Iran, Journal Geo. Exploration, 92, 34-42.
- Kacar, B. ve Katkat A.V., 2009,** Bitki Besleme, 4. Baskı, Nobel Yayınları, s. 657, İstanbul.
- Köksoy, M., 1991,** Uygulamalı Jeokimya, Hacettepe Üniversitesi yayınları, A-64, s 366, Ankara.
- Kovalevsky A.L., 1984,** Biogeochemical prospecting for ore deposits in the U.S.S.R, Journal Geo. Exploration, 21, 63-72.
- Özbek, H., Kaya, Z, Gök, M. ve Kaptan, H., 1993,** Toprak Bilimi Schehten çeviri. Ç. Ü. Ziraat Fak. Yayınları 73, s. 816, Adana.
- Özdemir Z. ve Sağıroğlu A., 1997,** Elazığ- maden Bölgesi Maden çayı boyunca Bakır için Biyojeokimyasal anomalilerin incelenmesi, Yer-bilimleri, Geosound, 30, 755-763.
- Özdemir, Z. ve Sağıroğlu, A., 1999,** Biogeochemical Manganese Anomalies Along the Maden Çayı Valley, Maden-Elazığ, Geochemistry International, 37, 7, 673-677.
- Özdemir, Z. ve Sağıroğlu, A., 2000a,** Biogeochemical Zinc Anomalies along the Maden Çayı Valley, Maden-Elazığ, Turkey, Z. angew. Geol., 46;218-222
- Özdemir, Z. ve Sağıroğlu, A 2000b,** *Salix acmophylla* Boiss, *Tamarix smyrnensis* Bunge and *Phragmites australis* (cav) Trin. ex. Stuedel as biogeochemical indicators for copper deposits in Elazığ-Turkey, Journal of Asian Earth Sciences.18, 595-601.
- Özdemir, Z. 2003,** Biogeochemical studies at the Musalı and silifke-Anamur area in Mersin, Turkey Geochemistry International, 41, 9, 1-6.
- Özdemir, Z. 2005,** *Pinus brutia* as a biogeochemical medium to detect iron and zinc in soil analysis, chromite deposits of the area Mersin, Turkey, Chemie der Erde 65,79-88.
- Özdemir, Z. 2009,** Bitkilerle Madenler Bulunabilir mi? Biyojeokimyasal (Bitki Jeokimyası) Prospeksiyon nedir?, Madencilik ve Yer Bilimleri dergisi, 1/3, 14-19.
- Özdemir, Z. ve Demir E., 2010,** Fındıkpınarı - Erdemli / Mersin bölgesinde Nikel akümülatörü bir bitki türü *Alyssum murale* Waldst.&Kit, Jeoloji Mühendisliği dergisi, 34(1), 57-70.
- Reeves, R. D., 1992,** The Hyperaccumulation of Nickel by Serpetine Plants, The Vegetation of Ultramafik (Serpentine) Soils: Proceeding of First International Conference on Serpetine Ecology, 253-277, UK.
- Sağıroğlu A. ve Özdemir Z., 1997,** Biojeokimyasal prospeksiyon, Jeoloji Mühendisliği dergisi, 51, 1-17.
- Schlesinger W.H.(Edit.), 2006,** Holland H.D, Turekian K.K, 2006, Biogeochemistry, Treatise

- on geochemistry 8, Elsevier, 702 pp, London.
- Schroll, E. (ed), 1975**, Analytische Geochemie Enke. verl.Bd.I.Stuttgart. p.292.
- Şenol, M., Şahin, Ş. ve Duman, T., 1998**, Adana-Mersin Dolayının Jeoloji Etüd Raporu, MTA Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü, Adana.
- Tatjana V. N. ve Pauline M.D., 2001**, Hyperaccumulation of Nickel by Hairy Roots of *Alyssum* Species: Comparison with Whole Regenerated plants, Biotechnol. Prog. 17, 752-759.
- Turan H., Özdemir Z., ve Zorlu S., 2006**, Çiftehane (Ulukışla-Niğde) Bölgesinin Cu,Zn,Fe,Mn, ve Ni için Biyojeokimyasal anomalilerin araştırılması, İ.Ü.Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, 19/2, 131-140.
- Yürekli, A. K. ve Aslanargun, B. A., 2002**, Bitkilerde Mineral Beslenme Fizyolojisi T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları, 1432, s. 119., Eskişehir.