

Fındıkpınarı-Erdemli/Mersin bölgesinde Nikel akümülatörü bir bitki türü *Alyssum murale* Waldst.&Kit

*Nickel Accumulating species of *Alyssum murale* Waldst.&Kit from Fındıkpınarı-Erdemli/Mersin area*

Zeynep ÖZDEMİR¹, Erkan DEMİR²

¹Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 33160 Mersin (zozdemir@mersin.edu.tr)

²Jeoloji Mühendisleri Odası il temsilciliği, Yenişehir, Mersin (erkdemir@gmail.com)

ÖZ

Biyojeokimyasal prospeksiyon yöntemleri, bilinmeyen maden cevherlerinin ortaya çıkarılması amacıyla bitki örneklerinin kimyasal analizlerinin yapılması ilkesine dayanmaktadır. Bu amaçla kullanılan bitkilere de belirtgen, akümülatör ve hiperakümülatör bitkiler denilmektedir. Akümülatör bitkiler topraktaki elementleri fazla miktarda bünyelerine alabilen bitkilerdir Bu çalışma da Fındıkpınarı-Erdemli/Mersin bölgesinde *Alyssum murale* Waldst & Kit, *Alyssum floribundum* Boiss & Ball, *Alyssum peltarioides*, Boiss, subsp, virgatifarme (Ngar) olmak üzere 3 *Alyssum* bitki türü saptanmıştır. 42 istasyondan sistematik olarak bitki türleri (yaprak, dal ve çiçekler) ve yetiştikleri topraklardan da örnekler toplanmıştır. Ni, Co, Fe, Cu, Mn ve Zn içerikleri de atomik absorpsiyon alev spektrofotometresinde analiz edilmiştir. Sonuçlar istatistiksel olarak incelenerek *A. murale* (n: 20, r: 0.8879, P<0.01, %99 güvenirlikle ve aşırı Ni için n: 4, r: 0.9873, P<0.05, %95 güvenirlikle, çiçekte) bitki türünün Ni için akümülar bitki olabileceği, bu bitki türünün de biyojeokimyasal prospeksiyonda başarılı olarak kullanılabilceği gibi, çevresel monitör olarak ta kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyojeokimyasal prospeksiyon, akümülatör bitki, Ni, Fındıkpınarı-Mersin

ABSTRACT

*The method of biogeochemical prospecting, with aim of exploring unknown mine ores, bases on the principle of chemical analysis of plant samples, for the purpose that are called indicator, accumulator and hyperaccumulator. Accumulator plants have the ability to take up large amounts of metals from soils. Because of this , three species (*Alyssum murale* Waldst & Kit, *Alyssum floribundum* Boiss & Ball, *Alyssum peltarioides*, Boiss, subsp, *virgatiforme* (Ngar)) of *Alyssum* (in leaves ,twigs and flowers) and soil samples were collected from 42 sites in the Findıklınarı-Erdemli/Mersin) area, were chemical analysed for their Ni, Co, Fe, Cu, Mn ve Zn contents .These elements of samples were determined by flame atomic absorpsiyon spektrofotometer. Data for the statistical significance of plant/soil relationship for Ni are summarised. The *A. murale* (n: 20, r: 0.8879 and for extreme Ni , n: 4, r: 0.9873, P<0.05, %95 , in flowers) species for Ni showed highly significant, (P<0.01, %99 with reliability.) relationships. This plant species is apparently good accumulator for Ni element and could be succesfully used for the further biogeochemical prospecting and environmental monitoring.*

Key words: *Biogeochemical prospecting, accumulator plant, Ni, Findıklınarı- Mersin*

GİRİŞ

Maden yataklarının ortaya çıkarılması amacıyla kullanılan biyojeokimyasal prospeksiyon ilk olarak 1926’larda tartışılmaya başlanmasına rağmen, 1950 de Hutchinson’un yaptığı doktora çalışması ilk biyojeokimyasal çalışma olarak kabul edilmektedir (Erdman ve Kokkola, 1984; Dunn, 2007). Aynı yıllarda Kovalevsky bariyer etkisi kavramını ortaya atarak ve her mineralizasyona bütün bitkilerin rehber olamayacağını ileri sürmüştür. Yapılan araştırmalarda, bitki türlerinin sadece % 5’inin dokularındaki element konsantrasyonu ile topraktaki element konsantrasyonu arasında güçlü bir ilişkinin olduğu ortaya konulmuştur. Ancak biyojeokimyanın öncülleri bitkilerin tamamen topraktaki elementleri yansıtabilmesinin mümkün olamayacağını belirterek ”böyle bir ilişki var olabilir ancak bu bir kural değildir” demişlerdir. Asıl toprakla bitki arasında doğrusal bir ilişki bulunan bitkilerin kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu bitkilere de belirtgen bitkiler (indikatör) denilmektedir (Erdman ve Kokkola, 1984). Ancak bu doğrusallık toprağın artan miktarına karşılık bitkide aynı orandan daha fazla, aynı şekilde miktar olarak daha fazla element biriktiren bitkiler akümülatör ve hiperakümülatör olarak adlandırılmışlardır (Ornella ve Gabbrielli, 1987).

Bugüne kadar başta bitkiler olmak üzere kuşlar, köpekler ve mikroorganizmalar (jeomikrobiyoloji) kullanılarak maden yatakları saptanmaya çalışılmıştır. Yaygın uygulama alanları göz önüne alındığında biyojeokimya denilince ilk akla gelen bitkilerdir (fitojeokimya, bitki jeokimyası). Bitkilerin adeta sığ sondaj yapar gibi yeraltından bilgi getirmesi, bir bitkinin yalnızca bir organında kimyasal analiz yapılarak maden yataklarının bulunabilecek olması konuyu daha da ilginç hale getirmiştir (Sağiroğlu ve Özdemir, 1997;

Schlesinger, 2006, Dunn, 2007). Kısaca sistematik olarak toplanan bitki örneklerinin kimyasal analizlerinin yapılarak cevher aranmasına biyojeokimyasal prospeksiyon denilirken, bitkilerin morfolojik ve fizyolojik özelliklerine bakılarak yapılan cevher aranmasına da jeobotanik prospeksiyon denilmektedir. Dünyada 1965 yıllarından itibaren yaygın olarak kullanılmaya başlanan bu yöntemlerle 25 yıllık süre içerisinde 90’dan fazla maden yatağı keşfedilmiştir. Başta Au olmak üzere Fe, Cu, Zn, Mn, Ni, Co, Cr, U, Pb, B ve benzeri 45’den fazla elementin oluşturduğu maden yataklarının keşfedilmesi için saptanmış belirtgen bitkiler literatürde bulunmaktadır (Kovalevsky, 1984; Angle vd., 2003; Brooks, 1977, Brooks vd., 1979; 1992; 1995; Demir, 2008; Rose vd., 1979; Köksoy, 1991; Nkoane, 2005; Sağiroğlu ve Özdemir, 1997; Ornella ve Gabbrielli, 1987; Akçay vd., 1998; Özdemir ve Sağiroğlu, 1997; 1998; 1999; 2000a; 2000b; Özdemir, 2003; 2005; Schlesinger, 2006; Turan vd., 2006; Dunn 2007).

Brooks vd. (1977, 1979); Adıgüzel ve Reeves, (2002) in çalışmalarında bazı *Alyssum* bitki türünün 100 den fazla türünün olduğu ve bu türlerin de bir çoğunun Anadolu da yetiştiği ve Ni belirleyicisi olabileceği vurgulanmıştır.

Bu çalışmada, Fındıklı-İrdemli/Mersin bölgesinde Ni için biyojeokimyasal anomalilerin incelenmesi amacıyla bölgede yetişen *Alyssum* bitki türlerinden *A. peltarioides*, *A. murale*, *A. floribundum* türleri saptanmıştır. Hem bu bitki türlerinden hemde yetiştikleri topraklardan sistematik olarak örnekler toplanarak laboratuara getirilmiş olup, kimyasal analizleri yapılarak sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve biyojeokimyasal anomaliler incelenerek Ni için akümülatör bitki türü saptanmaya çalışılmıştır.

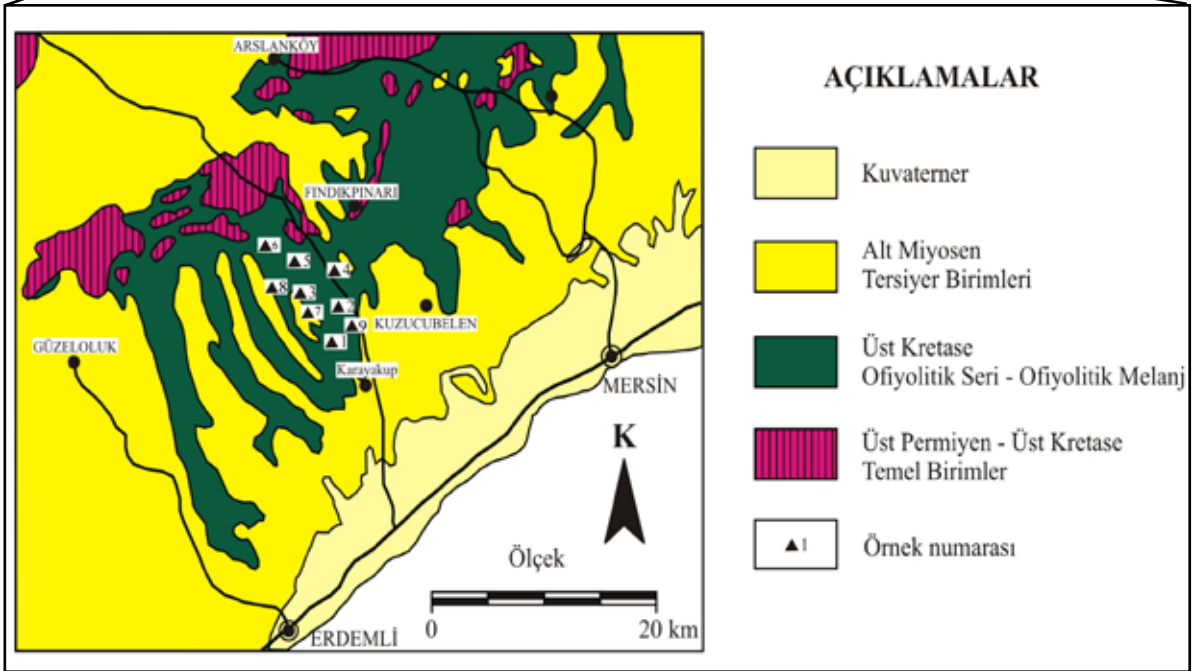
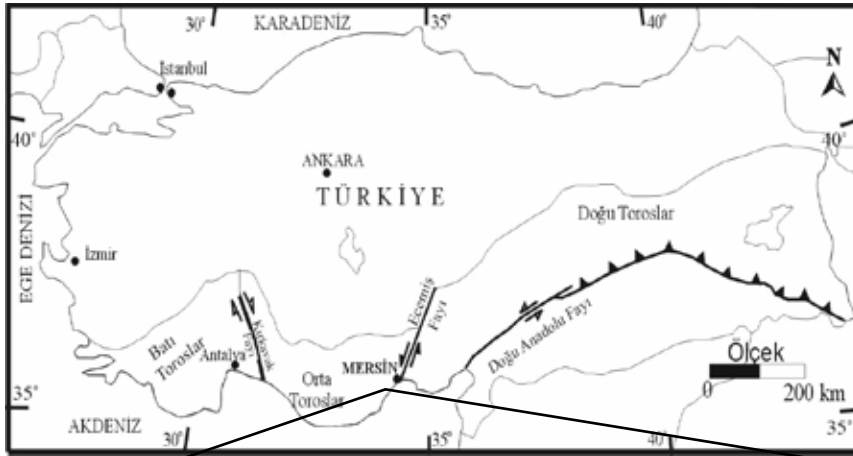
ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ

Çalışma alanı Mersin'in yaklaşık 55 km KB'da bulunan Fındıkpınarı (Erdemli/Mersin) bölgesini içeren 25 km² lik bir alanı kapsamaktadır. Bölgenin jeolojisi genel olarak 3 ayrı birimden oluşmaktadır (Şekil 1).

Bunlar; alttan üstte doğru, Geç Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı temel birimler, ofiyolitik kayaçlardan ve ofiyolitik melanjdan oluşan

birimler ve bu birimleri açıl uyumsuzlukla örten Tersiyer yaşlı birimlerdir.

Temeli oluşturan kayaçlar bölgede Üst Permian yaşlı kireçtaşları ile başlamaktadır. Triyas dönemi kırıntılı kayaçların ardalanması ile temsil edilmektedir. Jura-Üst Kretase dönemi platform karbonatlarından oluşmaktadır. Geç Kretase ise derin denizel pelajik kireçtaşları ve türbiditlerle temsil edilmektedir (Demirtaşlı ve diğ., 1984).



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

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

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 matris ve içinde mafik-ultramafik kayalar ve değişik yaşlarda (Permiyen, Triyas, Jura-Kretase) kireçtaşı bloklarından oluşur (İşler, 1990).

Bölgedeyeralan Tersiyer birimleri Oligosen-Miyosen ve Kuvaterner dönemlerinde çökelmiş olup, temel ve ofiyolit birimleri üzerine açısız uyumsuzlukla gelmektedir. Tersiyer birimleri birbirleri ile yanal 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 (Şenol ve diğ., 1998).

Gildirli formasyonu akarsu çökellerinden konglomera- kumtaşı, siltaşı- 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 kilttaş-siltaşlarından oluşur. Kuzgun formasyonu, kumtaşı-konglomera, resifal kireçtaşı, tüfit ve kilttaş-marn-siltaşı gibi belirgin dört birimden oluşmaktadır. Handere formasyonu ise, beyazımsı, sarımsı renkli, kilttaş-marn-sittaşı, fosilli oolitik kireçtaşı, alçtaşı (jips) ve kumtaşı-konglomeralardan oluşmaktadır. Kuvaterner ise traverten ve alüvyonlarla temsil edilmektedir (Şenol ve diğ., 1998).

Bölgede tipik akdeniz iklimi hüküm sürmekte; yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Maksimum yağış kışın, minimum

yağış yazın düşer ve yaz ve kış yağışları arasındaki fark oldukça fazladır. Yıllık yağış ortalaması 600-1000 mm, yıllık sıcaklık ortalaması 18-20°C'arasındadır. Ocak ayı ortalaması 8-10°C, temmuz ayı ortalaması 28-30°C'dir ve yıllık sıcaklık farkı 15-18°C'dir. Karakteristik bitki örtüsü zeytin, defne, kekik gibi bitkilerden oluşan makilerdir (frmtr.com/cografya/697796-turkiyede-iklim-cesitleri.html).

Çalışma alanında gözlenen *Alyssum* bitki türleri de düzensiz bir dağılım göstererek 800- 1000 m. arasındaki yükseklikte yayılım göstermekte, yalnızca temmuz- ağustos aylarında çiçeklenme gösteren çok yıllık bir bitki türüdür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada Fındıkpınarı-Erdemli/Mersin yöresinde ultrabazik birimlerde 42 bitki örneği sistematik olarak (şekil 1 de verilen 9 istasyon temel alınarak, 42 istasyondan örnek toplanmıştır, ancak bitkilerin düzensiz dağılımları nedeniyle bir çizgiye göre istasyon oluşturmak mümkün olamamıştır) 3 yıl boyunca çiçeklendiği temmuz-ağustos aylarında toplanmıştır. Toplanan bitki örnekleri bir kısmı preslenerek kurutulduktan sonra sistematik tanımlamaya hazırlanmış ve *Alyssum* türleri olarak *A. murale*, *A. floribundum*, *A. peltarioides*, olmak üzere 3 bitki türü saptanmıştır. Ayrıca bu bitki türlerinin yetiştikleri topraklardan da 20-25 cm derinliklerden örnekler alınarak Ni analizi için aşağıdaki şekilde analize hazırlanmıştır.

Toprak örneklerinin (toplam 42 adet) element düzeyleri Brooks ve diğ., (1992)'den yararlanılarak yapılmıştır. 80 °C kurutulan toprak örneklerinden 0,1000 g tartıldıktan sonra polietilen kaba konulmuş ve üzerine 10 ml derişik HF+HNO₃ (1:1) karışımı

eklendikten sonra buharlaştırılmış ve üzerine 7 ml derişik HCl eklenmiş ve buharlaştırma işlemleri tekrarlanmıştır. Elde edilen kalıntı 7 ml derişik HCl'de çözüldükten sonra deiyonize su ile 25 ml'ye tamamlanarak elde edilen çözeltilerde element miktarları alevli atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile analiz edilmiştir.

Preslenen bitki örneklerinin sistematik tanımlamaları 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, dal ve çiçek (toplam 90 örnekte) gibi organlarına ayrılarak 2.00 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 5 ml derişik HNO₃ çözeltileri eklendikten sonra ısıtıcı tabla üzerinde kuruyuncaya kadar buharlaştırılıp kalan kalıntı üzerine de 5 ml derişik HCl eklenerek balon jöje içerisinde deiyonize su ile 25 ml'ye tamamlanmıştır. Tüm örneklerde element düzeyleri alevli atomik absorpsiyon spektrofotometrisinde (AAS) okunarak sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar kuru ağırlık üzerinden verilmiştir. Toprak- bitki arasındaki ilişki Scroll (1975)'e göre %95 ve %99 güvenilirlikle yorumlanmıştır.

TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Bitkilerin kuru ağırlığının büyük bir kısmını C, O, H oluşturur. Bu elementleri bitki CO₂ ve H₂O'dan elde eder. Önem bakımından daha sonra N ve sırası ile K, Ca, Mg, P, S ve F gelir. Bugün için belirlenmiş olan elementlerin en az 60'ının bitkilerde bulunduğu bilinmektedir. Bitki köklerinin bir dereceye kadar çevresindeki toprakta bulunan bütün

elementleri absorblayabilecekleri düşünülse de bitkiler çeşitli iyonları absorblama hızlarını ayarlayabilme ve seçim yapabilme yeteneğine sahiptirler. Ayrıca farklı türlerin belli elementler arasında seçim yapma yetenekleri de farklıdır (Yürekli ve Aslanargun, 2002).

Bitki gelişimi için gerekli bir besin elementi olarak tanımlanmış olan nikelin, topraklarda yüksek konsantrasyonda bulunduğu durumlarda bazı bitki türlerinin büyümesine ters etki yaptığı gibi, bazı bitki türlerinin de nikeli çok fazla miktarda bünyelerine aldıkları bilinmektedir.

Bazı araştırmacılara göre çeşitli ortamlardaki Ni düzeyleri şöyle özetlenebilir; Köksoy ve Topçu'ya göre (1976) Ni içeriğinin topraklarda 41 ppm, bitkilerde (kül ağırlık üzerinden) ise 50 ppm olduğu belirtilmektedir. Rose vd., (1979) Ni içeriğinin magmatik kayalarda 45-2000 ppm, sedimenter kayalarda 2-68 ppm, topraklarda 17 ppm , bitkilerde (kül ağırlık üzerinden) ise 18 ppm, olduğunu belirtmişlerdir. Özbek vd., (1993) Ni bakımında zengin kayalardan oluşan topraklarda 100-5000 ppm Ni içeriğinin bulunduğunu, bitkilerin Ni içeriğinin ise genelde < 3 ppm olduğunu, bu değerlerin 11-30 ppm arasında olması halinde toksik etki gösterebileceğini belirtmişlerdir (bitkilerde kuru ağırlık üzerinden hesaplanmıştır). Alloway (1995), Ni değerlerinin magmatik kayalarda 2-3400 ppm, tortul kayalarda 26-1000 ppm arasında değiştiğini ifade etmiştir. Yazar toprağı oluşturan ana kayacın özelliğine göre topraklardaki Ni içeriğinin değiştiğini, örneğin genel olarak topraklarda 20 ppm olduğu belirtilen Ni içeriğinin serpantinlerin oluşturduğu topraklarda 7000 ppm' e kadar çıktığını belirtmiştir. Ayrıca Ni elementince normal düzeyde olan topraklar üzerinde yetişen bitkilerde ise Ni içeriğinin 0,1-5 ppm

arasında değişmekte olduğu, serpantin kökenli topraklar üzerinde yetişen bitkilerde ise genel olarak 20-100 ppm arasında Ni bulunduğu ve bazı hiperakümülatör bitkilerin 1000 ppm'den fazla Ni bünyelerinde barındırdıklarını belirtmektedir. Demirezen ve Aksoy, (2004) Kayseri civarında yaptıkları çalışmada topraklarda Ni içeriğini 90 ppm, bitkilerde ise 1-20 ppm olduğunu saptamışlardır.

Genel olarak da Ni elementi çoğu bitkilerin bünyesinde 18-51 ppm kül ağırlık (kuru ağırlık üzerinden 1.5 ppm) düzeyindedir. Ancak *Alyssum* bitkisinin % 1 düzeyinin üzerinde Ni biriktiren türleri de bulunmaktadır. Dünya da *Alyssum*'un 168, Avrupa da 14 türü bulunmakta ve Türkiye'de ise bu türlerden bazıları doğal olarak yetişmektedir Mersin, Hatay, Kahramanmaraş, Kayseri, Malatya, Sivas, Erzincan, Tunceli, Muğla, Denizli, Antalya, Bursa, Kütahya, Eskişehir vb. gibi illerde bol miktarda, özellikle de ofiyolitik kayaların yayılım gösterdiği alanlarda yetişmektedir (Brooks, 1977; Brooks vd., 1979; Adıgüzel ve Reeves, 2002). Şekil 1 de jeoloji haritasında görülen Fındıkpınarı - Erdemli / Mersin bölgesinden toplanan *Alyssum* sp. bitki türleri (*A. murale*, *A. floribundum*, *A. peltarioides* ve yetiştikleri topraklardan örnekler alınmış olup bitkilerde Ni için yapılan kimyasal analiz sonuçlarında normal değerlerin çok (4 örnekte aşırı miktarda, 19 472 ppm e kadar çıktığı) üzerinde olduğu saptanmıştır (normal değer Ni için yaklaşık 3 ppm dir).

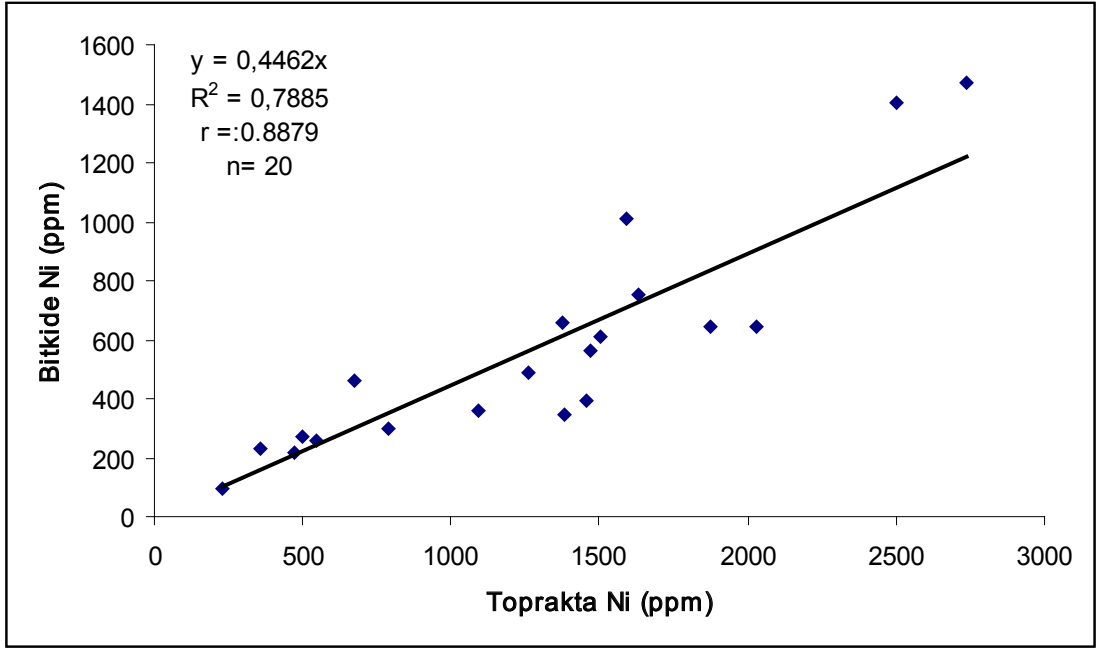
Laboratuvarda kimyasal analize hazırlanan bitki ve toprak çözeltilerinde Ni düzeyleri, atomik absorpsiyon spektrofotometrisinde (AAS) okunarak sonuçlar istatistiksel olarak incelenmiştir. *A. floribundum* Boiss & Ball, *A. peltarioides*, Boiss, subsp, virgatifarme (Ngar)) bitki türleri için Ni başta olmak üzere Fe, Zn, Mn, Cu, için bu bitki türlerinin

istatistiksel anlamda bir anlam taşımadığı saptanmıştır (% 95 güvenirlikle, $P < 0.05$).

Bu üç bitki türü içerisinde yalnız *A. murale* bitki türünün çiçeğindeki Ni düzeyi ile topraktaki Ni düzeyi (Tablo 1, 2) arasında (1. populasyon için $r: 0.8879$, $n: 20$, %99 güvenirlikle, $P < 0.01$) doğrusal bir ilişki olduğu (Şekil 2) ve bu türün yalnızca çiçeğinin nikelin bulunduğu maden yataklarının biyojeokimyasal prospeksiyonda belirtgen bitki olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır. Toprakta aşırı miktarda Ni değerine karşılık bitkinde aşırı miktarda Ni alması nedeni ile de bu bitki türünün akümülatör bitki olabileceği söylenebilir. Şekil 3 te verilen grafikte toprakta az veya çok nikel bulunması durumunda bitkinin aynı oranda az veya çok alması (Ornella ve Gabbrielli, 1987; Özdemir 2009) literatürde belirtildiği gibi ayrı populasyon olarak kabul edilerek, grafikleri ayrı ayrı çizilmiş olup, istatistiksel değerlendirilmeleri de ayrı yapılmıştır (2. populasyon için, $r=0.9873$, $n=4$, % 95 güvenirlikle). Bu davranışta Ornella ve Gabbrielli (1987) tanımladığı akümülatör bitki tanımlamasına uyum göstermektedir. Bu durumda belirtgen bitki yerine akümülatör bitki terimi daha uygun olacaktır.

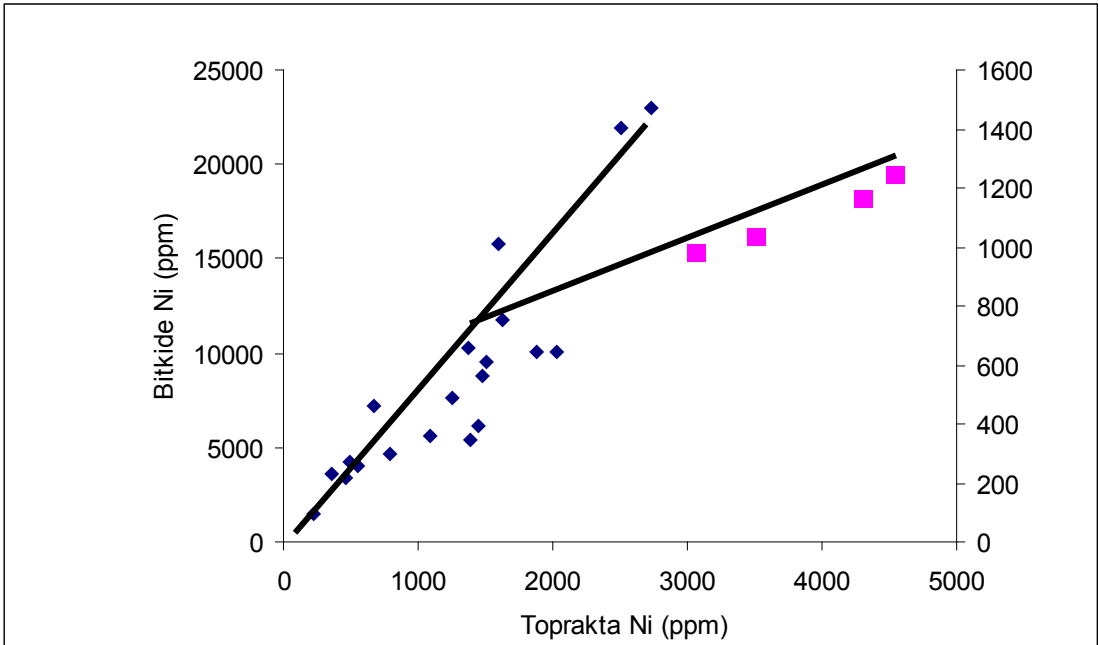
A. murale bitki türü ile Ni yataklarının aranması yapılabildiği gibi çevresel ortamların Ni için belirlenmesi, yalnızca bu bitkinin çiçeğinin analiz edilmesiyle topraktaki Ni içeriğinin saptanması, Ni fazlalığının olduğu veya atığın bulunduğu ortamlarda yetiştirilerek o ortamdaki Ni nin temizlenmeside olasıdır. Co, Fe, Zn, Mn, Cu için ise bu bitki türünün istatistiksel bakımdan bir anlam taşımadığı söylenebilir ($P > 0,05$, %95 güvenirlikle).

Bölgede gözlenen *Alyssum* türlerinden *A. murale*, *A. floribundum* türlerinde bazı



Şekil 2. Bitki ve toprak Ni içerikleri arasındaki ilişki (1. populasyon)

Figure 2. Correlation between Ni content of soil and plant (1.population)



Şekil 3. Nikel akümülatörü *Alyssum murale* Waldst.&Kit bitki türü(1.♦ ve 2.■ populasyon)

Figure 3. Nickel Accumulating species of *Alyssum murale* Waldst.&Kit(1.♦ and 2.■ population)

| | Toprakta Ni , ppm | Bitkide Ni, ppm |
|--------------------------|-------------------|-----------------|
| Min. değer | 230 | 94 |
| Max. değer | 4538 | 19472 |
| Aritmetik ortalama değer | 1702 | 3353 |
| Ortanca değer | 1463 | 585 |

Tablo 1. *Alyssum murale* Waldst&Kit bitki türünün Ni için istatistiksel parametreleri

Table 1. The statistical parameters of *Alyssum murale* Waldst&Kit plant species for Ni

| <i>Alyssum murale</i> Waldst&Kit | | | | | |
|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------|--------|-----------|--------------------------|
| Toprakta aralık, ppm (n: 4) | | Bitkide aralık, ppm (n: 4) | | | |
| | | Yaprak | Dal | Yassı dal | Çiçek |
| Fe | 7812-8125 | 125-925 | 25-325 | 43-56 | - |
| Zn | 146-968 | 106-200 | 36-175 | 40-50 | - |
| Mn | 421-476 | 100-237 | 31-91 | 81-93 | - |
| Cu | 62-78 | 6-31 | 6-25 | 6-7 | - |
| Co | 140-171 | 3-15 | 3-5 | 2-3 | 2-8 |
| Ni | 230-2734 (n=20) 3056-4532 (n=4) | 21-362 | 21-85 | 62-750 | 94-1471♦ 15398-19472■ |

♦ (1. populasyon) [$y = 0,4462x$, $R^2 = 0,7885$, $r = 0,8879$, $n = 20$ ($P < 0,01$, % 99 güvenirlikle)]

■ (2. populasyon) [$y = 2,6959x + 6952,2$, $R^2 = 0,9749$, $r = 0,9873$, $n = 4$ ($P < 0,05$, % 95 güvenirlikle)]

n: örnek sayısı, R^2 : korelesyon katsayısı karesi; r: korelesyon katsayısı, P: güvenirlilik derecesi

Tablo 2. *Alyssum murale* Waldst&Kit bitki türü ve yetiştiği topraklarda Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co için element içerikleri

Table 2. *Alyssum murale* Waldst&Kit plant species and Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co contents in soil

bitkilerde (bazen de aynı kökte) yassı dallar gözlenmiştir. Bu yassı dallarda element analizi yapıldığında genel olarak elementleri bünyelerine fazlasıyla aldıkları saptanmıştır (Tablo 2 ve 3). Özellikle *A. murale* bitki türünün bu çalışma ile Ni akümülatörü olarak saptanması nedeni ile, bu bitkinin aşırı miktarda bünyesine nikel almasının dallarında anormal şekiller (yassılaşıma) yarattığını söylenebilir (Şekil 4 ve 5). Bu da ileride yapılacak jeobotanik prospeksiyonda *A. murale* bitki türünü yassı dallı olarak gözlemlendiğinde o bölgenin Ni açısından umutlu bir bölge olabileceği düşünülebilir.

Elementler arası ilişkiler incelendiğinde (Tablo 5) *A. murale* bitkisinin çiçeğindeki Ni ile topraktaki Ni arasında %99güvenirlikle, ($P < 0,01$) bir ilişki vardır. Ancak bitkideki Ni içeriği ile topraktaki Co arasında bir ilişki bulunmamaktadır ($P > 0,05$) yani, bitkide Ni bulunması topraktaki Co dan bağımsızdır. Bitkideki Ni içeriği topraktaki Co içeriği açısından bağımsızdır denebilir. Ayrıca *A. murale* bitkisinin çiçeğinde Fe, Zn, Mn, Cu değerleri belirleme sınırı altında (< 2 ppm AAS de) olduğundan Ni ile aralarındaki elementler arası ilişkisi incelenememiştir.

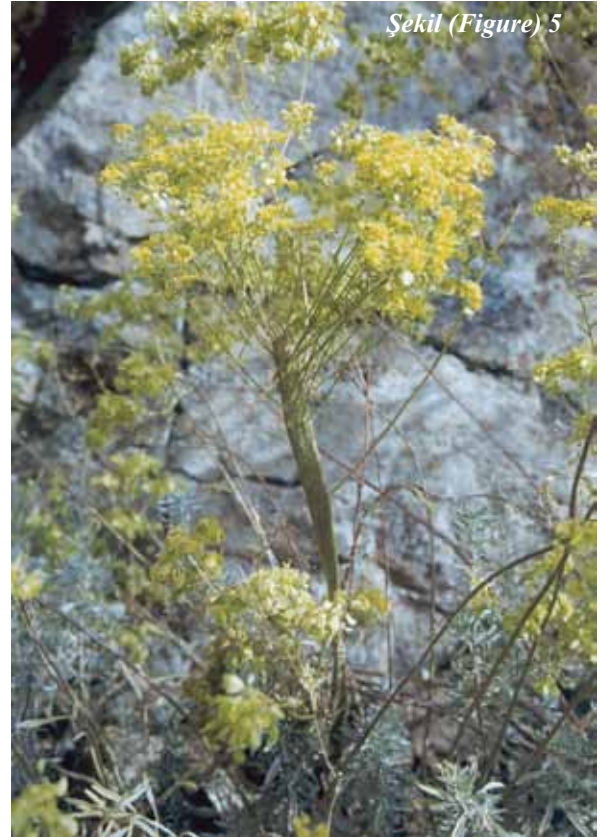


Şekil 4. *Alyssum murale* Waldst&Kit bitki türü (normal dal)

Figure 4. *Alyssum murale* Waldst&Kit plant species(normaly twigs)

Şekil 5. *Alyssum murale* Waldst&Kit bitki türü (yassı anormal dal)

Figure 5. *Alyssum murale* Waldst&Kit plant species (flat abnormaly twigs)



| <i>Alyssum peltarioides</i> , Boiss, subsp. <i>Virgatiforme</i> (Ngar) | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------|--------|-----------|-------|
| Toprakta aralık, ppm (n: 4) | | Bitkide aralık, ppm (n: 4) | | | |
| | | Yaprak | Dal | Yassı dal | Çiçek |
| Fe | 7812-8203 | 115-312 | 31-112 | 131-148 | - |
| Zn | 18-182 | 156-281 | 75-250 | 117-125 | - |
| Mn | 476-593 | 112-475 | 37-138 | 48-55 | - |
| Cu | 78-109 | 6-18 | 5-9 | 7-8 | - |
| Co | 6-171 | 5-50 | 3-5 | 3-4 | 3-9 |
| Ni | 687-1359 | 307-372 | 21-37 | 237-250 | - |

n: örnek sayısı,

Tablo 3. *Alyssum peltarioides*, Boiss, subsp. *Virgatiforme* (Ngar) bitki türü ve yetiştiği topraklarda Fe, Zn, Mn,Cu, Ni, Co için element içerikleri

Table 3. *Alyssum peltarioides*, Boiss, subsp. *Virgatiforme* (Ngar) plant species and Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co contents in soil

| <i>Alyssum floribundum</i> Boiss&Ball | | | | | |
|---------------------------------------|-----------|----------------------------|--------|-----------|-------|
| Toprakta aralık, ppm (n: 3) | | Bitkide aralık, ppm (n: 3) | | | |
| | | Yaprak | Dal | Yassı dal | Çiçek |
| Fe | 7812-8203 | 61-350 | 30-143 | - | - |
| Zn | 96-156 | 43-327 | 37-275 | - | - |
| Mn | 417-601 | 115-437 | 3-12 | - | - |
| Cu | 62-78 | 5-21 | 4-12 | - | - |
| Co | 140-171 | 3-26 | 3-4 | - | 3-7 |
| Ni | 812-937 | 295-368 | 18-34 | - | - |

n: örnek sayısı,

Tablo 4. *Alyssum floribundum* Boiss&Ball bitki türü ve yetiştiği topraklarda Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co için element içerikleri

Table 4. *Alyssum floribundum* Boiss&Ball plant species and Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co contents in soil

| Bitki türünde, Ni | Toprakta, Ni |
|--------------------------------------------------|--------------|
| <i>Alyssum murale</i> Waldst.& Kit. çiçeğinde Ni | ÇÖ |

ÇÖ: Çok önemli ($P < 0.01$, % 99 güvenirlikle),

Tablo 5. Toprak ve bitkide elementler arası ilişki

Table 5. Relationships between soil and plant elements

Sonuç olarak *A. murale* bitki türünün yalnızca çiçeği biyojeokimyasal prospeksiyonda akümülatör bitki olarak, topraktaki nikeli doğrusal olarak bünyesine almaları nedeniyle ise çevresel monitör olarak kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır.

Anadolu' da bol miktarda *Alyssum* bitki türlerinin bulunması, bu bölgelerde nikel potansiyelinin olabileceği, *A. murale* ile de ayrıntılı biyojeokimyasal ve jeobotanik prospeksiyon çalışmalarının yapılması önerilebilir. Ayrıca bu bitki türünün Ni kirliliği olan bölgelerin ortaya çıkarılmasında kullanılabilmesi gibi, yetiştirilerek de bölge topraklarının temizlenmesi olasıdır.

KATKI BELİRTME

Bölgenin jeolojisinin oluşturulmasında katkılarında dolayı Araş.Gör. Dr. Hayati Koç'a (Me.Ü.) teşekkür ederiz.

Bu çalışma Me. Ü. Araştırma Fonu (Müh. F.J.M. (ZÖ)-2004-3-) projesi nin bir bölümünü oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

- Alloway, B.J.(ed.), 1995. Heavy Metals in Soil. Blackie Academic and Professional, Secand Edition, s.368.
- Akçay, M., Lermi, A. ve Van, A.,1998. Biogeochemical exploration for massive sulphide deposits in areas of dense vegetation: an orientation survey around the Kanköy Deposit (Trabzon, northeastern Turkey, J. Geo.Exp., 63, 3, 173-187.
- 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 *Thalaspia*, *Alyssum*, and *Berkheya*, *Plant and soil*, 256, 325-332.
- Benton , J. ve Jones, R., 1984. Devlopments in the measurment 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 Linæus*(*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, ressearc 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, s. 538.
- Demir E., 2008. Kazanlı (Mersin) Bölgesinde Biyojeokimyasal anomalilerin incelenmesi ve çevresel ortamın belirlenmesi, Me.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi,s.108 (yayınlanmamış).
- Demirezen D. ve Aksoy, A., 2004. Accumulation Of Heavy Metals İn *Typha Angustifolia* (L.) And *Potamogeton Pectinatus* (L.) Living İn Sultan Marsh (Kayseri, Turkey), *Chemosphere*, 56, 685-696.
- 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, s. 462, London.
- Erdman, J.A. ve Kokkola, M.,1984. Workshop 2: Biogeochemistry in mineral Exploration *J. Geo.Exp.* 21, 123- 128.

- İşler, F., 1990. Fındıkpınarı ve Yöresi (Mersin) Ofiyolitlerinin Jeolojisi ve Petrografisi. Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik dergisi, Seri A, Yerbilimleri, 6-7 (1-2), 45-53.
- Kovalevsky A.L., 1984. Biogeochemical prospecting for ore deposits in the U.S.S.R, J. Geo.Exp., 21, 63-72.
- Köksoy M., 1991. Uygulamalı Jeokimya, Hacettepe Üniversitesi yayınları, A-64, s. 366, Ankara.
- Köksoy M., ve Topçu S., 1976. Jeokimyasal Prospeksiyonun Tanıtımı ve Laboratuar Metodları. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınları, 16, s. 95, Ankara.
- Nkoane, B. B. M., Sawula, G. M., Wibetoe, G. ve Lund, W., 2005. Identification Of Cu And Ni İndicator Plants From Mineralised Locations İn Botswana, J. Geo.Exp., 86, 130-142.
- Ornella V.G ve Gabbrielli R., 1987. The response of plants to heavy metals: organic asid production, Giornale Botanico Italiano, 121,3-4, 209-212.
- 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, Yerbilimleri, Geosound, 30, 755-763.
- Özdemir Z. ve Sağıroğlu A., 1998. Maden Çayı (Maden-Elazığ) boyunca Fe elementi için biyojeokimyasal anomalilerin incelenmesi, Türkiye Jeoloji Bülteni, 41/1, 49-54.
- 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 Maden Bulunabilir mi? Biyojeokimyasal (Bitki Jeokimyası) Prospeksiyon nedir? Madencilik ve Yer Bilimleri Dergisi, 1, 3, 14-19.
- Rose, A.W., Hawkes, H.E. ve Webb, J.S. 1979. Geochemistry in mineral Exploration, 2nd ed. Academic Press, New York, s. 657.
- Sağıroğlu A. ve Özdemir Z., 1997. Biyojeokimyasal Prospeksiyon, Jeoloji Mühendisliği, 51, 1-17.

- Schlesinger W.H.(Edit.),2006. Holland H.D. ve Turekian K. K, 2006. Biogeochemistry, Treatise on geochemistry 8, Elsevier, s. 702, London.
- Schroll,E. (ed), 1975. Analytische Geochemie Enke. verl.Bd.I.Stuttgart. s.292.
- Şenol, M., Şahin, Ş. Ve Duman, T., 1998. Adana-Mersin Dolayının Jeoloji Etüd Raporu, MTA Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü, Adana.
- Turan H., Özdemir Z. ve Zorlu S., 2006. Çiftehan (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.
- <http://www.frntr.com/cografya/697796-turkiyede-iklim-cesitleri.html>