

DOĞU TOROSLAR'DA OTOKTON, GÜNCEL LATERİTİK BİR OLUŞUM: BÜYÜKBELEN (FARAŞA-YAHYALI) DEMİR ZUHURU

Şuayip KÜPELİ*, israfil KAYABALI", Mehmet ARSLAN*** ve Hakan Aydın SAKA"

ÖZ.- Kayseri ili, Yahyalı ilçesinin 28 km güneydoğusunda yer alan inceleme alanında, Üst Kretase yaşlı pelajik çökeller ile ofiyolitik kayalar yüzeylenmektedir. Bozkır birliğine ait bu birimler, Çavdaruşağı olistostromu ve Pozantı-Faraşa peridotit napı olmak üzere iki ana bölümde incelenmiştir. Büyükbelen lateritleri, Üst Kretase yaşlı Çavdaruşağı olistostromuna ait çört arakatlı pelajik karbonatlardan türemiştir. Otokton, güncel lateritik demir kabuk ve kırmızı renkli topraklardan oluşur. Cevher oluşumunda, Miyosen sonrasındaki lateritleşme ve kısmî karstlaşma olayları etkili olmuştur. Başlıca götit, hematit, ferrihidrit, kuvars, illit, kaolinit, malakit, azurit ve amorf madde topluluğundan oluşan lateritik demirler, ortalama % 49.71 Fe₂O₃, % 3.12 Al₂O₃, % 30.75 SiO₂ ve % 0.09 CaO içerir. Ana kayaca göre Fe yönünden önemli ölçüde zenginleşmiş olan lateritik cevher, Si ve Ca bakımından da fakirleşmiştir. Hafif asidik-nötr ortam şartlarında zenginleşemeyen Al ise, çözünerek taşınmıştır. Ortalama % 4.05 Fe₂O₃, % 7.13 Al₂O₃, % 79.49 SiO₂ ve % 1.73 CaO içeren kırmızı renkli topraklar kuvars, montmorillonit, kalsit, illit, opal-CT ve amorf madde parajenezi sunmaktadır. SEM incelemelerinde laterit örnekleri içerisinde ince-lifsi götit ve özşekilli hematit kristalleri gözlenmiş ve bunların tersinir olarak birbirlerine dönüştükleri belirlenmiştir, incelenen lateritlerde Cu, Cr, Co, Zn, Ba ve Ni içerikleri yüksek, buna karşılık Ce, La, Th ve Zr içerikleri ise düşüktür. Ana kayaç içerisinde de Cr, Cu ve Mo içeriklerinin yüksek olduğu görülür.

GİRİŞ

Yahyalı'nın (Kayseri) 28 km güneydoğusunda yer alan inceleme alanı, Zamantı ırmağı boyunca uzanan yaklaşık 20 km² lik bir alanı kapsamaktadır. Doğu Toroslar'ın batısında Aladağlar'a paralel bir şekilde uzanan bu alan, ekonomik nitelikte hidrotermal demir yataklarıyla tanınmış olan Attepe (Mansurlu-Adana) yöresinin güneybatı kesimindedir (Şek. 1).

Çalışma alanı ve yakın çevresinde Blumenthal (1952), Abdüsselamoğlu (1958), Özgül (1976), Tekeli (1980), Tekeli ve Erler (1980), Ulakoğlu (1984), Ayhan ve Lengeranlı (1986) gibi yazarlar tarafından gerçekleştirilen ve bir kısmı bölgesel ölçekli olan jeolojik araştırmalar sonucunda yöreye ilişkin bazı jeolojik problemler aydınlatılmıştır.

Bölgede yapılan metalojenik amaçlı çalışmalar arasında Lucius (1927), Blumenthal (1939), Arıkan (1968), Önder (1978), Menden ve Önder (1980), Ünlü ve Stendal (1986), Küpeli (1986), Öncel (1989), Küpeli (1991), Ayhan ve diğerleri, (1992), Küpeli (1993) sayılabilir.

Büyükbelen cevherleri, yukarıda anılan birçok araştırmaya rağmen, günümüze kadar sadece Önder (1978) tarafından gerçekleştirilen kısa süreli bir ön çalışmada ele alınarak incelenebilmiştir. Önceki çalışmacılar arasında Attepe ve yakın çevresinde yer alan demir yatak ve zuhurlarının hidrotermal yollarla oluştuğu konusunda hâkim bir görüş ortaya çıkmış, bu görüşe paralel olarak Önder (1978) tarafından Büyükbelen cevherlerinin de hidrotermal getirimlerle ilişkili olduğu öne sürülmüştür. Ancak, yapılan jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal incelemeler, yöredeki hidrotermal demir yataklarına göre çok farklı özelliklere sahip olan Büyükbelen cevherlerinin lateritik bir oluşumu simgelediğini göstermiştir.

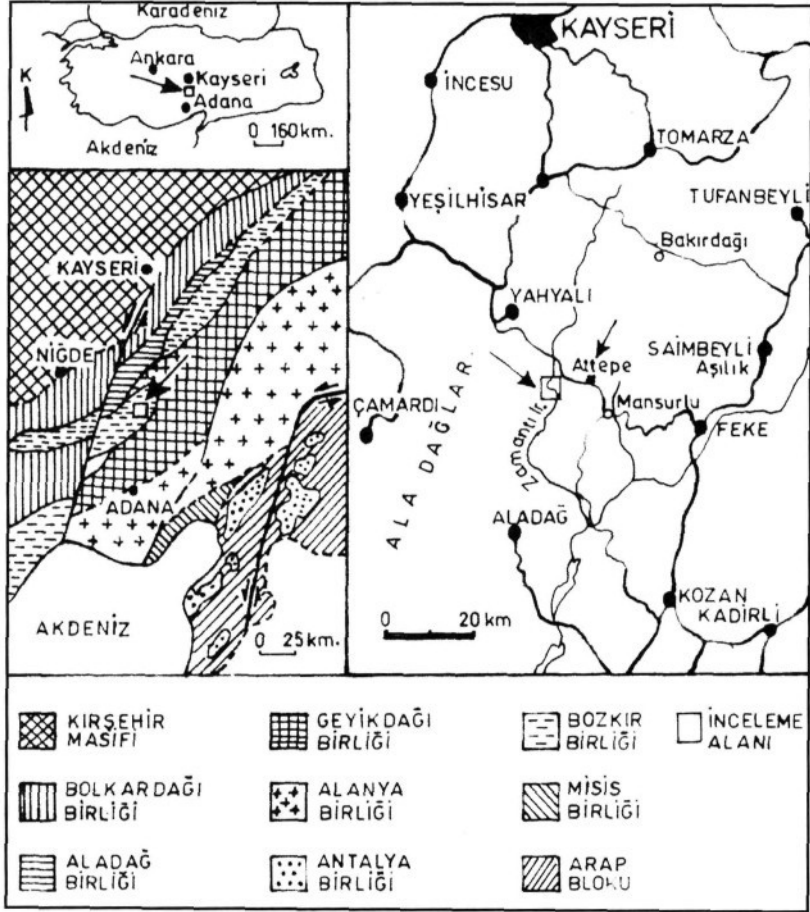
MATERYAL VE METOD

Arazi ve lâboratuvar çalışmalarını kapsayan bu inceleme, 1:25 000 ölçekli jeolojik harita alımı ile başlamıştır. Haritalama sırasında her bir litolojinin yanı sıra, ana kayacı oluşturan çört arakatlı pelajik karbonatlar, lateritik demir kabuk ve kırmızı renkli topraklardan da örneklemeler yapılmıştır.

Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konya.

** Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi Başkanlığı, Ankara

*** Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon.



Şek. 1- İnceleme alanının yer bulduru haritası ve Toroslar'daki tektonik birlikler içerisindeki konumu (Özgül, 1976).

ince kesit optik mikroskop ve parlak kesit çevher mikroskoplarının yanı sıra, mineralojik incelemelerde Geigerflex D/max (0 / 0) VC modeli bir XRD cihazı kullanılmıştır. Otomatik bir ağıt havanda hazırlanan toz örnekler, sıg bir cam kap içerisinde konularak 2 0 açısı, 2.5°den 70° ye kadar değişen CuKa radyasyonu ile taranmıştır. Ayrıca çekimler sırasında örneklerin mineralojik bileşimleri yarı nicel olarak tahmin edilmiştir.

Altın kaplamalı laterit örnekleri üzerinde yapılan taramalı elektron mikroskop (SEM) çalışmaları, ABT-60 of TOPKON model bir mikroskopta çeşitli büyültmeler altında gerçekleştirilmiştir.

Ana kayaç numunelerinin kimyasal analizleri örnekler 105°C de kurutulduktan sonra yapılmış SiO₂, TiO₂ ve Al₂O₃ konsantrasyonları gravime yöntemle, diğer esas element içerikleri atomik i sorpsiyon spektrofotometresi ile; eser element konsantrasyonları ise, optik spektrografik yarı kantit analiz çalışmalarıyla belirlenmiştir.

Laterit örneklerinin esas ve eser element konsantrasyonları ise, Philips PW 1450 model bir X cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

JEOLOJİK KONUM

Doğu Toroslar'ın batısında yer alan inceleme alanında, Bozkır birliğine ait allokon konumlu birim

ler yüzelemektedir (Şek. 1). Bölgede Aladağ ofiyolit dizisi şeklinde adlandırılan bu birimler, alttan üste doğru birbirleriyle tektonik ilişkili ofiyolitli melanj, metamorfik dilim ve peridotit napı bölümlerini kapsar (Tekeli, 1980). inceleme alanında bu bölümlerden sadece ofiyolitli melanjin bir kesimi ve peridotit napı bölümü yüzelemektedir (Şek. 2). Söz konusu birimler Çavdaruşağı olistostromu ve Pozantı-Faraşa peridotit napı olmak üzere iki ana bölüme ayrılmıştır (Şek. 3).

ÇAVDARUŞAĞI OLİSTOSTROMU (Kço)

Aladağlar'ın değişik kesimlerinde ince kuşaklar şeklinde yüzeyleyen ofiyolitli melanj oluşukları, yörede bölgesel ölçekli jeolojik çalışmalarda bulunan Blumenthal (1952) tarafından "Kretase filisi, radyolaritli alacalı zon" Tekeli (1980) tarafından "Aladağ ofiyolitli melanji", Ulakoğlu (1984) tarafından Ayvan formasyonu, Ayhan ve Lengeranlı (1986) tarafından da "Basyayla ofiyolitli karışığı" şeklinde adlandırılmıştır.

Tekeli ve Erler'e göre (1980) söz konusu karışık Senoniyen yaşlı olup, kıta kenarı karbonatları üzerine bir çökme dokanağı ile gelen türbiditik karakterli düzenli bir taban istifi ile başlamakta, üste doğru ise olistostromal ve kaotik bölümleri içermektedir. Çalışma alanında bu bölümlerden sadece olistostromal kesim gözlenmektedir.

Ofiyolitik kayaçlar ile sedimanter kökenli birimlerden oluşan bir matriks içerisinde çeşitli litolojilere ait blokları kapsayan bu bölüm, tipik olarak Faraşa (Yahyalı) köyüne bağlı Çavdaruşağı mahallesi ile bu mahallenin kuzey ve kuzeybatı kesimlerinde yüzelemektedir, lik olarak bu çalışmada Çavdaruşağı olistostromu şeklinde adlandırılan bu birim, Şekil 3 de görüldüğü gibi dört üyeye ayrılmıştır. Bunlardan Gireniz üyesi içerisinde yer alan çört arakatlı karbonatlar incelenen lateritlerin ana kayacını oluşturmaktadır. Bu nedenle Gireniz üyesi, diğer üyelerle göre biraz daha detaylı bir şekilde tanıtılmıştır.

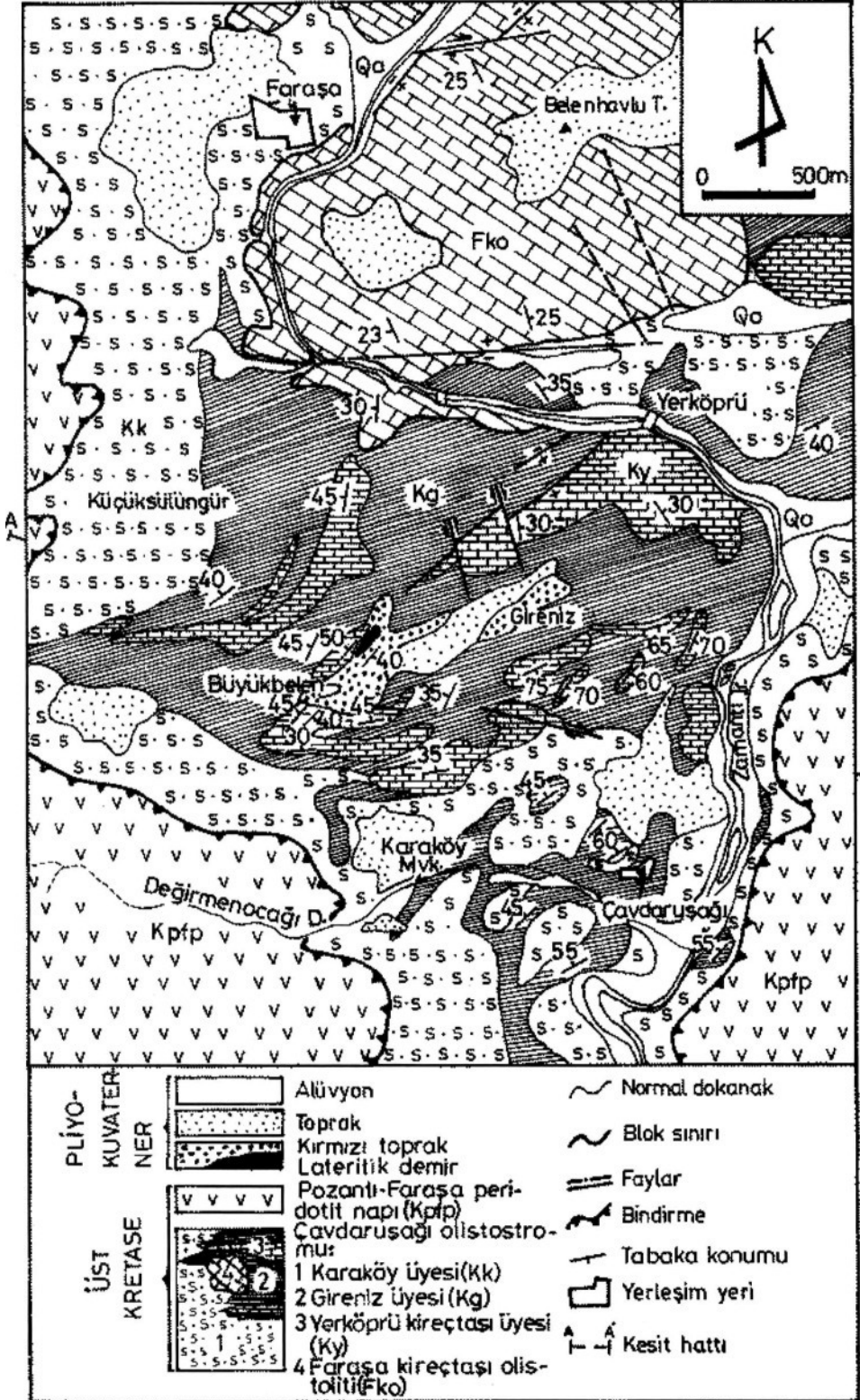
Çalışma alanında tabanı görülemeyen ve yaklaşık olarak 2000 m mostra kalınlığı sunan Çavdaruşağı olistostromu, Pozantı-Faraşa peridotit napı (Tekeli ve Erler, 1980) tarafından tektonik bir dokanakla üstlenmektedir (Şek. 2 ve 3).

Gireniz üyesi (Kg)

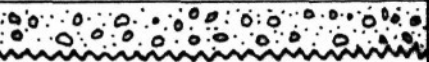
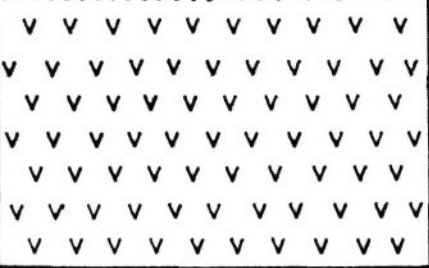
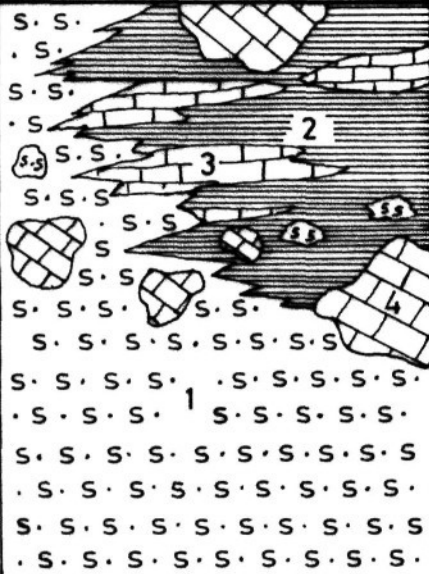
Bordo renkli kireçtaşı-marn-çört-radyolarit türü kayaçlardan oluşan üye, inceleme alanının merkezî kesiminde başlıca Gireniz, Büyükbelen, Küçüksülüngür ve Çavdaruşağı mevkiğinde yüzelemektedir. Söz konusu kayaçlar genel olarak ince-orta tabakalı, aşırı kıvrımlı ve yer yer de kırıklıdır. Karbonatlar içerisinde ince çört arakatlıları olağandır. Yaygın olarak ikincil kalsit, demiroksidhidroksit ve kuvars damarlarını da kapsayan birimler, birbirleriyle sık sık yanıl ve düşey yönlerde fasiyes değişiklikleri gösterirler (Şek. 2 ve 3).

Atmosferik şartlar altında ayrışarak lateritik demir kabuk ve kırmızı renkli toprakları oluşturan bordo renkli, çört arakatlı karbonatlar üye içerisindeki en yaygın litolojiyi oluşturmaktadır. Kırmızı renkli topraklar, yaygın olarak demirli bileşenlerce kirletilmiş olan çört çakıl ve bloklarını kapsamaktadır. Esas olarak mikrokristalin karbonat hamuru ve çörtlerden yapıları karbonatların bordo rengi, içerdiği demiroksitli pelitik malzemeden kaynaklanır. *Globotruncana* sp. fosil izlerini de taşıyan karbonat kesimler içerisinde pelitik malzeme oranı yer yer artarak birim marn veya şeyl niteliği kazanabilmektedir. Birimin kapsadığı *Radiolaria* sp. fosillerinin büyük bir bölümü karbonatça zengin süperjen çözeltiler tarafından kalsitleştirilmiştir. Özellikle dıştan içe doğru gelişen kalsitleşme süreçlerinin etkileri, yarım kalmış fosil ornatmalarında açıkça görülebilmektedir.

Üst Kretase yaşlı benzer litolojiler, inceleme alanının hemen kuzey kesiminde çalışma yapan Ulakoğlu (1984) tarafından Ayvan formasyonu kapsamında pembe-kırmızısı renkli çört bantlı, laminalı biyomikrit şeklinde tanıtılmıştır, içerisinde bulunan *Globotruncana* sp. ve *Radiolaria* sp. fosillerine göre birimin pelajik karakterde olduğu belirtilmektedir. Öte yandan Blumenthal (1952), inceleme alanındaki Çavdaruşağı olistostromu ile özdeş olan "Kretase flişi, radyolaritli alacalı zon" birimi içerisinde ofiyolitlerin yanı sıra çört arakatlı kireçtaşı-marn-şeyl litolojilerini de tanımlamıştır. Ayrıca "siderolit" olarak adlandırdığı bu kesimdeki demir cevherlerinin söz konusu karbonatlı kayaçlardan türediğini ifade etmektedir.



Şek. 2- İnceleme alanının jeoloji haritası.

YAŞ	BİRİM	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
Kuv.	Alüv. (Kp)		Kil-blok boyutunda gev. malz.
ÜST KRETASE	POZANTI-FARAŞA PERİDOTİT N. (Kpfp)		Yer yer diyabaz daykalarıyla kesilmiş, tektonik hatlar boyunca serpantinitlere dönüşmüş olan harzburjit, dunit ve piroksenitler.
	ÇAVDARUŞAĞI OLİSTOSTROMU (Kço)		<p>x Tektonik dokanak</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Karaköy üyesi (Kk): Yer yer kil-blok boyutunda kırıntılı elemanlar içeren serpantinit ve diyabazlar. 2. Gireniz Üyesi (Kg): Bordo renkli, ince-orta tabakalı, çört arakatlı pelajik kireçtaşı-marn; çört ve radyolaritler. 3. Yerköprü kireçtaşı üyesi (Ky): Gri renkli, ince-orta tabakalı, yer yer çört arakatlı, kireçtaşları. 4. Faraşa kireçtaşı olistoliti (Fko): Gri renkli, orta tabakalı, kumlu kireçtaşları.

Şek. 3- İnceleme alanının litostratigrafik kesiti.

Kırmızımsı kahve, alacalı boz renkli çörtler ve vişne renkli radyolaritler, bordo renkli karbonatlar içerisinde sık sık rastlanılan düzensiz yayımlı lito-fasiyes paketlerini oluştururlar. Esas olarak kriptomikrokristalin kuvarslardan oluşan çörtler, % 5-6 oranında demiroksitli pelitik malzeme ve % 4-5 oranında da *Radiolaria* sp. fosili içermektedir.

inceleme alanında özellikle Faraşa köyüne bağlı Çavdaruşağı mahallesinin kuzey kesiminde dayk görünümlü sert çıkıntılar oluşturan radyolaritler, diğer birimlere göre çok daha fazla kırıklı, kıs-

men kıvrımlı bir yapı sunmaktadır. Yüzeyde yaygın bir şekilde çakıl oluşturan birimler, mikro ve kriptokristalin kuvarslardan oluşmaktadır. % 80-90 oranında *Radiolaria* sp. fosili kapsayan birim, % 2-3 oranında da demiroksitli pelitik malzeme içerir.

POZANTI-FARAŞA PERİDOTİT NAPI (Kpfp)

Tekeli ve Eler (1980) tarafından adlandırılan birim, yer yer diyabaz daykalarıyla kesilmiş olan harzburjit, dunit ve piroksenitlerden oluşmaktadır, inceleme alanının doğu ve batı kesimlerinde yüzeyler (Şek. 2).

Bölgede kromit yatak ve zuhurlarını da kapsayan söz konusu kayaçlar, özellikle tektonik hatlar boyunca serpantinilere dönüşmüş olup, çatlak ve kırıklarında manyezit dolgularını içermektedir.

Çavdaruşağı olistostromu üzerine tektonik bir dokanakla gelen ve yaklaşık olarak 1000 m mostra kalınlığı sunan bu birim, inceleme alanının hemen dışında kuzey ve batı kesimlerde Miyosen yaşlı Zebil formasyonu (Ulakoğlu, 1984) tarafından transgresif olarak örtülmektedir. Topoğrafik konumu gereğince Büyükbelen yöresi de bu transgresyon alanı içerisinde kalmaktadır. Ancak, bu dönemde çökelen Miyosen yaşlı birimlerin daha sonra etkili olan karasal ortam şartlarında aşınarak taşındığı anlaşılmaktadır.

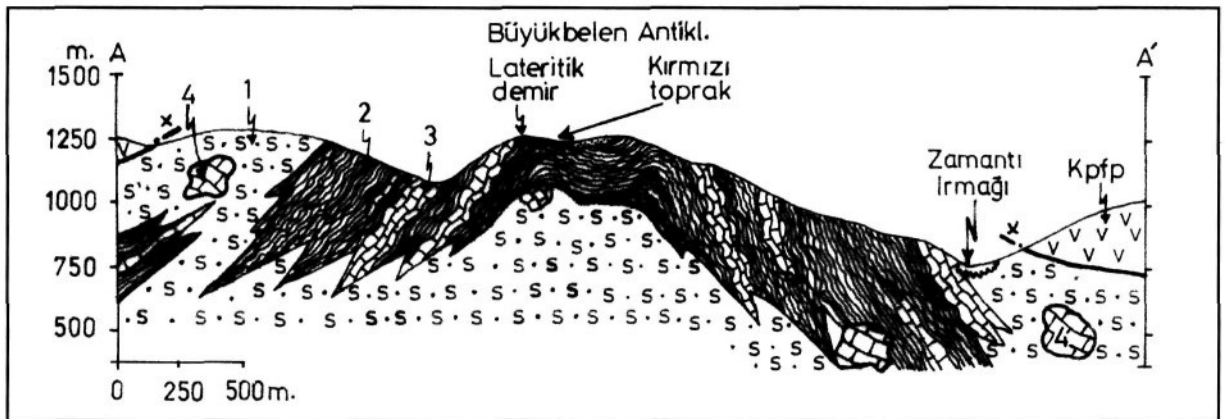
BÜYÜKBELLEN LATERİTLERİ

Büyükbelen lateritleri, Faraşa (Yahyalı-Kayseri) köyünün 2.5 km güneydoğusunda, Büyükbelen antiklinalinin hafif engebeli düz bir morfoloji sunan üst kesiminde yer almaktadır (Şek. 2 ve 4). Söz konusu oluşuklar, K50D yönünde uzanan yaklaşık 250 m uzunluğunda, 45 m genişliğinde ve 5-15 m kalınlığındaki lateritik bir demir kabuk kütlesi ile bu kütlenin etrafında izlenen kırmızı renkli, ince (0.5-1 m) toprak örtülerinden ibarettir (Şek. 2). Cevherli kuşak Gireniz üyesine ait çört arakatlı pelajik karbonatlar üzerinde otokton nitelikte güncel bir ayrışma zonu şeklindedir (Şek. 4). Zon içerisinde tam belirgin olmasa da hematitik ve götitik bölümler ayırt edilebil-

mektedir. Profilin üst kesiminde görülen vişne renkli hematitik bölüm, 5-10 cm kalınlığında, yanal devamlılığı fazla olmayan ince bir seviye şeklinde olup, ayrışma zonu esas olarak altta bulunan sarımsı kahverenkli kalın götitik seviye ile temsil edilmektedir. Özellikle karstlaşmanın etkin olduğu lateritik örtünün kuzey kesimlerinde hematit ve götitlerle birlikte bol miktarda kırmızımsı pas renkli limonitler görülür. Hematit, götit ve limonit fazlarının birbirleriyle olan ilişkileri tamamen tedricî geçişlidir.

Cevherin yaygın kovuklu yapısı ve yer yer görülen endokarstik boşluklar, yüzeysel ayrışma ve karstlaşma süreçlerinin etkilerini çok belirgin olarak yansıtır. Karstik dolguları oluşturan malzemenin önemli bir bölümü kolloidal çözelti fazında taşınmış olup, boşluklar içerisinde ince konsantrik kabuklar ve mükemmel böbreğimsi şekillerde izlenen tipik kolloform yapıları götitleri oluşturmuşlardır. Öte yandan yumuşak, toprağimsi yığılımlar şeklinde izlenen kırmızımsı pas renkli limonitik malzemenin ilerleyen ayrışma süreçleriyle birlikte kovuk yüzeylerinden itibaren kahverengimsi siyah renkli, sert kabuğumsu götitlere dönüştüğü görülür. Bu pelitik karst sedimanları içerisinde genellikle çökeltme yapılarını kesen, bazen de onlara uyumlu bir şekilde izlenen 1-5 mm kalınlığında ince malakit ve azurit damarcıkları ile laminalarına rastlanılmaktadır.

Ana kayaca bağlı olarak cevher içi karstlaşmanın halen devam ettiği ve günümüze kadar birkaç evrenin gerçekleştiği, bazı genç karstik evrelere ait



Şek. 4- İnceleme alanının jeolojik kesiti ve lateritik oluşumların konumu 1 - 2 - 3 - 4: Çavdaruşağı olistostromu (Kçö); (Kpfp): Pozanti - Faraşa peridot napı.

sedimanların, daha önceki karstlaşma evrelerinde çökelmiş olan kabuğumsu cevher dolguları içerisinde yeni karstik oluşumları temsil edecek şekilde çökelmiş görülmüştür. Yapılan incelemelere göre ayrışma zonu içerisinde bir önceki karstlaşma evresine ait yapı ve dokuları silen en az üç evre belirlenmiştir. Karstik boşlukların çapı birkaç desimetreden 7 metreye kadar değişmektedir.

Ayrışma kabuğunun üst kesimlerinde seyrek, alt kesimlerinde ise daha sık olmak üzere ana kayacın özellikle çörtlü kesimlerine ait tabaka yapıları henüz bozulmamış kalıntılar görülür. Bu kalıntılar içerisinde çoğunlukla 1-5 mm kalınlığında götit bileşimli süperjen, epijenetik damar tipi demir cevherleri yer alır. Alta doğru da tedricî olarak ana kayacın çörtçe zengin ayrışmamış bölümlerine geçilmektedir.

Ana kayacın üzerinde ince bir örtü oluşturan, kırmızı renkli topraklar içerisinde de yaygın olarak çört çakıl ve bloklarına rastlanılmaktadır.

MİNERALOJİK BULGULAR

Özellikle X- Işınlı difraksiyonu ile bunu destekleyen optik mikroskop, cevher mikroskobu ve SEM incelemelerini kapsayan mineralojik çalışmalar sırasında ana kayaç, laterit ve kırmızı renkli toprak numuneleri incelenmiştir. Çizelge 1 de elde edilen mineral parajenezleri görülmektedir.

XRD çalışmalarında sadece iki laterit örneğinde belirlenebilen hematitlerin oranı, götitlere göre son derece düşüktür. Ferrihidrit birkaç örnekte belirlenebilmiştir (Şek. 5). Cevher içerisinde kuvars içe-

riğinin yüksek olması ana kayaç bünyesindeki çörtlerle ilişkilidir. Malakit ve azurit minerallerinin oluşumunda ise ana kayaç kapsamında yer alan 20.70 ile 200 ppm düzeyindeki Cu içeriği etkili olmuştur.

XRD çalışmalarına paralel olarak yürütülen cevher mikroskobu ve SEM incelemelerinde, yaygın cevher mineralini oluşturan götitlerle birlikte aksesuar olarak sık sık hematitlere rastlanılmıştır. Hematitler, genellikle özşekilli veya yarı özşekilli; götitler ise, tipik böbreğimsi, üzüksü, konsantrik bantlı yapılar içerisinde yer alan ince-lifsi kristal toplulukları şeklindedir. Götitlerin, özşekilli hematitler üzerinde; hematitlerin de, yer yer böbreğimsi götitler üzerinde büyüdüğü görülür (Şek. 6 ve 7). Cevher minerallerinin bu ilişkileri, lateritleşme sırasında hematitlerin götitlere götitlerin de hematitlere dönüştüğünü göstermektedir. Trolard ve Tardy'e göre (1987) bu dönüşümler hidrasyon ve dehidrasyon olaylarına bağlı olup, yağışlı ve kurak dönemlerin birbirini takip etmesini gerektirmektedir.

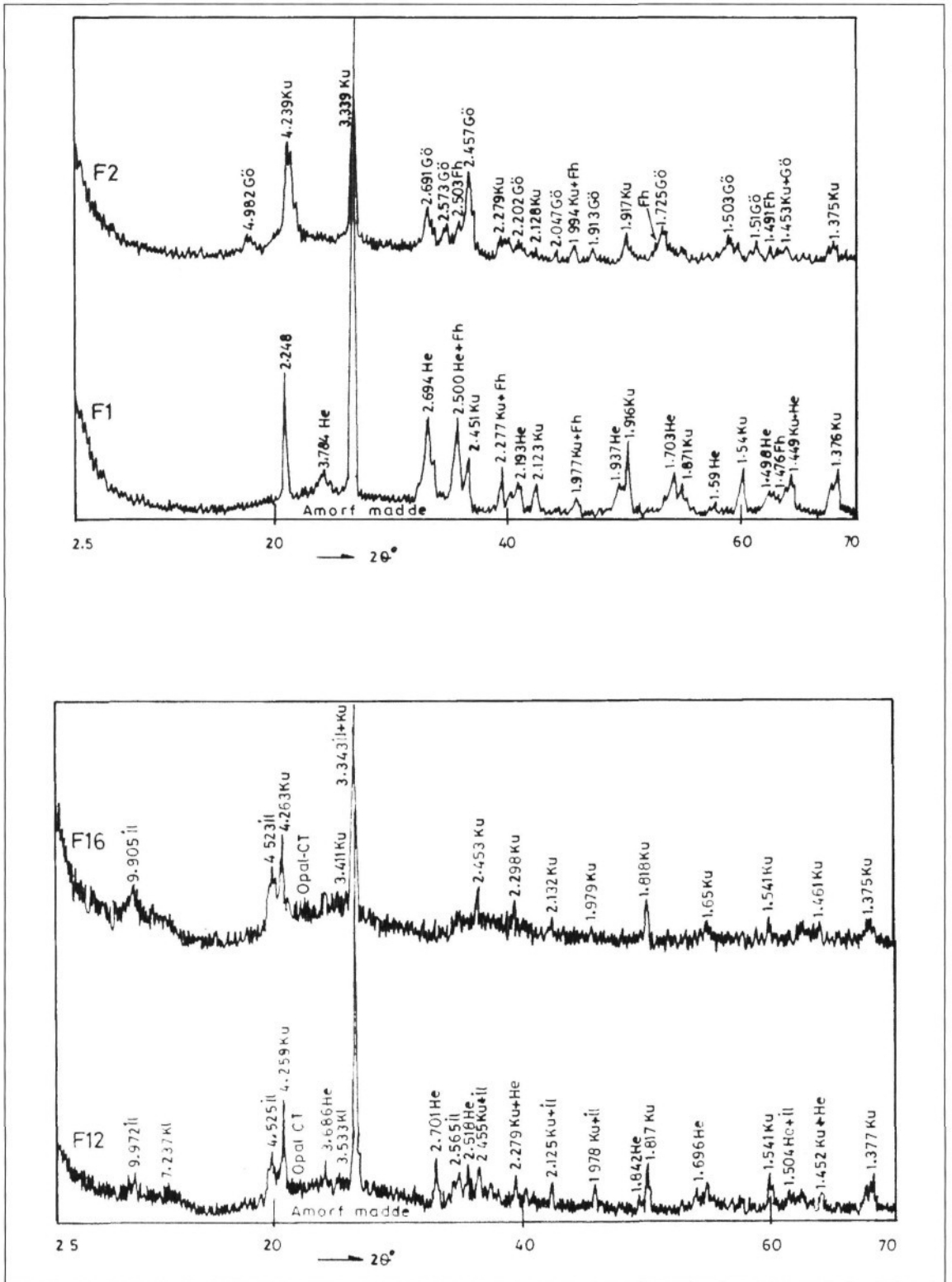
JEOKİMYASAL İNCELEMELER

Jeokimyasal incelemeler sırasında 8 ana kayaç (kireçtaşı + çört) numunesi ile 15 laterit ve 2 kırmızı renkli toprak numunesinin esas ve eser element içerikleri belirlenmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 2, 3, 4 ve 8 de görülmektedir.

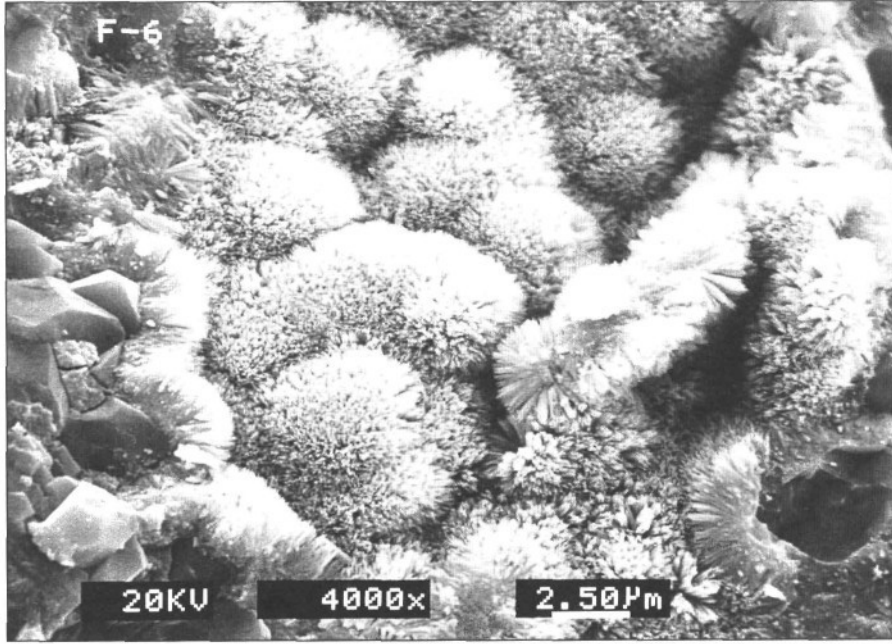
Kireçtaşı örneklerinin ana bileşenlerini çokluk sırasına göre CaO, SiO₂, Al₂O₃ ve Fe₂O₃; tali bileşenlerini ise MgO, K₂O, Na₂O, P₂O₅ ve MnO oluşturmaktadır (Çizelge 2). Esas bileşenlerden Fe₂O₃ ile SiO₂ arasında Ç1 numunesi dışında pozitif bir

Çizelge 1- Ana kayaç (kireçtaşı+çört), laterit ve kırmızı renkli toprak numunelerinin mineralojik bileşimleri.

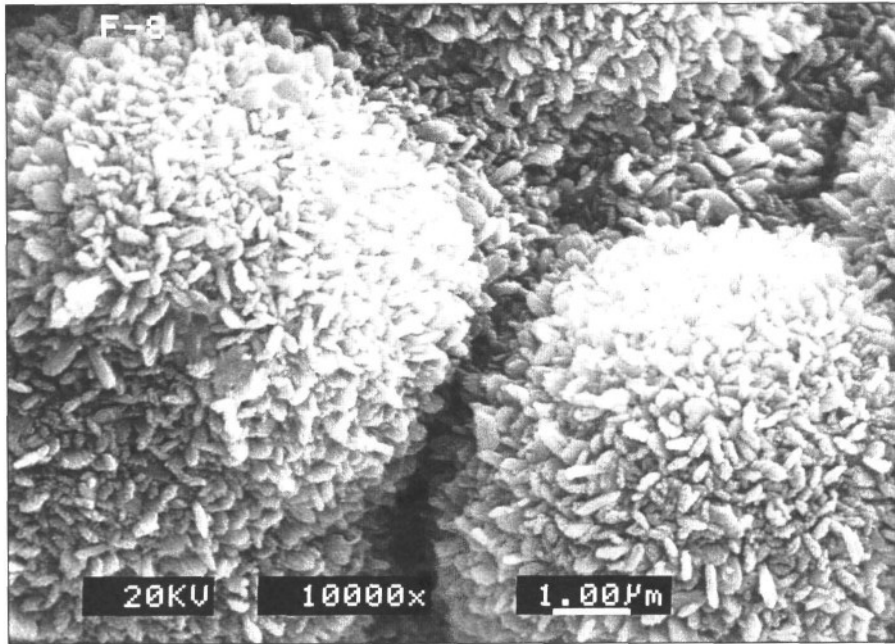
Örneklemeler	Mineral parajenezi	
Anakayaç	Çört	kuvars+kalsit+opal-CT+amorf madde
	Kireçtaşı	kalsit+kuvars+opal-CT+hematit+amorf madde
Laterit	götit±hematit±ferrihidrit+kuvars±illit±kaolinit±malakit±azurit±amorf madde	
Kırmızı renkli toprak	Kuvars+montmorillonit+kalsit+illit+opal-CT+amorf madde	



Şek. 5- Laterit örneklerinin (F1, F2; F12, F16) X- ışınları difraktogramları. Gö: Götüt, He: Hematit, Fh: Ferrihidrit, Ku: Kuvars, İl: İllit, Kl: Kaolinit.



Şek. 6- Hematit kristalleri üzerinde büyüyen ışınal yapılı götit kristal topluluklarının oluşturduğu kirpi yapıları ile sağ alt köşede kimyasal korozyon sonucu tamamen çözünerek götitlere dönüşmüş olan özşekilli hematit kristallerine ait boşlukların görünümü (SEM'de).



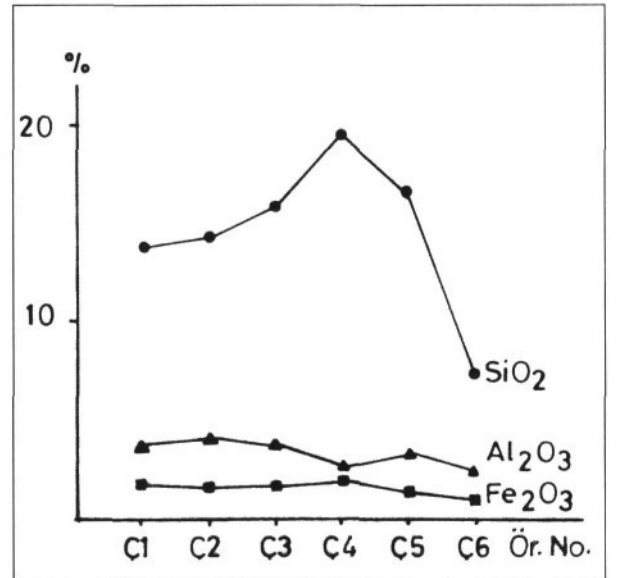
Şek. 7- Böbreğimsi götitler üzerinde gelişen hematit kristallerinin SEM'deki görünümü.

Çizelge 2- Ana kayaç (kireçtaşı: Ç 1-6; çört: Ç 7-8) numunelerinin esas (%) ve eser element (ppm) içerikleri.

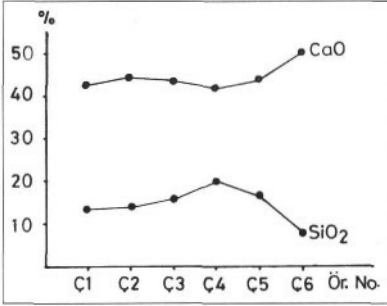
Örnekler	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5	Ç6	Ort	Ç7	Ç8	Ort.
Fe ₂ O ₃	1.67	1.33	1.36	1.70	1.19	0.78	1.34	4.60	4.70	4.65
Al ₂ O ₃	3.54	3.73	3.45	2.56	3.20	2.26	3.12	2.76	3.36	3.06
SiO ₂	13.34	13.94	15.76	19.60	16.33	7.08	14.34	73.32	68.88	71.10
TiO ₂	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	<0.05	0.12	-
Na ₂ O	0.17	0.14	0.15	0.14	0.14	0.54	0.21	0.10	0.10	0.10
K ₂ O	0.47	0.47	0.43	0.45	0.44	0.20	0.41	0.16	0.13	0.15
P ₂ O ₅	0.14	0.14	0.24	0.24	0.16	0.16	0.18	0.09	0.17	0.13
CaO	42.60	44.05	43.25	41.65	43.20	49.55	44.05	10.65	13.45	12.05
MgO	1.10	1.00	0.80	0.80	0.70	0.49	0.82	0.33	0.24	0.29
MnO	0.1	0.15	0.2	0.2	0.15	0.15	0.16	0.10	0.10	0.10
A.K	33.60	35.16	34.17	32.45	34.29	38.66	34.72	7.56	8.64	8.10
Cr	200	200	150	200	200	400	225	1000	300	650
Cu	30	30	30	40	20	7	26.17	100	300	200
Mo	40	-	-	40	-	-	-	700	1500	1100

F₂O₃: Toplam demir içeriğidir. A.K: 1100 °C de ateş kaybıdır.

korelasyon, CaO ile SiO₂ arasında ise, negatif bir korelasyon gözlenmektedir. Al₂O₃ bileşeni ile SiO₂ ve Fe₂O₃ bileşenleri arasında belirgin bir davranış birliği veya zıtlığı belirlenmemiştir (Şek. 8-9). Çört numunelerinin ana bileşenlerini çokluk sırasına göre SiO₂, CaO, Fe₂O₃ ve Al₂O₃; tali bileşenlerini ise MgO, K₂O, P₂O₅, Na₂O ve MnO oluşturmaktadır. Kireçtaşı örneklerinde ortalama % 1.34 olan Fe₂O₃ içeriğinin çörtlerde % 4.65 e çıkması ana kayaç içerisinde Fe₂O₃ ile SiO₂ arasındaki pozitif korelasyonu daha da belirginleştirmektedir. Kireçtaşı ve çörtlerin ortalama Na₂O/K₂O oranları, sırasıyla 0.51 ve 0.67 olup, kıta kenarına bitişik okyanusyal bir ortamı karakterize eden değerlere yakındır (Maynard ve Okita, 1991). Ana kayaç numunelerinde eser element konsantrasyonları dikkate alındığında kireçtaşlarında ortalama 225 ppm olan Cr içeriğinin çörtlerde 650 ppm, 26.17 ppm olan Cu içeriğinin 200 ppm, iki örnekte belirlenen 40 ppm lik Mo içeriğinin



Şek. 8- Ana kayaca ait kireçtaşı örneklerinde, SiO₂-Al₂O₃ ve Fe₂O₃ bileşenleri arasındaki ilişki.



Şek. 9- Ana kayaca ait kireçtaşı örneklerinde, CaO ile SiO₂ bileşenleri arasındaki negatif ilişki.

ise, 1100 ppm olduğu görülmektedir. Buna göre çörtlere demir içeriklerinin yanı sıra eser element konsantrasyonlarının da arttığı ortaya çıkmaktadır.

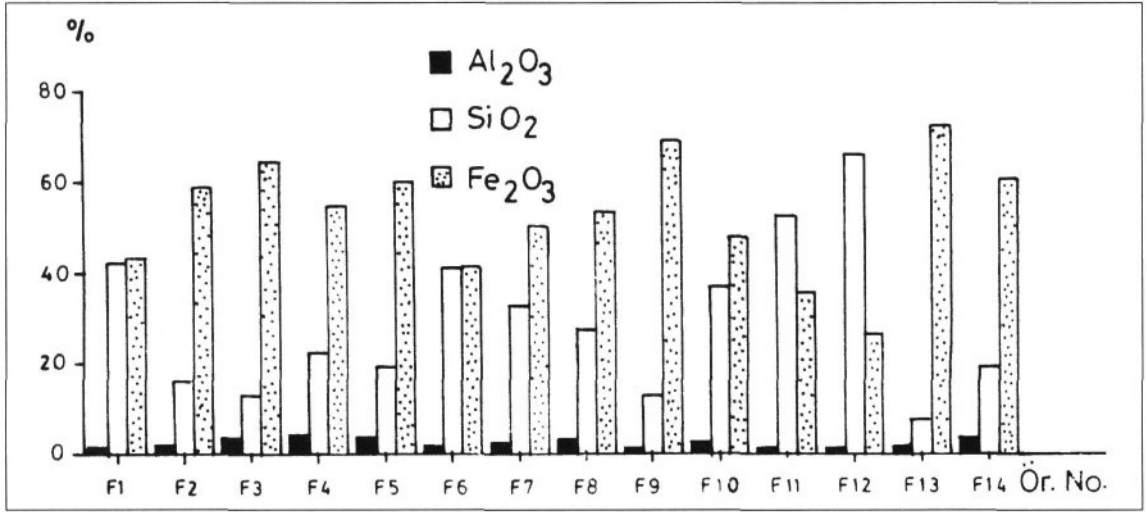
incelenen lateritlerin ana bileşenlerini çokluk sırasına göre Fe₂O₃, SiO₂ ve Al₂O₃; tali bileşenlerini ise MgO, K₂O, P₂O₅, TiO₂, Na₂O, MnO ve CaO oluşturmaktadır (Çizelge 3). Şekil 10 da, ana bileşenlerin cevher içerisindeki dağılımları görülmektedir. Cevher bileşiminde en yüksek paya sahip olan Fe₂O₃ bileşeni götüt, hematit, limonit ve ferrihidrit gibi demir oksihidroksitlerden kaynaklanmaktadır, ikinci sırada yer alan SiO₂ bileşeni, ikincil kuvars, kaolinit ve illit topluluklarının yanı sıra çört kalıntılarından oluşan opal-CT ve birincil kuvars minerallerinin bünyesindeki silisi temsil eder. Al₂O₃ bileşeni ise, kaolinit ve illit gibi otijenik kil minerallerinin yanı sıra, götüt ve hematitlerin kafes yapısına girmiş olabileceği düşünülen alüminyumunu da kapsamaktadır.

F12 örneğinde Fe₂O₃ içeriği minimuma (% 8.31) düşerken, Al₂O₃, TiO₂ ve K₂O içerikleri maksimuma yükselmektedir. SiO₂ oranı ise maksimuma yakın bir seviyededir (Çizelge 3). Diğer ör-

Çizelge 3- Büyükbelen lateritlerinin esas element içerikleri (%).

Örnekler	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	CaO	MgO	MnO	A.K
F1	43.45	1.22	42.31	0.18	-	0.25	0.37	0.07	0.53	0.06	12.30
F2	58.91	1.76	15.92	0.11	-	0.26	0.32	0.02	0.61	0.04	21.90
F3	64.52	3.16	12.83	0.23	0.06	0.43	0.65	0.10	0.75	0.06	17.30
F4	54.75	4.07	22.26	0.07	0.15	0.19	0.21	0.30	0.80	0.36	16.75
F5	60.10	3.31	19.19	0.06	-	0.23	0.13	-	0.44	0.10	16.30
F6	41.44	1.43	41.10	0.05	-	0.28	0.08	0.24	0.69	0.23	14.55
F7	50.21	2.01	32.52	0.09	0.03	0.40	0.23	0.01	0.69	0.21	14.50
F8	53.23	2.84	27.12	0.08	-	0.38	0.11	0.02	0.95	0.21	14.70
F9	69.15	1.06	12.46	0.07	0.25	0.18	0.25	0.04	0.60	0.03	16.50
F10	47.89	2.39	36.60	0.15	0.57	0.64	0.32	0.02	0.75	0.03	11.20
F11	35.39	0.73	52.31	0.04	0.09	0.15	0.20	-	0.45	0.03	10.20
F12	8.31	18.30	55.40	0.76	-	2.20	0.05	0.34	2.8	0.07	11.55
F13	26.03	0.76	65.64	0.09	0.22	0.12	0.21	0.01	0.49	0.04	7.10
F14	71.99	1.11	6.97	0.05	0.25	0.18	0.28	0.14	0.52	0.06	18.10
F15	60.25	2.57	18.57	0.06	-	0.33	0.18	-	0.59	0.16	16.90
Ortalama	49.71	3.12	30.75	0.14	0.11	0.42	0.24	0.09	0.78	0.11	14.66

F₂O₃: Toplam demir içeriğidir. A.K: 1100 °C de ateş kaybıdır.

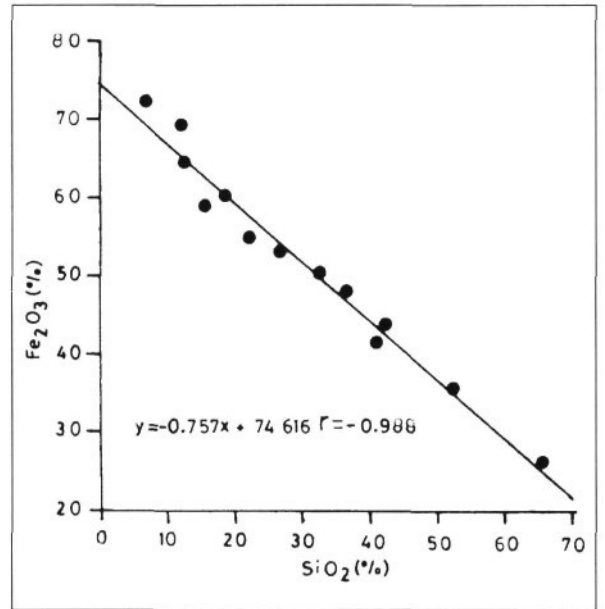


Şek. 10- Laterit örneklerindeki ana bileşen dağılımının histogramlarla gösterimi.

neklerde bu zıt ilişki Fe₂O₃ ile SiO₂ arasında görülürken, Fe₂O₃ ile öteki esas bileşenler arasında görülmemektedir. Ayrıca F12 örneğinin esas element içerikleri diğer örneklerle göre çok farklıdır. Bu nedenle elementler arasındaki ilişkiler araştırılırken F12 numunesi elimine edilmiş ve korelasyona 14 örnek alınmıştır.

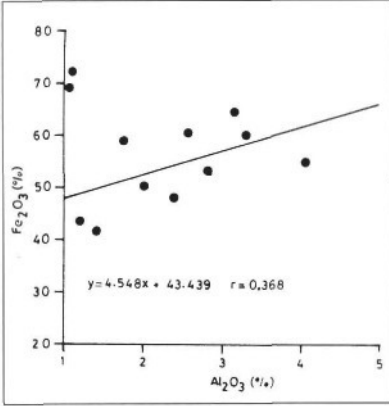
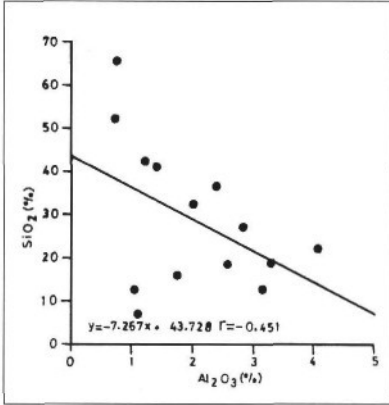
Esas element içerikleri birbirleriyle karşılaştırıldığında Fe₂O₃ ile SiO₂ arasında kuvvetli negatif, Al₂O₃ ile zayıf pozitif, SiO₂ ile Al₂O₃ arasında ise orta negatif korelasyonlar belirlenmiştir (Şek. 11, 12 ve 13). Ana kayaç içerisinde aralarında pozitif korelasyon görülen Fe₂O₃ ile SiO₂ bileşenlerinin laterit içerisinde negatif bir korelasyona sahip olması, lateritik proseslerle ilişkilidir. Lateritleşme sırasında ana kayaca ait karbonat kesimlerin tamamına yakın bir bölümü, çörtlere ise büyük bir kısmı çözünerek taşınmıştır. Bunun sonucunda ortaya çıkan ve kimyasal kökenli bir birikimi temsil eden lateritik oluşumlar, esas olarak Fe₂O₃ ve SiO₂ bileşenlerinden oluşmaktadır. Bu nedenle, silisin yıkanarak ortamdan uzaklaşması, demir lehine bir zenginleşmeyi ifade ederken, tersi bir durum, laterit içerisinde demir oranının düşmesine neden olmaktadır.

Fe₂O₃, SiO₂ ve Al₂O₃ gibi bileşenlerin lateritlerin hacim kompozisyonlarını oluşturması; Fe

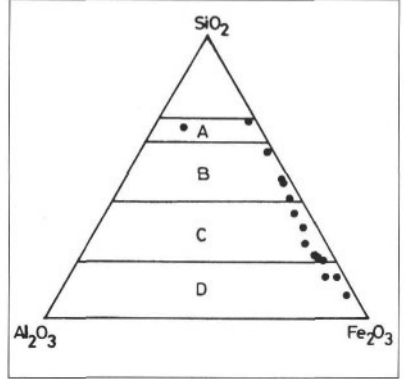


Şek. 11- Laterit örneklerinde Fe₂O₃-SiO₂ ilişkisi.

ve/veya Al'un lateritleşme sırasında ana kayaca göre zenginleşmesi, Si'un ise azalması dikkate alınarak, örneklerin lateritleşme dereceleri, sedimanter nitelikteki kil-şeyl türü kayaç lateritleri için hazırlanan bir üçgen diyagram üzerinde belirlenmiştir. Buna göre örneklerden dokuz tanesi orta ve şiddetli lateritleşme, dört tanesi zayıf lateritleşme, ikisi ise kaolinizasyon alanına düşmektedir (Şek. 14).

Şek. 12- Laterit örneklerinde Fe_2O_3 - Al_2O_3 ilişkisi.Şek. 13- Laterit örneklerinde SiO_2 - Al_2O_3 ilişkisi.

Histogram ve üçgen diyagram üzerinde ele alınan örneklerin Al_2O_3 ce fakir, Fe_2O_3 ce zengin "ferroferrit" niteliğinde bir oluşumu temsil ettiği anlaşılmaktadır (Aleva, 1981). SiO_2 bileşenince de zengin olan söz konusu lateritlerin esas element içerikleri, çeşitli kayaç lateritleri için Schellmann (1986) tarafından



Şek. 14- Laterit örneklerinin SiO_2 - Al_2O_3 - Fe_2O_3 üçgen diyagramındaki konumları (Schellmann, 1986). A: Kaolinizasyon; B: Zayıf lateritik; C: Orta lateritik; D: Şiddetli lateritik.

sunulan ortalama değerlerle karşılaştırıldığında Fe_2O_3 içeriğinin ultramafik kayaç lateritlerde göre nispeten düşük, bazı kayaç lateritlerinin hemen hemen iki katı, kil-şeyl türü pelitik kayaç lateritlerde göre ise iki katından da fazla bir değere sahip olduğu görülmektedir. SiO_2 içerikleri, kil-şeyl türü kayaç lateritlerinden nispeten düşük, bazalt lateritlerinden nispeten yüksektir, ultramafik kayaç lateritlerde göre ise on kat daha fazladır. Al_2O_3 içeriği, bu kayaç gruplarından en fazla ultramafik kayaç lateritlerine benzerlik gösterirken, bazalt ve pelitik kayaç lateritlerine göre çok çok düşük kalmaktadır. Dolayısıyla yukarıda anılan özellikleriyle söz konusu lateritler, esas element içeriği yönünden tam olarak hiçbir gruba benzememektedir. Oysa incelenen lateritler, çört arakatlı killi kireçtaşı-marn-şeyl türü bir ana kayacın ayrışma ürünüdür. Diğer tali bileşenler açısından aynı karşılaştırmalar yapıldığında incelenen lateritlerin yine herhangi bir gruba benzemediği görür (Çizelge 4).

Çeşitli kayaç gruplarına ait lateritlerin SiO_2 , Al_2O_3 ve Fe_2O_3 ortalama bileşimlerini esas alan bir üçgen diyagram üzerinde değerlendirilen Büyükb-

Çizelge 4- Büyükbelen lateritleri (bu çalışma) ile çeşitli ana kayaç lateritlerinin kimyasal yönden karşılaştırılmaları (Schellmann, 1986).

Element	Granit	Bazalt	Ultramafik kayaç	Nefelin siyenit	Asidik Metamorfite	Bazik	Kil-Şeyl	Kumtaşı	Büyükbelen lateritleri (bu çalışma)
SiO ₂ (%)	46.2	23.7	3.03	7.65	47.7	26.0	39.2	63.7	30.75
Al ₂ O ₃	24.5	24.6	5.49	53.2	23.8	26.2	26.9	10.6	3.12
Fe ₂ O ₃	16.3	28.3	67.0	9.07	13.6	26.8	19.7	16.3	49.71
TiO ₂	0.76	4.27	0.11	1.53	1.08	2.38	1.36	0.82	0.14
MgO	0.31	1.04	0.77	0.10	0.30	0.52	0.25	0.26	0.78
CaO	0.16	0.83	0.04	0.08	0.19	0.57	0.12	0.11	0.09
Na ₂ O	-	0.83	0.33	0.19	0.34	0.26	0.19	0.48	0.11
K ₂ O	0.92	0.30	0.02	0.19	0.78	0.18	0.42	0.56	0.42
P ₂ O ₅	0.05	0.32	0.03	0.08	0.13	0.15	0.11	0.06	0.24
MnO	0.02	0.15	1.10	0.51	0.03	0.10	0.07	0.21	0.11
Ba (ppm)	367	472	49	22	255	130	122	295	746.27
Ce	90	76	15	1180	95	134	108	107	48.66
Co	6	52	707	5	12	35	13	38	397.73
Cr	141	336	26000	17	294	674	353	226	1082.93
Cu	23	199	48	7	46	180	40	37	5114.87
La	22	53	48	105	49	38	39	18	33.3
Ni	25	155	11400	20	50	106	47	43	79.47
Pb	27	11	5	73	32	24	38	48	2.8
Rb	38	9	4	11	29	20	25	25	16.2
Sr	68	41	6	62	52	11	34	26	19
Th	110	10	6	123	24	14	30	34	
Y	22	59	8	32	14	22	21	12	15.13
Zn	10	143	420	231	43	69	25	10	1315
Zr	387	307	5	2090	428	232	612	348	37.67

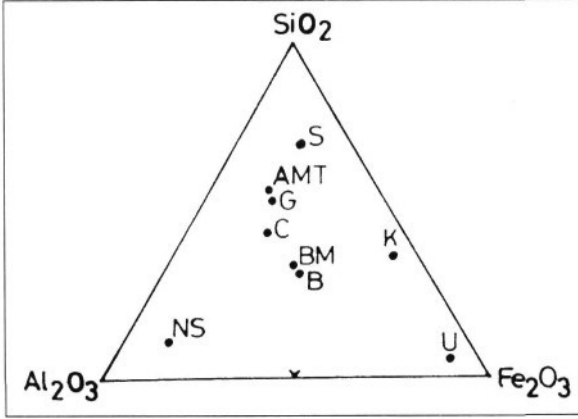
len lateritleri, Fe₂O₃ ve Al₂O₃ içerikleri yönünden ultramafik kayaç lateritlerine yakınlık gösterirken, SiO₂ içeriği yönünden de bazalt, dolerit, gabro, bazik metamorfite ve kil-şeyl türü kayaç lateritlerine yakınlık göstermektedir (Şek. 15). gibi, eser element içerdiklerinde de ana kayaçtan

incelenen lateritler, Milnes ve diğerleri, (1987) tarafından güney Avustralya'da tanımlanmış olan bazı "ferricret" fasiyeslerine hem ana element kim-

yası hem de mineralojik yönden kısmî bir benzerlik göstermektedir (Çizelge 5).

Farklı ana kayaçların ayrışmasıyla ortaya çıkan lateritlerde esas element içeriklerinde olduğu

kaynaklanan önemli yönelimler görülmektedir. Bu konuda 68 laterit profilini esas alan ve toplam 361 örneğe dayalı kapsamlı bir jeokimyasal inceleme



Şek. 15- SiO₂-Al₂O₃-Fe₂O₃ üçgen diyagramında, çeşitli ana kayalardan türeyen lateritler ile Büyükbelen lateritlerinin konumu (Schellmann, 1986). G: Granit; B: Bazalt, dolerit veya gabro; U: Ultramafik kayalar; NS: Nefelin, siyenit veya fonolit; AMT: Asidik metamorf; BM: Bazik metamorf; C: Kil veya şeyl; S: Kumtaşı; K: incelenen lateritler.

yapan Schellmann (1986), Cr, Ni, Co, Mn, Ti, Cu, Nb, Ce, La ve Th gibi elementlerin özellikle allokton lateritler için köken açısından karakteristik eser elementler olduğunu belirlemiştir.

Analizi yapılan örneklerin eser element içerikleri, Çizelge 6 da görülmektedir. Bu elementlerden özellikle Cu, Zn, Cr, Ba, Co ve Ni içerikleri yüksek değerlere sahiptir. Ortalama 5114.87 ppm Cu, 1315 ppm Zn ve 746.27 ppm Ba, Schellmann (1986) tarafından çeşitli ana kayaç lateritleri için verilen ortalama değerlerden önemli ölçüde yüksektir (Çizelge 4). Çizelge 7 de, ana kayaç (kireçtaşı+çört) içerisindeki konsantrasyonları, dedeksiyon limitlerinin altında olduğu için optik spektrografik yarı kantitatif analiz yöntemiyle belirlenemeyen elementler görülmektedir. Bu verilere göre, Ba, Cr, Zn, Cu, Co ve Ni elementlerinin lateritleşme sırasında ana kayaca göre kısmen veya önemli ölçüde zenginleştiği ortaya çık-

Çizelge 5- Büyükbelen Lateritleri ile Avustralya'da tanımlanan bazı "ferricret" fasiyeslerinin mineralojik ve kimyasal bileşim yönünden karşılaştırılması (% cinsinden).

	Büyükbelen (Türkiye) Lateritleri		Avustralya "Ferricret" fasiyesleri		
	Lateritik demir kabuk	Kırmızı renkli toprak	Boşluklu	Pizolitik	Sediment türü
Fe ₂ O ₃	49.71	4.05	68.50	45.30	17.50
TiO ₂	0.14	0.27	0.09	0.04	0.01
K ₂ O	0.42	1.34	0.05	0.27	0.05
SiO ₂	30.75	79.49	15.40	36.20	74.00
Al ₂ O ₃	3.12	7.13	1.70	8.52	4.02
Mineralojik bileşimler	götüt	kuvars	götüt	götüt	kuvars
	hematit	montmorillonit	hematit	kuvars	hematit
	ferrihidrit	kalsit	kuvars	hematit	götüt
	kuvars	illit		gibsit	kaolinit
	illit	opal-CT		kaolinit	smektit
	kaolinit	amorfor madde		maghemit	feldispat
	malakit				
	azurit				
amorfor madde					

Çizelge 6- Büyükbelen lateritlerinin eser element içerikleri (ppm).

Örnekler	Ba	Ce	Co	Cr	Zn	Cu	Y	Ga	Zr	La	Ni	Pb	Rb	Sr
F1	562	30	50	478	40	476	8	10	55	7	26	5	11	22
F2	1199	-	302	1086	199	2868	4	21	37	-	36	-	11	12
F3	168	-	17	85	59	1166	4	1	18	-	25	-	-	15
F4	920	168	1441	735	5963	1994	41	2	28	116	198	3	10	18
F5	649	-	530	1380	291	5875	6	10	24	-	102	3	7	10
F6	678	-	854	796	743	8271	9	14	39	-	105	4	15	16
F7	311	147	335	271	5777	13052	41	-	28	111	143	-	12	18
F8	571	323	673	1490	4878	17994	41	2	30	236	182	-	16	59
F9	921	-	152	2099	139	3936	5	11	25	-	39	-	9	14
F10	1106	-	832	1734	384	7543	11	13	25	-	120	-	13	11
F11	126	-	36	219	77	1221	8	2	17	-	48	1	5	12
F12	127	8	14	390	100	2797	11	10	122	3	57	24	81	28
F13	2346	54	185	1719	184	4236	12	6	43	26	59	-	23	20
F14	947	-	474	2266	814	3932	10	14	28	-	44	-	8	7
F15	561	-	61	657	78	1092	5	10	46	-	8	2	22	23
Ort.	746.3	48.7	397.7	1083	1315	5114.9	15.1	8.4	37.7	33.3	79.5	2.8	16.2	19

Not: Th, hiçbir örnekte belirlenmemiştir.

Çizelge 7- Optik spektrografik yarı kantitatif analiz yönteminde bazı eser elementlerin dedeksiyon limitleri (ppm).

Ga	40	Ge	100	Pb	40	Sr	400	Zr	100
Ag	4	Au	40	Ba	200	Th	1000	La	100
Y	100	Tl	200	Nb	200	Co	40	Zn	1000
Mo	40	Ni	40	Ce	2000	V	100	B	40

maktadır. Örneğin ana kayacı oluşturan kireçtaşları içerisinde ortalama 225 ppm, çörtlere ise, 650 ppm olan Co içeriği, lateritlerde 1082.93 ppm'e; kireçtaşlarında ortalama 26.17 ppm, çörtlere ise 200 ppm olan Cu içeriğinin ise, 5114.27 ppm'e yükseldiği görülmektedir (Çizelge 2 ve 6). Co içerikleri, ultramafik kayaç lateritleri hariç diğer kayaç lateritlerine göre önemli ölçüde yüksek, ultramafik kayaç lateritlerinin ise yarısından biraz fazladır. Ortalama 1082.93 ppm lik Cr içeriği, bazik metamorfik lateritlerinden daha yüksek, ultramafik kayaç lateritlerinden ise çok düşüktür. Ortalama 79.47 ppm lik Ni içeriği, bazalt ve bazik metamorfik lateritlerine göre biraz küçük olmakla birlikte yakın, ultramafik kayaç lateritlerine göre ise önemli ölçüde düşüktür. Ce içerikleri dikkate alındığında, onbeş örnekten sadece altısında Ce belirlenebilmiştir. 8 ile 323 ppm arasında değişen

Ce içerikleri, altı örnek için ortalama 91.25 ppm dir Bu ortalama değer, asidik metamorfite benzerdir. Th, hiçbir örnekte, La ise birçok örnekte belirlenmemiştir. Ortalama 37.67 ppm lik Zr içeriği asidik, bazik ve orta ç bileşimli magmatik kayaç lateritleri ile sedimenter nitelikteki kil, şeyl, kumtaşı birimlerine ait lateritlerin Zr içeriklerinden çok çok düşük; ultramafik kayaç lateritlerinden ise yedi kat da ha fazladır, incelenen lateritlerin TiO₂ içerikleri yüksek olmayıp %0.14 lük ortalama ile ultramafik kayaç lateritlerine yakındır. Aslında bazaltik kayaçlardan kaynaklanan lateritler, ana kayaç konsantrasyonlarıyla çok iyi korele edilen bütün lateritlerin er yüksek Ti ve Cu konsantrasyonları ile karakterize edilmektedirler. Cu içerikleri bazalt lateritlerinden de kat kat yüksek olan örneklerde TiO₂ içeriklerinin düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 4).

Kırmızı renkli toprak numunelerinin ana bileşenlerini çokluk sırasına göre SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O ve P_2O_5 , tali bileşenleri ise, TiO_2 , Na_2O ve MnO oluşturmaktadır. Fe_2O_3 ile Al_2O_3 arasında pozitif bir ilişki, bu elementlerle SiO_2 arasında ise negatif bir ilişki görülmektedir (Çizelge 8). Laterit örneklerine göre daha fazla SiO_2 içeren kırmızı renkli topraklarda, çöرت etkinliğinin daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Hatta karbonat yıkanması nedeniyle söz konusu topraklarda SiO_2 lehine bir zenginleşmeden bahsedilebilir. Çünkü SiO_2 içerikleri çöرتlerden de yüksektir. Ancak çöرتlerde ortalama % 12.05 olan CaO oranı, kırmızı renkli topraklarda % 1.73'e düşmüştür. Ortalama % 7.13 değeriyle, lateritlere göre daha yüksek olan Al_2O_3 içeriği, tane boyu fraksiyonu ile ilişkili olabilir. Schellmann'a (1986) göre, alüminyum öncelikle tane boyu < 63 um fraksiyonunda konsantr olmaktadır.

Kırmızı renkli topraklarda çöرتlere göre Cu elementinin kısmen zenginleştiği, buna karşılık Cr ve Mo'nin fakirleştiği görülür (Çizelge 2 ve 8). Halbuki Cr'un lateritleşme süreçlerinde daima zenginleşme eğiliminde olduğu bilinmektedir. Ancak örnek sayısının az olması nedeniyle, genel eğilimlere uymayan bu konuda yorum yapmaktan kaçınılmıştır.

TARTIŞMA

Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda, incelenen demir kabuk ve etrafında görülen kırmızı renkli toprakların Senoniyen yaşlı, ince-orta tabakalı, çöرت arakatlı pelajik karbonatların üzerinde yer alan bir ayrışma zonunu temsil ettiği anlaşılmıştır.

Makro ve mikro ölçekte belirlenen çok kovuklu, kabuğumsu, konsantrik bantlı, üzüm su ve böbreğimsi cevher yapı ve dokuları, yüzeysel ayrışmaya dayalı kimyasal bir birikim için oldukça tipiktir.

Çizelge 8- Kırmızı renkli toprak numunelerinin esas (%) ve eser element (ppm) içerikleri.

Örnekler	Ç9	Ç10	Ort.
Fe_2O_3	3.60	4.50	4.05
Al_2O_3	5.80	8.45	7.13
SiO_2	82.61	76.36	79.49
TiO_2	0.23	0.30	0.27
Na_2O	0.14	0.13	0.14
K_2O	0.78	1.90	1.34
P_2O_5	0.87	1.50	1.19
CaO	2.11	1.34	1.73
MgO	0.90	1.80	1.35
MnO	0.10	0.10	0.10
A.K	3.05	3.45	3.25
Cr	300	300	300
Cu	200	300	250
Mo	200	70	135
Ni	40	70	55

F_2O_3 : Toplam demir içeriğidir. A.K: 1100 °C de ateş kaybidir.

Götit, hematit, ferrihidrit, kuvars, kalsit, opal-CT, kaolinit, illit, montmorillonit, limonit, malakit ve azurit gibi büyük bir çoğunluğu ikincil minarellerden oluşan cevher parajenezi de bu yüzeysel oluşum şartlarını doğrulamaktadır.

Ayrışma zonunun altında veya yakınında herhangi bir birincil cevher kütlelerinin bulunmaması, buna karşılık cevher içerisinde ana kayaca ait tabaka yapıları henüz bozulmamış kalıntılara sık sık rastlanılması ve alta doğru da tedrici olarak bu kayaçların ayrıışmamış kesimlerine geçilmesi, incelenen cevherlerin oluşumunda lateritik olayların etkili olduğu göstermektedir.

Eklemlerle sistemleriyle kontrol edilen karstik boşlukların oluşumunda ve içerisinde yer alan yarı otokton cevher dolgularının gelişiminde, lateritleşen ana kayacın daha çok karbonat bileşiminde olmasının yanı sıra, yapısal ve morfolojik yönden yüzey sularının süzülmesine müsait bir konumda bulunması da etkin rol oynamıştır.

Lateritleşme sırasında ana kayaç bünyesinde yer alan çört arakatıkları ve pelitik malzemeler ise, karstlaşmanın daha ileri boyutlara ulaşmasını engellemiştir.

Jeokimyasal veriler, cevherin ana kayaca göre Fe_2O_3 yönünden önemli ölçüde zenginleştiğini, SiO_2 ve CaO bakımından ise fakirleştiğini göstermektedir. (Çizelge 2 ve 3). Ana kayaç içerisinde % 40 oranında bulunan CaO, lateritlerde % 0.09 a düşmüştür. Bu çok şiddetli bir karbonat yıkanması nedeniyle ana kayaçta ortaya çıkan kütle kaybına işaret etmektedir. Bu yıkanma ve kütle kaybına rağmen Na_2O , K_2O ve MgO oranlarının ana kayaç ve lateritlerde pek fazla değişmediği dikkati çekmektedir. Muhtemelen ana kayaç bünyesinden serbestleşen bu elementlerin bir kısmı kaolinit, illit ve montmorillonit gibi otijenik kil minerallerinin oluşumuna katılmış, geri kalanı ise taşınmıştır.

Ana kayaç içerisinde toplam % 6.13 oranında Al_2O_3 bulunmasına rağmen oluşan laterit içerisinde Al_2O_3 oranının artmadığı, aksine ana kayaca göre, azaldığı görülür. Dolayısıyla lateritleşme sırasında Al_2O_3 ün önemli bir bölümünün ortamdaki taşındığı

anlaşılmaktadır. Zira aynı şartlarda ana kayaç bileşiminde yer alan % 6.18 oranındaki Fe_2O_3 bileşeni zenginleşerek ortalama % 49.71 tenörlü lateritik demirlerin oluşumunu sağlamıştır.

Norton (1973), alüminyumun pH 5 den 7 ye kadar olan şartlarda en fazla çözünebilir olduğunu göstermiştir. Demir ise sadece düşük pH, düşük Eh veya her ikisinin geçerli olduğu ortamlarda çözünebilir taşınabilmektedir. Silis, daha yüksek pH şartlarında artan bir şekilde çözünebilir. Buna göre, incelenen lateritik demirlerin oluşumu sırasında hafif asidik -nötr ortam şartları altında alüminyumun önemli ölçüde çözünerek taşındığı, lateritler içerisinde belirlenen %3.12 oranındaki alüminyumun ise, bu şartlarda duraylı olabilen kaolinit, illit ve montmorillonit gibi otijenik kil minerallerinin oluşumuna katıldığı anlaşılmaktadır. Ayrıca bir miktar alüminyumun, hematit ve götillerin kafes yapısına girebileceği son zamanlarda yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur (Trolard ve Tardy, 1987). Silis ise, karbonatların çözünmesi sonucunda artan pH şartlarında çözünerek taşınmıştır. Bütün bu veriler, lateritleşme sırasında hafif asidik-nötr ve bazik ortam şartlarının daha etkin olduğunu gösterir. Ana kayaçtan demirin serbestleşmesi ve çözeltiyi geçerek taşınması, götüt ve hematitlerin kimyasal koroziona uğrayarak çözünmesi ise, ortam şartlarının özellikle yağışlı dönemlerin başlangıcında asidik ve indirgen nitelikte olduğunu, ilerleyen zaman içerisinde de karbonatların çözünmesiyle birlikte hafif asidik-nötr ve bazik şartlara doğru kaydığını göstermektedir.

İncelenen lateritler, nispeten yüksek Cu, Cr, Co, Zn, Ba ve Ni; düşük Ce, La, Th ve Zr içerikleri ile dolaylı yönden okyanusal kabuk jeokimyasının etkinliklerini de yansıtmaktadır. Ancak, yüksek SiO_2 ve düşük Al_2O_3 içerikleri, sözkonusu lateritlerin jeokimyasal özelliklerinin oluşumunda çört arakatlı karbonatların ağırlığı açıkça göstermektedir. Zira ultrabazik kayaçlardan türeyen lateritlerde SiO_2 içeriği ortalama (% 3.03); bazik kayaçlardan türeyen lateritlerde ise Al_2O_3 içeriği (% 24.6) dir (Çizelge -1). Bu verilere göre, Büyükbelen lateritleri, yüksek SiO_2 içeriği (% 30.75) ile ultrabazik kayaç; düşük Al_2O_3

içeriği (% 3.12) ile de bazik kayaç lateritlerine benzemektedir. Ayrıca düşük Al_2O_3 içeriği, kil-şeyli türü bir ana kayaç lateriti (% 26.9 Al_2O_3) ile de uyuzmaz. Dolayısıyla söz konusu lateritler, esas ve eser element içeriği yönünden hiçbir ana kayaç grubuna tam olarak benzememekte, kendine özgü jeokimyasal karakterler sunmaktadır.

Yüksek SiO_2 içeriği, lateritleşme sırasında ana kayaca ait karbonat kesimlerin süratle çözünerek taşınabilmelerine karşın, çörtlerin ayrışma-çözünme ve taşınma süreçlerinin daha yavaş ilerlemesi sonucunda, lateritik kütle içerisinde çört oranının artmasıyla ilgilidir.

İncelenen lateritlerin jeokimyasal özelliklerinin yukarıda sözü edilen okyanusal kabuk jeokimyası yönündeki eğilimi, serpantin ve diyabazlarla yanal ve düşey geçişli olarak çökelen Çavdaruşağı olistostromuna ait Gireniz üyesi içerisindeki çört arakatlı pelajik karbonatların yer yer ofiyolitik kayaç kırıntılarını kapsamasından kaynaklanabileceği gibi, doğrudan doğruya ana kayacın çökme ortamıyla ilişkili olan ve okyanusal kabuk jeokimyasını yansıtan eser elementler açısından bir zenginleşmeyi de gösterebilir. Zira ana kayacın karbonatlı ve özellikle de çörtü kesimlerinde Cr, Cu ve Mo içeriklerinin önemli ölçüde yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Maynard ve Okita (1991) tarafından okyanusal bir ortamda çökelmiş olan ve sedimanter kökenli barit cevherlerini kapsayan derin deniz sedimentleri ve çörtlerinde tespit edilen nispeten yüksek Co, Ni ve Cu içerikleri bu yönde yorumlanmıştır, inceleme alanında ana kayacın ofiyolitik kayaçlarla yakın ilişkisi, söz konusu ihtimali daha da kuvvetlendirmektedir. Bu durumda sedimentlerin içerisinde çökelmiş sivi faz, okyanusal kabuk jeokimyasını yansıtan metalik eser elementler ve Ba bakımından zenginleşmiş olabilir. Bu sırada kimyasal sedimantasyon süreçleriyle çökelmekte olan çört arakatlı pelajik karbonatlar da bu eser elementler açısından zenginleşmiş olabilirler. Lateritleşme prosesleriyle birlikte daha da zenginleşecek olan söz konusu elementlerin, incelenen lateritler içerisindeki yüksek konsantrasyonlara ulaşmaları olasıdır.

SONUÇ

-150.000 ton rezerve sahip olan (Önder, 1978) Büyükbelen lateritlerinin türediği çört arakatlı pelajik karbonatlar Senoniyen yaşlı Çavdaruşağı olistostromu içerisinde, bu birim de Aladağ ofiyolitik dizisi (Tekeli ve Erler, 1980) kapsamında yer almaktadır. İnceleme alanının hemen yakın çevresinde Aladağ ofiyolitik dizisi üzerine, Miyosen yaşlı Zebil formasyonunun (Ulakoğlu, 1984) transgresif olarak geldiği görülür. Topoğrafik konumuna göre çalışma alanı da bu transgresyonun etkisinde kalmış olmalıdır. Tersiyer'den itibaren bölgede etkili olmaya başlayan epirojenik hareketlerle birlikte inceleme alanı ve yakın çevresi, Miyosen'deki denizel transgresyondan sonra tekrar karasal ortam şartlarına geçmiştir. Bu erozyon sürecinde Zamantı Irmağı boyunca derin bir şekilde aşınan çalışma alanında, -600 m lik Miyosen yaşlı örtünün altından Gireniz üyesine ait çört arakatlı pelajik karbonatlar yüzeylere atmosferik şartlara açılmıştır. Bu dönemde lateritleşme açısından uygun yapısal ve morfolojik bir konumda bulunan Büyükbelen mevkiinde lateritik ve kısmen de karstik proseslerin birlikte etkimesi sonucunda çört arakatlı pelajik karbonatların ayrışmasıyla başlayan otokton lateritik demir oluşumları günümüze kadar devam etmiştir. Blumenthal (1952) tarafından da "siderolit" olarak tanımlanan söz konusu cevherlerin aynı karbonatlı birimlerden türediği vurgulanmaktadır.

Cevher oluşumunda ana kayacı oluşturan erişilebilir nitelikteki karbonat kayaçların yanı sıra, bu kayaçları çeşitli yönlerde katederek özellikle Büyükbelen antiklinalinin eksen bölgesinde nispeten kırıklı bir yapı oluşturan eklem sistemleri, hafif engebeli düze yakın bir morfoloji, ana kayaç bünyesinde yer alan toplam ~% 6 oranındaki Fe içeriği ve tropikal iklim şartları önemli rol oynamıştır.

Karbonatlı zengin ana kayaç kütlesi, şiddetli karbonat ve silis yıkanması sonucunda bir taraftan lateritleşirken bir taraftan da iç karstlaşmalara uğrayarak bir Önceki döneme ait lateritik ürünlerin bir kısmının yeniden işlenmesi ve depolanması sonucunda ortaya çıkan karstik cevherlerin oluşumuna imkân sağlamıştır.

Ana cevher kütleleri etrafında görülen kırmızı renkli topraklar ise, muhtemelen lateritik demir kabuğun aşınmasından sonra ortaya çıkan yeni bir ayrışma yüzeyini, ya da drenaj ağının yeterli olmadığı çörtçe zengin pelitik kesimlerdeki yavaş gelişen lateritleşmeyi simgelemektedir.

KATKI BELİRTME

Yazarlar, makalenin yazımı sırasında çeşitli konularda yaptığı eleştirileriyle katkıda bulunan, Sayın Doç. Dr. Muazzez Çelik'e teşekkürlerini sunmaktadırlar.

Yayma verildiği tarih 28 Temmuz 1997

DEĞİNİLEN BELGELER

- Abdüsselamoğlu. Ş., 1958, Yukarı Seyhan bölgesinde Doğu Toroslar'ın jeolojik etüdü; MTA Rap., 2668 (yayımlanmamış), Ankara.
- Aleva, G.J.J., 1981. Bauxitic and other duricrusts on the Guiana Shield, South America: Proc. First international seminar on lateritization processes (Trivandrum), Oxford and IBH publishing Co., New Delhi, 261-268.
- Arıkan. Y.. 1968, Mansurlu demir zuhurları (Feke-Yahyalı, Adana-Kayseri): MTA Rap., 410 (yayımlanmamış), Ankara.
- Ayhan, A. ve Lengeranlı, Y., 1986, Yahyalı-Demirkazık (Aladağlar yöresi) arasının tektonostratigrafik özellikleri: TMMOB Jeoloji Müh. Odası Derg., 27. 31-45.
- , Küpeli. Ş. ve Amstutz. G.C., 1992. Pyrite occurrences next to the Attepe iron deposits, Feke-Adana, Turkey: MTA Derg., 114, 65-74.
- Blumenthal, M.M.. 1939. Karakızoluğu tepesindeki (Faraş mıntıkası) cevher zuhuratu: MTA Rap., 1064 (yayımlanmamış). Ankara.
- . 1952. Toroslarda yüksek Aladağ silsilesinin coğrafyası, stratigrafisi ve tektoniği hakkında yeni etütler: MTA Rap.. 6 (yayımlanmamış), Ankara.
- Menden, i. ve önder, E., 1980, Attepe (Mansurlu) demir madeninin jeolojisi: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 23, 1, 153-163.
- Küpeli, Ş., 1986. Attepe (Mansurlu-Feke) yöresinin demir yataktan: Yüksek Lisans Tezi. S.Ü. Fen Bilimleri Enst., 111 s., (yayımlanmamış), Konya.
- , 1991, Attepe (Mansurlu-Feke) yöresi demir yataklarının jeolojik petrografik ve genetik incelemesi: Doktora tezi, S.Ü. Fen Bilimleri Enst., 227 s.. (yayımlanmamış), Konya.
- . 1993, Attepe (Mansurlu-Feke-Adana) yöresi demir yataklarının genetik incelemesi: 46. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri özleri, 22-23.
- Lucius, M., 1927, Anlitoros silsilesinde, Zamanti suyu ile Göksu arasında Faraşa demir madeni zuhurunda yapılan jeolojik taharriyat hakkında rapor; MTA Rap.. 421 (yayımlanmamış), Ankara.
- Maynard, J.B. ve Okita, P.M.. 1991, Bedded barite deposits in the United States. Canada. Germany and China: Two majör types based on tectonic setting; Econ. Geol.,86, 364-376.
- Milnes, A.R., Bourman, R.P. ve Fitzpatrick, R.W., 1987, Petrology and mineralogy of 'laterites'in southern and eastren Australia and Southern Africa: Chemical geology, 60, 237-550.
- Norton, S.A.. 1973. Laterite and bauxite formation: Econ Geol., 68, 353-361.
- Önder, E., 1978, Kayseri-Yahyalı-Faraşa Asilik demir ma deni jeolojisi: MTA Rap.. 1656 (yayımlanmamış) Ankara.
- Öncel, S., 1989, Sazak-Karaköy-Delialıuşağı (Yahyalı Kayseri) köyleri arasının jeolojisi ve maden yatakları: Yüksek Lisans Tezi, S.Ü. Fen Bilimleri Enst. 89 s., (yayımlanmamış). Konya.
- Özgül, N., 1976, Toroslar'ın bazı temel jeoloji özellikleri Türkiye Jeol. Kur. Bült., 19, 1, 65-78.
- Schellmann, W., 1983. A new defination of laterite: Natural resources and development, 18. 1-7.
- , 1986, On the geochemistry of laterites: Chem Erde, 45, 39-52.
- Tekeli, O.. 1980, Toroslarda Aladağların yapısal evrimi Türkiye Jeol. Kur. Bült. 23. 11-14.
- , ve Erler, A., 1980, Aladağ ofiyolit dizisindeki diyabaz dayklarının kökeni; Türkiye Jeol. Kur

Bült., 23, 1, 15-20.

Trolard, F. ve Tardy, Y., 1987, The Stabilities of gibbsite, boehmite, aluminous goethites and aluminous hematites m bauxites. ferricretes and laterites as function of water activitiy, temperature and partiele size: Geochim. Cosmoc. Acta, 51, 945-957.

Ulakoğlu, S., 1984, Aladađlarda Yahyalı (Kayseri) bölgesinin jeolojisi: i.Ü. Müh. Fak. Yerbilimleri Derg.. 1. 31-41

Ünlü, T. ve Stendall, H.. 1986, Divriđi bölgesi demir yataklarının element korelasyonu ve jeokimyası (Orta Anadolu-Türkiye): TMMOB Jeol. Müh. Bült., 28, 5-19.
