



## Çatmakaya (Seydişehir-Konya) boksit yatağının jeolojik ve petrografik özellikleri

### *Geological and petrographical features of the Çatmakaya (Seydişehir-Konya) bauxite deposit*

**M. Muzaffer KARADAĞ, Sedat TEMUR, Fetullah ARIK, Alican ÖZTÜRK**

Selçuk Üniversitesi, Mühendislik - Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, KONYA

#### ÖZ

Seydişehir'in 30 km güneyindeki Çatmakaya (Arvana) Köyü'nün 500 m batısında bulunan inceleme alanındaki boksitlerin tabanında Üst Kretase (Senomaniyen) yaşlı karbonatlı kayalardan oluşan Katrangediği formasyonu bulunmaktadır. Bu birimin üst kesimindeki karstik çukurluklarda birikmiş olan boksitlerin üzerinde, Üst Kretase (Senoniyen – Maestrihtiyen) yaşlı karbonatlı kayalardan oluşan Doğankuzu formasyonu bulunmaktadır. Bu birimler, Paleosen yaşlı Yarpuz formasyonu, Eosen yaşlı Ağaçtepesi formasyonu ve yöreye naplaşma hareketleri ile gelen Bozkır birliğine ait kayalar (Bozkır karmaşığı) tarafından örtülmektedir. Boksit yatağının yüzeylediği alan uzun eksenini 200 m, kısa eksenini ise 50 m olan KD-GB uzanımlı bir merceğe benzemektedir. Boksitin içinde bulunduğu paleo-çukurluğun en derin yeri 10 m olup, yatağın ortalama kalınlığı 3 m civarındadır. Çatmakaya boksitleri "böhmitik" tipte olup, yatakta böhmitin yanı sıra, çok az miktarlarda diyaspore, kaolinit, hematit, götit, limonit, pirit, markazit, anataz, rutil, kuvars, tridimit, kalsit ve ayrıca çatlakların içinde mangan minerallerinden proluzit ve psilomelan bulunmaktadır. Bu mineralojik bileşime göre Çatmakaya boksit yatağı; Seydişehir bölgesindeki diğer yataklardan çok büyük bir fark göstermemektedir. Yatakta masif, oolitik – pisolitik, killi, demirli ve breşik olmak üzere beş tip cevher ayırt edilmiştir. Masif ve oolitik - pisolitik cevher yatağın bütününde yaygın olarak gözlenmektedir. Oolitik ve pisolitik cevher yatağın ana bileşenini oluşturmaktadır. Breşik cevher; yatağın hem altında, hem üstünde kireçtaşlarının sınırında yaygın olarak gözlenirken, demirli ve killi boksitler yatağın alt kesimlerinde yoğunlaşmıştır. Yatakta böhmitin yaygın olarak bulunması; ortam sıcaklığının 155° C'nin üzerinde, piritin varlığı ortamın Eh'inin -0.3'ün altında, hematit, götit ve psilomelanın varlığı ise pH'nin 7'nin üstünde olduğunu göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Boksit, böhmit, Çatmakaya, karst, Seydişehir.

#### ABSTRACT

*The upper Cretaceous Katrangediği formation comprising carbonaceous rock occurs at the base of the bauxite in the study area, which is located 30 km to the south of Seydişehir and 500 m to the west of the Çatmakaya village. The Upper Cretaceous (Senonian - Maestrichtian) Doğankuzu formation lies on the bauxite deposited in the karstic openings at the upper part of the Katrangediği formation. These units are overlain disconformably by the Paleocene Yarpuz formation, the Eocene Ağaçtepesi formation, and rocks of the Bozkır Unit (Bozkır melange) replaced to the study area by napping. The Çatmakaya bauxite deposit has a lens shape with 50 to 200 m in dimension aligned to NE-SW. The deepest part of the paleo-sinkhole, in which ore was deposited is 10 m and the average thickness of ore deposit is about 3 m. The Çatmakaya bauxite is boehmitic. Besides boehmite, the one involves little amount of kaolinite, diaspore, hematite, goethite, limonite, pyrite, marcasite, anatase, rutile, quartz, tridymite and calcite in the ore deposit. According to this mineralogical composition, the Çatmakaya bauxite ore does not show important differences from other ore deposits around Seydişehir. Five types of mineralization were identified in the studied ore deposits. These are massive, oolitic – pisolitic, clayey, iron-bearing and brecciated bauxites. Oolitic – pisolitic mineralization occurs everywhere in the ore deposit. Brecciated mineralization are commonly observed near the limestones above and below the ore deposit, while iron-bearing and clayey bauxites intensified at the lower part of the ore deposits. The common presence of boehmite in the ore deposit indicates that the temperature of the environment was over 155°C. The presence of pyrite points the hematite suggests that Eh of the environment was below -0.3 and goethite and psilomelan points that the pH of the environment was higher than 7, respectively.*

**Key words:** Bauxite, boehmite, Çatmakaya, karst, Seydişehir.

## GİRİŞ

Çatmakaya yatağı, Seydişehir (Konya) İlçesi'nin 30 km güneyinde Çatmakaya (Arvana) Köyü'nün 500 m batısında ve Suğla Gölü'nün hemen güneyindeki 1130 m rakımlı tepe civarında yer almaktadır (Şekil 1). Bu çalışmanın amacı, Çatmakaya yöresindeki boksit yatağının jeolojik ve petrografik özelliklerinin araştırılmasıdır. Arazi çalışmaları sırasında, daha önce yapılan araştırmalardan da yararlanılarak (Orhon ve Tepebaşı, 1976; Orhon vd., 1977), farklı litolojik özelliklere sahip formasyonların sınırları, tektonik yapılar ve boksit yataklarının sınırları çizilmiştir. Yöredeki kireçtaşı, terra-rosa ve boksitlerden örnekleme yapılmıştır. Alınan örnekler üzerinde yapılan incekesit, parlatma kesiti, XRD (X ışınları kırınım), AAS (Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrisi) ve kimyasal analizlerle yan kayaç ve boksitin mineralojik ve petrografik özellikleri incelenmiştir.

Orta Toros kuşağında yer alan boksitlerle ilgili olarak ilk çalışmalar Ziegler (1939), Kovenko (1946), Blumenthal ve Göksu (1949), Weisse (1956) ve Wippert (1962, 1965) tarafından yürütülmüştür. Bu araştırmalarda bölgede özellikle Akseki – Seydişehir kuşağında oldukça bol miktarda boksit yatağı ve zuhurunun bulunduğu belirlenmiş, ancak bunların ayrıtısına inilmemiştir. Yöredeki boksit yataklarının jeolojik, petrografik ve kökensel özellikleriyle ilgili çalışmalar Orhon ve Tepebaşı (1976), Atabey (1976), Bayсал ve Engin (1976), Orhon vd. (1977), Özlü (1978), Lauber (1980) ve Karadağ (1987, 1996) tarafından yapılmıştır.

## GENEL JEOLJİ

### Stratigrafi

Çatmakaya boksit yatağı ve çevresinde bulunan en yaşlı birimler, Bozkır Birliği'ne ait Üst Kretase yaşlı ofiyolitik kayaçlardır. Otokton serinin en yaşlı kayacı ise, Üst Kretase (Senomaniyen) yaşlı karbonatlı kayaçlardan oluşan Katrangediği formasyonudur. Bu birimin üst kesimindeki karstik bir çukurluk içinde birikmiş olan boksit oluşumları yine Üst Kretase (Senoniyen - Maestrihtiyen) yaşlı karbonatlı kayaçlardan oluşan Doğanlı formasyonu tarafından örtülmektedir. Doğanlı formasyonu başlıca karbonatlı kayaçlardan oluşan Yarpuz formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülürken, Yarpuz formasyonu

ise dereceli olarak derin denizel karakterli Ağaçtepesi formasyonuna geçiş göstermektedir. Yöreye naplaşma hareketleri ile gelen Bozkır birliğine ait kayaçların yerleşim yaşı, Geç Eosen'den sonradır (Şekil 1 ve 2).

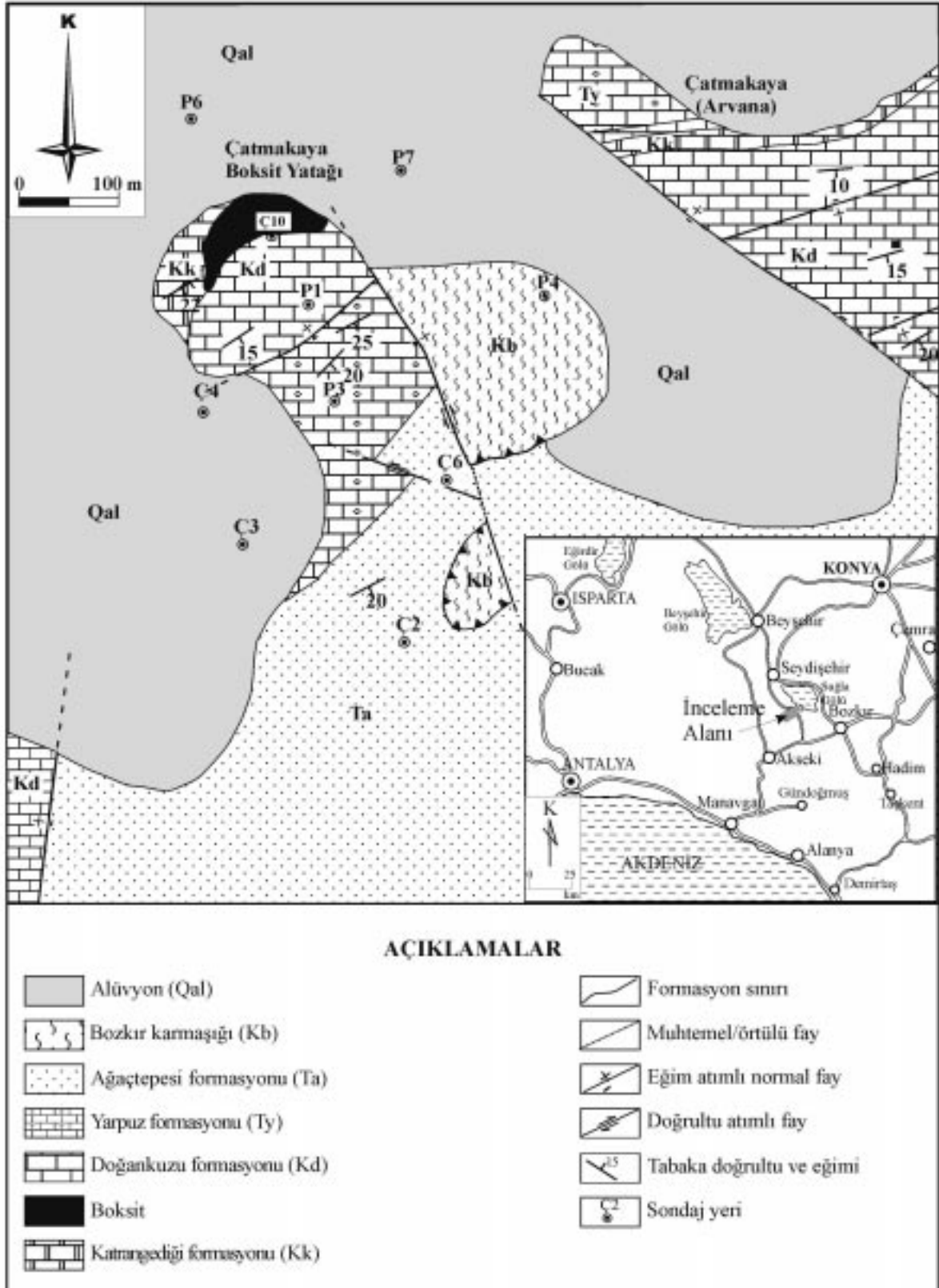
### Katrangediği formasyonu

Katrangediği formasyonu orta – kalın tabakalı, bol fosilli ve karstik yüzey şekilleri gösteren kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Blumenthal (1947, 1949) tarafından "Üst Kretase komprehensif serisi" içinde ele alınan birim, Monod (1967) tarafından da "Akseki Serisi"ne ait karbonatlı kayaçlar olarak tanımlanmıştır. Formasyon, ilk kez Karadağ (1987) tarafından Seydişehir güneyindeki Katrangediği Tepe civarındaki yüzeylemelerine göre adlanmış olup, inceleme alanında tipik olarak Çatmakaya Köyü'nün kuzeyinde yüzeylenmektedir.

Katrangediği formasyonuna ait kireçtaşlarında dolin, lapy, düden ve mağaralarla temsil edilen karstik şekiller sıkça gelişmiştir. Sivri ve keskin kenarlı lapyalar karakteristiktir. Oldukça ince kristalli olan birimde tabaka kalınlıkları 20 - 100 cm arasında değişmektedir. Tabakalanmaya dik yönde gelişmiş bir çok diyagonal eklem sistemi mevcuttur. İnce çatlakların birçoğu ikincil kalsit, demir oksit ve kil dolguludur. Tabakalanmaya dik ve paralel yönde gelişen bu yoğun eklem sistemi nedeniyle kayaç bloklu bir görünüm arz etmektedir. Bu çatlakların büyük bir çoğunluğu boksit çökmesinden önce oluşmuştur. Boksitli seviyelerin hemen altında görülen açık pembe – bej kireçtaşlarının çatlakları da boksit, kil ve demir oksit tarafından doldurulmuştur.

Gerçekleştirilen petrografik incelemelere göre bu birime ait kayaçlar, çoğunlukla mikritik kireçtaşlarıdır. Biyojenik oygu izleri oldukça fazla olup, yer yer dismikrit özelliği göstermektedir. Kayaçta yer yer ikincil kalsit damarları bulunmaktadır. XRD incelemelerinde bu formasyona ait kayaçların büyük oranda kalsitten oluştuğu belirlenmiştir.

Katrangediği formasyonunun alt sınırı inceleme alanında görülememekle birlikte, Karadağ (1987) tarafından Dogger yaşlı kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarından oluşan İçerikli formasyonu üzerine uyumsuzlukla geldiği belirtilmektedir. Çatmakaya boksit yatağı, bu birimin



Şekil 1. İnceleme alanının jeoloji ve yerbuldu haritaları.  
Figure 1. Geological and location maps of the study area.

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	KALINLIK (-m)	SİMGELER	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	FOSİLLER
SENOZOYİK	KUVATERNER		ALÜVYON	0-15	Qal		Tutturulmamış çakıl, kum, silt, kil.	
			BOZKIR KARMAŞIĞI				Karbonatlı kayaç blokları	UYUMSUZLUK
	TERSEYER	EOSEN	AĞAÇTEPESİ FORMASYONU	50-80	Ta		Kilitaşı, çamurtaşı, silttaşı, kumtaşı	TEKTONİK DOKANAK
		PALEOSEN	YARPUZ FORMASYONU	80-100	Ty		Yumruklu görünümli beyaz renkli masif kireçtaşı	Bol nümmülitesli
MESOZOYİK	ÜST KRETASE	MAESTRİHTİYEN	DOĞANKUZU FORMASYONU	>100	Kd		Beyaz, gri, açık yeşil, kahvemsı sarı renkli, yer yer çörtlü bol fosilli kireçtaşı	UYUMSUZLUK Cuneolina sp., Rudist Discorbides, Rudist Cuneolina pavonia Rudist, Miliolidae, Discorbides Miliolidae, Gastropoda, Discorbides Discorbides, Ostracoda, Gastropoda
			SENONİYEN	BOKSİT	3-10	Bs		Alt kesimlerinde breşik seviyeler içeren koyu kırmızı, bordo boksit
	SENONİYEN		KATRANGEDİĞİ FORMASYONU	>150	Kk		Bej, gri renkli kalın tabakalı bol miktarda karstik boşluklar içeren kireçtaşı	UYUMSUZLUK Nezzazata sp. Cuneolina sp., Discyclina sp.

Şekil 2. İnceleme alanında yüzeyleyen birimlerin tektono-stratigrafik dikme kesiti (ölçeksiz).

Figure 2. Tectono-stratigraphic column section of the units cropped out in the study area (not-to-scale).

üzerinde gelişen karstik bir boşluk içinde bulunmaktadır. Boksitin oluşmadığı yerlerde birimin üzerine uyumsuzlukla gelen Doğankuzu formasyonu, Katrangediği formasyonundan oldukça zor ayırt edilebilmektedir. Birimin görünür kalınlığı 100 – 150 m arasında değişmektedir (Karadağ, 1987).

Katrangediği formasyonu, yakın bölgelerdeki karbonatlı kayaçlarla yapılan deneştirmelere göre Geç Kretase'de oluşmuş olup, bu birime ait kayaçlarda yapılan mikropaleontolojik çalışmalarda *Cuneolina sp.*, *Nezzazata sp.*, *Discyclina sp.*, *Valvulammina sp.*, *Miliolidae*, ve *Ophtalmidium sp.* fosilleri bulunmuştur (Karadağ, 1987). Pale-

ontolojik verilere göre, Katrangediği formasyonunun yaşı Üst Kretase (Senomaniyen)'dir.

Katrangediği formasyonu, inceleme alanının da içinde bulunduğu Toros kuşağında oldukça geniş ve değişik alanlarda gözlenmektedir. Birim; litofasiyes, fosil içeriği, yaş ve oluşum ortamı bakımından Hadim - Seydişehir arasında Geyikdağı birliğine ait "rudistli kireçtaşları" ile (Özgül, 1976), komprehensif seriye ait "hippuritesli kireçtaşları" (Blumenthal, 1947), Akseki – Seydişehir bölgesinde yüzeyleyen "Çamlık kalkerleri" (Monod, 1977) ile deneştirilebilir özelliktedir.

### Doğankuzu formasyonu

Doğankuzu formasyonu; altta kalın tabakalı ve bu tabakaları kesen dik çatlaklar sebebiyle bloklu bir görünüm arzeden bol fosilli kireçtaşları ve üstte daha masif görümlü bej, grimsi bej ve açık gri kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Formasyon, ilk kez Karadağ (1987) tarafından tipik olarak gözleendiği Doğankuzu boksit yatağı çevresindeki yüzeylemeleri dikkate alınarak "Doğankuzu formasyonu" olarak adlanmıştır. İnceleme alanında Çatmakaya boksit yatağının üst kesimlerinde tipik olarak izlenmektedir.

Doğankuzu formasyonunun alt kesimlerinde ve hemen boksitli seviyenin üzerinde oldukça kalın (3-5 m) tabakalı kireçtaşı seviyesi bulunmaktadır. Bu seviyede tabakalanmaya dik yönde gelişmiş çok yoğun bir çatlak sistemi mevcuttur. Çatlaklar boyunca gerçekleşen kimyasal ayrışma nedeniyle kireçtaşları bloklu bir görünüm kazanmış olup, oldukça bol miktarda dolin, lapyra, düden ve mağara gibi karstik oluşumlar içermektedir. Kayaçlar açık gri yer yer grimsi bej renkli, mikrokristalin dokulu ve büyük bir çoğunluğu da sparitik bileşimlidir. Boksite yakın kesimler (boksitle) boyanma nedeniyle pembemsi bir renk almıştır. Bu seviyenin toplam kalınlığı 60 - 80 m arasında değişmektedir.

Formasyonun orta kesimlerinde kalınlığı 0.5 - 10 m arasında değişen breşik bir seviye yer almaktadır. Kireçtaşlarının dış etkenlerle yerinde (in-situ) parçalanması ile oluşan bu breşlerin tamamına yakın bir bölümü tek bileşenli olup, boksit yer yer de killi bir malzeme ile çimentolanmışlardır. Breşi oluşturan tanelerin dış kesimlerde görülen alterasyonlar içeri doğru azalmakta ve

merkezde anakayacın tüm özellikleri gözlenebilmektedir.

Birimin üst kesimlerinde bulunan koyu gri kireçtaşları içerisinde yer yer açık renkli killi kireçtaşları ve ince batlar halinde dolomitik kireçtaşları gözlenmektedir. Tabaka kalınlıkları 3-10 cm arasında değişen kireçtaşları, mikrokristalin dokulu, yer yer dismikritlerden oluşmuş biyomikritik kireçtaşı özelliğindedir. Bunlarda yapılan X - ışınları kırınım (XRD) analizlerinde bir çok örneğin hakim bileşeninin kalsit olduğu belirlenmiştir. Ancak, yer yer az miktarda dolomit kalsite eşlik etmektedir.

Formasyon, inceleme alanında Çatmakaya yatağının güney ve Çatmakaya Köyü'nün kuzeyinde yayılım sunmakta olup, saha gözlemleri, içermiş olduğu fosil toplulukları ve petrografik veriler, bu formasyonun Üst Kretase (Senomaniyen) yaşlı Katrangediği formasyonu üzerine uyumsuzlukla geldiğini göstermektedir. Paleontolojik çalışmalarda *Hemicyclamina sp.*, *Dicyclina sp.*, *Nezzazata simplex*, *Cuneolina sp.*, *Valvulammina sp.*, *Chrysalidina gradata*, *Miliolides*, *Discorbides*, *Microcodium sp.*, *Thaumatoporella*, rudist, hippurit ve ostrakod fosilleri bulunmuştur (Karadağ, 1987). Buna göre formasyonun yaşı Üst Kretase (Senoniyen – Maestrihtiyen) olmalıdır. Kalınlığı inceleme alanında tam olarak ölçülememiştir. Ancak, Karadağ (1987) tarafından Seydişehir civarındaki yüzlemlerinde birimin toplam kalınlığının 160-180 m civarında olabileceği belirtilmektedir.

Fosil içeriği ve litolojik özelliklerine göre sığ litoral bir havzada çökelen Doğankuzu formasyonu, Orta Toros kuşağında bulunan Üst Kretase yaşlı karbonatlı kayaçlarla litolojik, petrografik ve oluşum ortamı bakımından deneştirilebilir özelliktedir.

### Yarpuz formasyonu

Yarpuz formasyonu genellikle koyu gri, oldukça kırılğan, ince – orta tabakalı kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Birim ilk kez Karadağ (1987) tarafından adlandırılmıştır. İnceleme alanında Çatmakaya Yatağı'nın hemen güneyinde Doğankuzu formasyonunun üzerinde tipik olarak gözlenen birim, Üst Kretase yaşlı Doğankuzu formasyonunun üzerinde uyumsuzlukla bulunmaktadır. Üzerine ise, Eosen yaşlı Ağaçtepesi formasyonu uyumlu olarak gelmektedir.

### Ağaçtepesi formasyonu

Ağaçtepesi formasyonu, ince tabakalı pembe kireçtaşı, kumtaşı, silttaşı, marn ve konglomeralardan oluşmaktadır. Bulumenthal (1949) tarafından "fliş" olarak adlandırılan birim, ilk kez Karadağ (1987) tarafından Seydişehir – Akseki yolu üzerinde yer alan Ağaçtepesi civarındaki yüzeylemeleri dikkate alınarak adlandırılmıştır. Çatmakaya yatağı ve Çatmakaya Köyü'nün güneyinde oldukça geniş alanlarda yüzeylen bu formasyon Üst Paleosen - Alt Eosen yaşlı Yarpuz formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmektedir. İstifin üstünde ise, Bozkır karmaşığı tektonik bir dokanakla bulunmaktadır.

### Bozkır karmaşığı

Bozkır karmaşığı; başlıca koyu gri, yeşilimsi gri ve yeşil diyabaz/dolerit, serpantinitle derin denizel çökeltiler olan kırmızı renkli radyolarit ve çörtlerle temsil edilmektedir. Blumenthal (1947, 1949) ve Monod (1967) tarafından Hadim Napı, Özgül (1976) tarafından Bozkır Birliği ve Özçelik (1984) tarafından Bozkır alloktonu olarak tanımlanan birim içinde Bozkır Birliği'ne ait ofiyolitik kayalar bulunduğu için bu çalışmada "Bozkır karmaşığı" adlanması kullanılmıştır. Çatmakaya

ya yatağının hemen güneyinde yüzeyleyen birim yöreye Eosen'den sonra gerçekleşen tektonik hareketlerle yerleşmiştir.

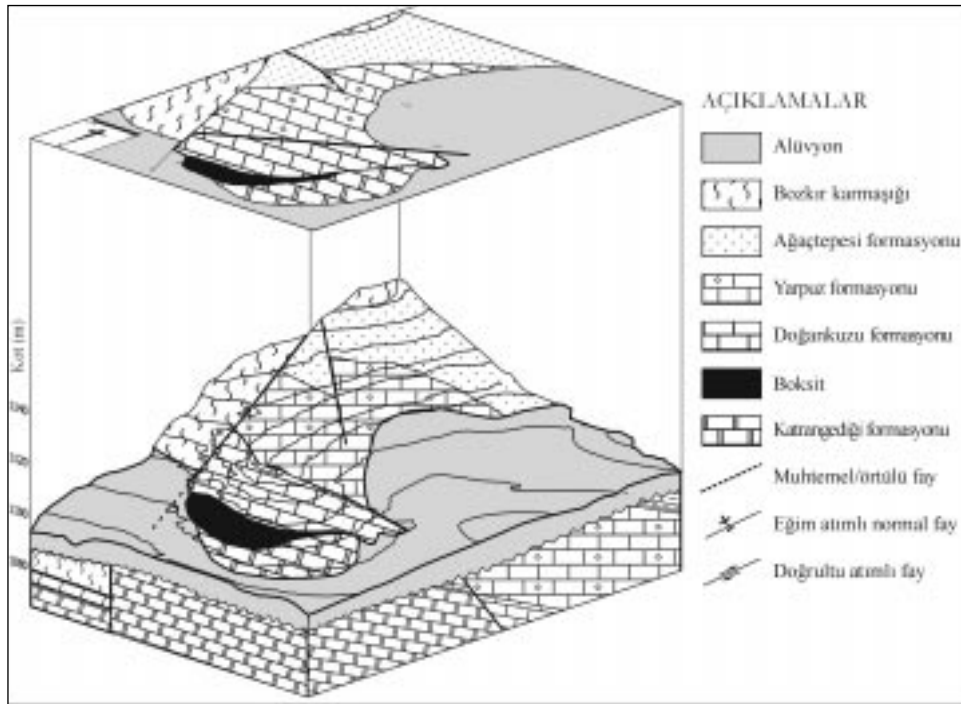
### Alüvyon

Bu birim, kırmızı, kahve, bej, sarımsı bej kil, kum, çakıl ve blok boyutunda tutturulmamış çökeltilerden oluşmaktadır. İnceleme alanının kuzey kesimi tamamen alüvyonlarla kaplıdır.

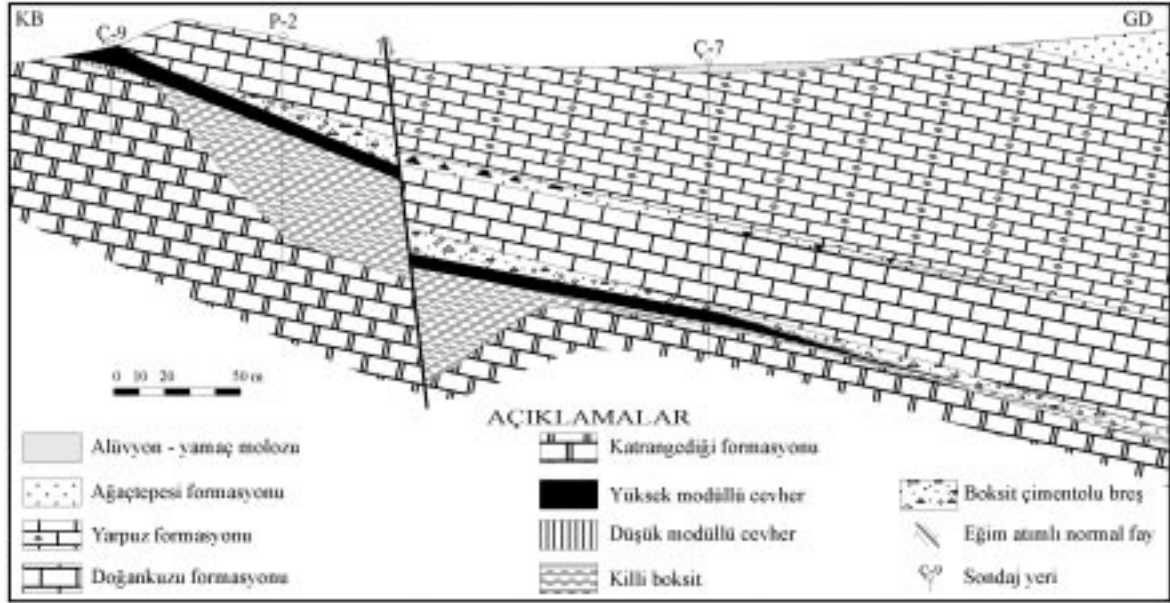
### BOKSİT YATAĞI

#### Yayılm ve Konum

Çatmakaya boksit yatağı, Seydişehir bölgesi boksitleri içinde bulunmaktadır. Bölgede boksit arama çalışmaları 1940'lı yıllarda MTA tarafından başlatılmıştır (Arni, 1940; Kovenko, 1946; Göksu, 1953). Çatmakaya yatağı, cevher modülünün ( $Al_2O_3/SiO_2$ ) diğer yataklara göre oldukça yüksek olması açısından önem taşımaktadır. Yöredeki diğer yataklar gibi, bu yatak da Üst Kretase yaşlı Katrangediği formasyonunun tavanında gözlenen uyumsuzluk yüzeyinde (paleo-çukurluklar) içerisinde yer almaktadır (Şekil 3 ve 4).



Şekil 3.Çatmakaya boksit yatağının blok diyagramı.  
Figure 3. Block diagram of the Çatmakaya bauxite deposit.



Sekil 4.Çatmakaya boksit yatağının jeolojik kesiti (Karadağ, 1987).

Figure 4. Geological cross section of Çatmakaya bauxite deposit (Karadağ, 1987).

### Cevher Geometrisi

Çatmakaya boksit yatağı; uzun eksenini 200 m, kısa eksenini ise 50 m olan, KD-GB uzanımlı bir merceğe benzemektedir. Yatak, güneydoğuya doğru yaklaşık 20° eğimle 450 m kadar devam etmektedir. İçinde bulunduğu karstik çöküntünün morfolojisine uygun olarak yerleşmiş olan boksit kütesinin kalınlığı en fazla 10 m olup, ortalama 3 m civarındadır.

Masif boksitli seviye altta ve üstte iki breşik seviye arasında bulunmaktadır. Altta bulunan breşik seviye yer yer 30 m kalınlıkta olmasına rağmen, düzenli bir yayılım göstermemektedir. Bu seviyenin üzerinde yer alan killi boksit seviyesi en fazla 3 m kalınlığında olup, yatağın her yerinde izlenmemektedir. Üstteki breşik seviye ise, en fazla 10 m kalınlığa sahiptir. Yatak doğuda KB-GD doğrultulu sol yönlü doğrultu atımlı bir fayla sınırlanmaktadır. 1130 m rakımlı tepenin hemen güneyinde yaklaşık D-B doğrultulu diğer bir fay ise, yatağı kesmiş ve cevherin 40 m derine atılmasına neden olmuştur (bkz. Şekil 3 ve 4).

### Cevher Petrografisi

#### Cevherleşme tipleri

Çatmakaya yatağındaki cevherin rengi gri, sarı, açık yeşil, koyu kahverengi, bordo ve kiremit kır-

mızısıdır. Bunlardan siyah, kiremit kırmızısı ve koyu kahve renkli olanlar; yüksek modüllü; gri, sarı ve açık yeşil renkli olanlar ise düşük modüllüdür. Yüksek modüllü cevherler yatağın kuzeyinde bulunurken, düşük modüllü cevherler daha çok yatağın güney kesiminde dağılım göstermektedir.

Yatakta masif, benekli, killi, demirli ve breşik boksit şeklinde 5 tip cevher ayırt edilmiştir. Masif ve benekli cevher yatağın hemen her kesiminde izlenirken, breşik cevher; yatağın hem altında, hem üstünde ve kireçtaşlarının sınırında yaygın olarak gözlenmektedir. Demirli ve killi boksitler ise, yatağın alt kesimlerde yoğunlaşmaktadır.

**Masif boksit:** Çatmakaya yatağının en yaygın cevher türüdür. Masif boksitler mekanik ayrışmadan etkilenmeyen bölümlerde daha yaygın olup, killi toprağımsı cevherin bunlara bağlı olarak türediği düşünülmektedir. Bu cevherlerin taze yüzeyleri kil minerallerinin etkisiyle kayganlaşmıştır. Ana mineralleri; böhmüt, hematit, götit ve kaolinit olup, az miktarda gipsit, kuvars ve diaspore da bulunmaktadır.

**Benekli boksit:** Oolitik ve pisolitik yapıdaki boksitle "benekli boksit" adı verilmiştir. Ooidlerin çapları genellikle 2 - 3 mm olup, çoğunlukla hema-

titten oluşan bir çekirdeğin etrafında sarılmış durumda bulunan böhmite ile temsil edilmektedir. Bazı hematit çekirdeklerinin etrafında oolit ile yalancı oolit oluşumları ve oolitik fazda birden fazla boksit oluşum evresinin geçildiğini gösteren zonlanmalar saptanmıştır. Koyu kırmızı bu ooidler böhmite zengin hamur içerisinde dağılmışlardır (Şekil 5a). Bazı ooidlerin içinde pirit zenginleşmeleri izlenmektedir. Ooidlerin yaygın olması cevherleşme sırasında çökme ortamının sığ ve çalkantılı bir ortam olduğunu göstermektedir.

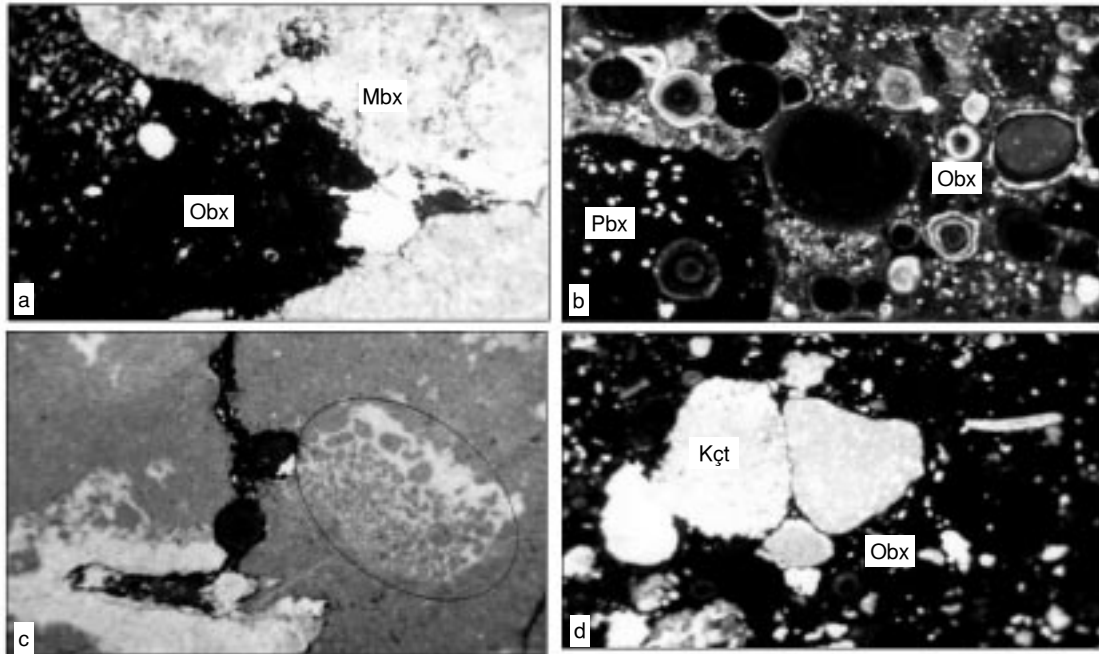
Benekli cevher içerisinde önemli yer tutan bir diğer grup ise, "pisolitik yapı" boksitlerdir. Bunlar, çeşitli nedenlerle yapıları bozulmuş ve irileşmiş oolitler ile tek başına bulunan iri kristalli hematit pisolitlerinden oluşmakta (Şekil 5b), yatağın üst kesimlerinde daha yoğun olarak izlenmektedir.

**Demirli boksit:** Sarı, sarımsı kahve ve siyah renklerde hematit, götit, lepidokrosit ve limonitçe zengin olan boksitler, "demirli boksit" olarak tanımlanmıştır. Bunların çatlaklarında önemli miktarda mangan dendritleri ile yer yer beyaz renk-

li kaolinit sıvımaları gözlenmektedir. Koyu renkli kısımlarda hematit ve götit miktarı artmakta ve bu durumda Fe içeriği Al içeriğini geçmektedir.

**Breşik boksit:** Yatakta iki seviye halinde gözlenen bu tip cevherlerin tane boyları değişken olup, çoğunlukla köşeli kireçtaşı parçalarının boksit ve boksitik bir çimento ile bağlanması sonucu oluşmuşlardır (Şekil 5c). Alt kesimde bulunan breşik seviye oldukça kalın olup, yer yer 30 m kalınlığında olan bu seviye yüzeyde gözlenmemektedir.

Breşik boksitte kireçtaşı taneleri masif, oolitik ve kriptokristalin boksitle bağlandığı için, bu tip boksitler "boksitik breşler" olarak adlandırılmıştır. Belirgin çökme yapıları gösteren breşlerde dıştan içe doğru bozunma izlerine rastlanmaktadır. Taban kireçtaşlarına (Katrangediği formasyonu) benzer özellikler gösteren breş tanelerinde tipik olarak mikrosparitleşme gözlenmektedir. Bu kireçtaşlarında Textularidae, Miliolidae, Ostracoda gibi fosiller ve *Microcodium sp.* gibi tatlı su algleri belirlenmiştir (Şekil 5d). Bu durum,



Şekil 5. Çatmakaya yatağında farklı cevherleşme tiplerini gösteren fotoğraflar: a) masif (Mbx) ve oolitik (Obx) boksitler (//N, X35), b) oolitik boksitlerde pisolit oluşumları (//N, X63), c) breşik cevherde kireçtaşı (Kçt) ve oolitik boksit (Obx) parçaları, (+N, X65), d) breşik boksitlerde microcodium fosili (//N, X63).

Figure 5. Photographs which shows various mineralization types in the Çatmakaya deposit: a) massive (Mbx) and oolitic (Obx) bauxites (//N, X35), b) pisolite (Pbx) formations in the oolitic bauxites (//N, X63), c) limestone (Kçt) and oolitic bauxite (Obx) fractures in the brecciated bauxites (+N, X65), d) a microcodium fossil in the brecciated bauxites (//N, X63).



muhtemelen sıg-lagüner bir ortamı yansıtmaktadır. Kireçtaşlarının yüzeyleyerek atmosferik etkilerle ayrışmaları ve karstlaşmaları, boksitin oluşumu veya bu yöreye taşınması ile eş-zamanlıdır. Breşler; yatağın sadece tabanında değil, yer yer iç kısımlarında, hatta tavana yakın kesimlerinde de bulunmaktadır.

**Killi – toprağımsı boksit:** Çatmakaya yatağı çok az miktarda killi cevher içermektedir. Cevherin önemli kısmını böhmit, kaolinit ve illit grubu killer, kloritoid ve beyaz diyasporitler oluşturmaktadır. Toprağımsı cevher ise; sadece yatağın yüzeylemiş kesimlerinde atmosferik etkilerle ortaya çıkmış olup, gevşek tutturulmuş amorf Fe ve Al hidroksitlerle kil minerallerinin değişik oranlardaki karışımından meydana gelmektedir. Cevherlerin sarı, kahve ve gri renk tonları, içindeki ana bileşenlerin değişiminden kaynaklanmaktadır. Toprağımsı boksitlerle üzerlerinde yer alan güncel terra-rossaları makroskobik olarak ayırt etmek bazen güç olmaktadır. Dolayısıyla bunların oluşumunun, güncel atmosferik süreçlerle boksitin ikincil fiziksel ve kimyasal ayrışmasına bağlı ürünler oldukları düşünülmektedir.

### Petrografik özellikler

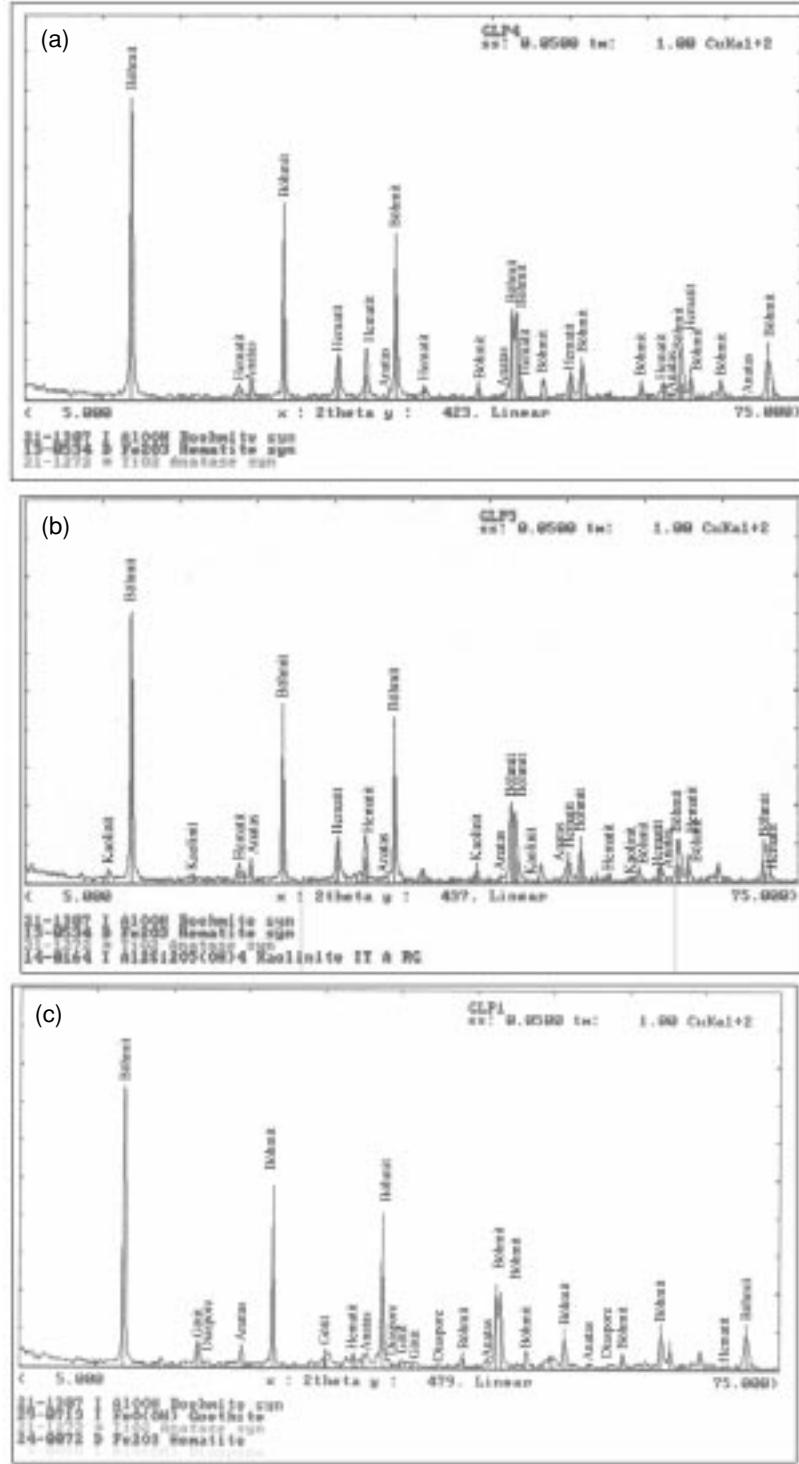
Çatmakaya boksit yatağından alınan örneklerde ince kesit, parlatma kesiti ve X-ışınları kırınım (XRD) analizleri yapılmıştır. Boksitlerin çok küçük taneli olmaları nedeni ile mineralojik bileşimlerinin mikroskop altında belirlenmesi oldukça güçlük arz etmektedir. İlk defa Bardossy (1971) tarafından gerçekleştirilen XRD ve derivatoğrafi yöntemi (birleşik yöntem) olarak bilinen yöntem bu çalışmada da kullanılmış ve mineralojik bileşim bu yöntem ile belirlenmiştir. Yataktan derlenen 35 örneğin Etibank Alüminyum Tesisleri Araştırma ve Kimya Laboratuvarlarında yapılan kantitatif XRD analizleri (böhmit, kaolinit, hematit ve götitin tayini Siemens D-5000 marka Alman difraktometre cihazında,  $CuK\alpha$  anot tüpte 40-60 kw/h voltaj uygulanarak; tiridimit, kuvars, rutil ve anatasın tayini ise DİİOH-1 marka Rus difraktometre cihazında,  $CoK\alpha$  ve  $FeK\alpha$  anot tüpte, 40-60 kw/h voltaj ve 12 mAmp akım kullanılarak incelenmiştir) sonucunda ortalama olarak; % 61.6 böhmit, % 9.8 kaolinit, % 7.30 hematit, % 5.40 götit, % 2.13 anatas, % 1.10 diyaspor, % 1.10 tridimit, % 0.80 kalsit, % 0.58 rutil ve % 0.48 kuvars ve çok az miktarda da pirit saptanmıştır. Analizler sonucunda cevherleşmenin

“böhmitik tipte” olduğu belirlenmiştir (Şekil 6a, 6b, 6c).

**Böhmit:** Çatmakaya yatağındaki en önemli cevher minerali olan böhmit, genellikle kaolinit ve az miktarda gözlenen diyasporla birlikte saçınımlı halde bulunmaktadır. Saf böhmit ince kesitlerde renksiz yer yer beyaz renkli olarak gözlenmektedir (Şekil 7a). Bazı örneklerde hematit, götit, limonit ve lepidokrositten oluşan ince bir zarf böhmitlerin etrafını sarmış durumdadır. Böhmit kristal şekli bakımından lepidokrosite benzemektedir. Yaygın olarak yatağın yüksek modüllü kesimlerinde bulunan oolitik ve pizolitik cevherde, tanelerin dışını saran kabuk ve zar şeklinde, bazen de bu tanelerin çekirdeğinde bulunmaktadır. Böhmitin Çatmakaya yatağındaki ortalama bulunuş oranı % 61.6'dır.

Değişik miktarda Al içeren kayaçların atmosferik şartlarda bozunması ile önce gipsit oluşmaktadır (Keller, 1964; Grubb, 1973). Boksit yataklarındaki diyaspor ve böhmit, diyajenez ve metamorfizma süreçleri ile ilişkilidir. Ancak lateritik tip boksitlerde böhmitin yaygın olarak bulunması, yüzey koşullarında doğrudan oluştuğuna işaret etmektedir. Karadağ (1987) tarafından Seydişehir bölgesindeki farklı noktalardan derlenen güncel terra-rosa örneklerinde böhmitte rastlanmıştır. Harder (1952)'a göre Guyana boksitlerinin içerdikleri böhmit; sıcak, tropikal ve güneşli ortamlarda gipsitin dehidratasyonu ile oluşmuştur. Çatmakaya boksitlerinin de dahil olduğu Akdeniz ülkeleri ile Rusya, Çin, Jamaika ve Haiti boksitlerinde böhmit, diyasporla birlikte izlenen başlıca alüminyum mineralidir.

**Diyaspor:** Yatakta ortalama % 1 oranında bulunan diyaspor, cevher içinde böhmitle birlikte saçınımlı halde dağılmıştır. XRD yöntemi ile iyi ayrılabilen bu mineral, incekesitlerde genellikle renksiz, beyaz ve gri olmasına karşın, yer yer kahve, siyah, soluk sarı ve beyazdır. İnceleme alanında oolitik yapılar, kristal taneleri veya bantlar şeklinde yayılım göstermekte ve ince taneli olup, konsantrik sarılımlar yaygındır. Yatakta oldukça az miktarda izlenen diyaspor, böhmitin polimorfudur. Gipsit ve böhmit bakımından zengin boksit veya boksitli killerin, dolomitlerin ve diğer alüminyumlu kayaçların metamorfizması ile ortaya çıkmaktadır. Bununla beraber Sinkovec (1971) tarafından boksit yataklarında görülen pek çok diyasporitin her hangi bir termodinamik değişikliğe uğramaksızın yüzey (atmosfe-



Şekil 6. Çatmakaya yatağında farklı cevherleşme tiplerini gösteren XRD difraktogramları: a) masif cevherin XRD difraktogramında böhmite, hematit ve anataz, pikleri, b) oolitic cevherin XRD difraktogramında böhmite, hematit, anataz ve kaolinit pikleri, c) demirli oolitic cevherin XRD difraktogramında böhmite, götite, anataz, hematit ve diaspore pikleri.

Figure 6. XRD diffractograms which shows various mineralization types in the Çatmakaya deposit: a) boehmite, hematite and anatase peaks in the diffractogram of the massive ores' XRD, b) boehmite, hematite, anatase and kaolinite peaks in the diffractogram of the oolitic ores' XRD, c) boehmite, goethite, anatase, hematite and diaspore peaks in the diffractogram of the ferruginous oolitic ores' XRD.

rik) koşulları altında da oluşabileceği belirtilmektedir.

**Kaolinit:** Çatmakaya boksit yatağının bileşiminde bulunan en önemli kil minerali olup, yataktaki ortalama bulunuş oranı %10'dur. Yanal ve düşey yönde düzensiz olarak dağılmasına rağmen, yatağın üst kesimlerindeki kireçtaşı cevher sınırında daha yoğun olarak izlenmekte ve böhmite ile ters, kalsit ile doğru orantılı dağılım göstermektedir. Kaolinitin bulunduğu seviyelerde cevher daha açık renkler almaktadır.

**Hematit:** Çatmakaya boksit yatağında oldukça yaygın (% 7.3) oranda hematit belirlenmiştir. Yataktaki dağılımı düzensiz olmakla birlikte, daha çok oolitik cevherde ooidlerin çekirdeklerini oluşturmaktadır (Şekil 7b). Bazı durumlarda söz konusu oolitlerin çevresini sarmaktadır. Ayrıca boksitlerin eklemlerinde bol miktarda "çatlak dolusu" şeklinde yer almaktadır. Boksitin kırmızı, koyu kırmızı ve kahverengi renkleri hematitten kaynaklanmaktadır.

**Götite:** Yataktaki bulunan önemli demir minerallerinden biridir. Genellikle boksit içindeki boşlukları doldurmuş çok ince tanecikler, oolitleri saran konsantrik kabuklar ve pizolitlerin etrafında dairesel dizilmiş kümeler şeklinde izlenir. Çoğunlukla amorf demir oksit, limonit ve lepidokrositle birlikte dağılım gösterir (Şekil 7c). Götite amorf demir hidroksit bileşiklerinin kristalleşmeleri, diğer demir minerallerinin oksidasyon şartlarındaki ayırmaları ile ortaya çıkmaktadır.

**Amorf demir hidroksit (limonit):** Yataktaki bulunan amorf veya kriptokristalin toprağımsı demir bileşikleri, limonit olarak tanımlanmıştır. Yataktaki boksit cevherleşme tiplerinin yaygın minerallerinden biridir. Hematit, götite, siderit, pirit gibi demir mineralleri ve demir bulunduran kayaç oluşturan minerallerin atmosferik koşullardaki sulu ortamda yüzey ayrışması ile oluşmuştur (bkz. Şekil 7c). Demir oksit ve hidroksitlerin yaygın olduğu kesimlerde boksitin rengi de değişmektedir. Buna göre; kırmızı renkli boksitlerde hematit, sarı ve kahverengi boksitlerde ise götite ve demir hidroksitler (limonit) daha yaygındır. Hematitce zengin boksitler kırmızı, koyu kırmızı, götite ve (demiroksit) limonitce zengin boksitler sarı ve açık kahve renkler almaktadır.

**Psilomelan:** Psilomelan Çatmakaya yatağında oldukça az miktarda bulunmaktadır. Boksit için

deki tabakamsı yüzeylerde ve bazı çatlaklarda dentritler halinde izlenmiştir.

**Pirit:** Çatmakaya yatağında özellikle yatağın killi kesimlerinde, oldukça az miktarda taneler halinde dağılmış öz şekilli pirit oluşumları saptanmıştır. Yer yer bazı oolitlerin piritleştiği gözlenmiştir (Şekil 7d). Piritin varlığı, boksit oluşumu sırasında ortam şartlarının indirgen olduğunu veya zaman zaman indirgenleştiğini göstermektedir.

**Anatas ve rutil:** Rutil ve anatas birbirinin diamorf olan iki titan minerali olup, rutil yüksek sıcaklıklarda kararlı iken, anatas daha düşük sıcaklıklarda yoğunlaşmaktadır. Yataktaki ortalama % 2.5 oranında  $TiO_2$  (anatas + rutil) belirlenmiştir. Bu minerallerden anatas, rutil göre daha yaygın olup, matriks içinde çok küçük boyutlu kristaller halinde dağılım göstermektedirler. Ayrıca oolitlerin içinde de bu minerallere rastlanmaktadır (Şekil 7e ve 7f).

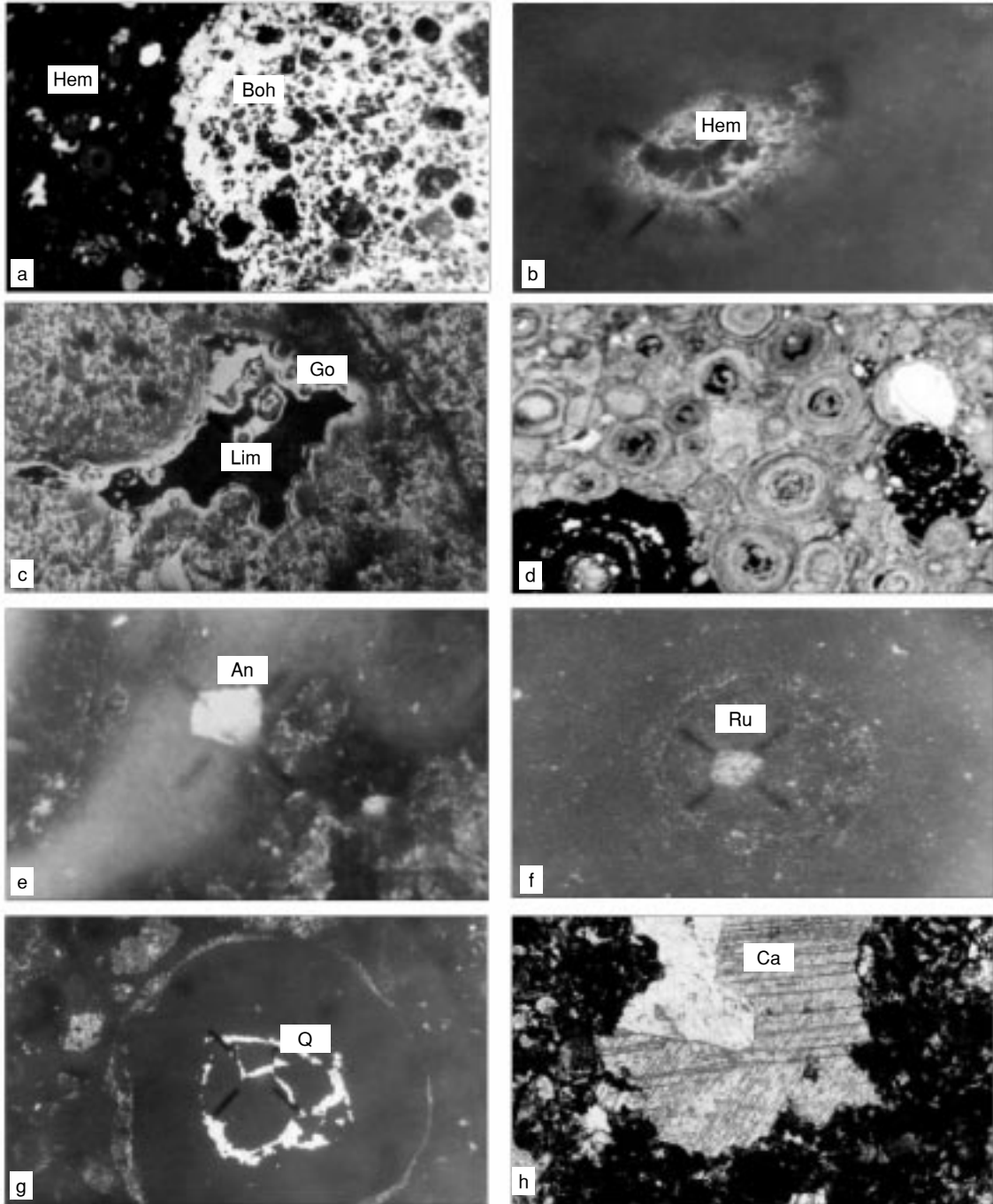
**Kuvars ve tridimit:** 35 örneğin ortalamasına göre, Çatmakaya yatağında ortalama % 0.6 kuvars ve % 1.1 tridimit belirlenmiştir. Genellikle oldukça ince kristalli olarak böhmitle karışmış durumda, bazen de ooidlerin sarılımları ve çatlaklarında gözlenmektedir (Şekil 6 g). Kimyasal analizlerde belirlenen  $SiO_2$  içeriğinin tamamı, kuvars veya diğer  $SiO_2$  polimorfları olmayıp, bunun bir kısmı kaolinitin kristal yapısında yer alan  $SiO_2$ 'den de kaynaklanmaktadır.

**Kalsit:** Cevher içerisinde ortalama % 0.8 oranında kalsite rastlanmıştır. Kalsit; bazen oolitik cevherde ooidleri bağlayan çimento olarak bulunsa da, çoğunlukla ooid çekirdekleri olarak ortaya çıkmaktadır Bunlar; ya ayrışma sonucu ortamda kalan kalsitler veya organizma kavkı ve iskelet parçalarıdır. Breşik cevher içinde breş parçaları kalsitten oluşmaktadır (Şekil 7h). Bu breşler, Katrangediği formasyonuna ait kireçtaşları ile ilişkili olup aynı petrografik özellikleri göstermektedirler.

## SONUÇLAR

Bu çalışmadan elde edilen başlıca sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

- (1) Çatmakaya boksitleri; Üst Kretase (Senomaniyen) yaşlı Katrangediği formasyonunun yüzeyinde gelişen bir paleo çukurluk



Şekil 7. Çatmakaya yatağında gözlenen bazı minerallere ait fotoğraflar: a) demirli boksitlerde oolitik hematit (Hem) ve böhmüt (Boh) oluşumları.(+N, X10), b) boksitlerin (bx) içinde hematit oluşumları (He) (Yağ obj, //N, X320), c) boksit içinde konsantrik yapılı götüt (Go) ve limonit (lim) (//N, X320), d) piritleşmiş oolit ve pisolit oluşumları (//N, X 63), e) boksit içinde anatas oluşumları (An), (Yağ objektifi, //N, X320), f) boksit içinde rutil oluşumları (Ru), (Yağ objektifi, //N, X320), g) bir oolitin merkezinde kuvars oluşumları (Q), (//N, X100), h) masif boksit içinde boşlukları dolduran kalsitler (Ca), (+N, X100).

Figure 7. Microphotographs of various minerals in the Çatmakaya Deposit: a) oolitic hematite(Hem) and boehmite (Boh) formations in the ferrous bauxites. (+N, X10), b) hematite (Hem) formations in the bauxite. (Oil obj, //N, X320), c) concentric structures goethite (Go) and limonite (lim) formations in the bauxites (//N, X 320), d) pyritized oolite and pisolites formations (//N, X 63), e) anatase (An) formations in the bauxites, (Oil obj., //N, X320), f) rutile (Ru) formations in the bauxites, (Oil obj., //N, X320), g) quartz formations in the center of an oolite (Q), (//N, X100), h) vuggy fills with calcites (Ca), (+N, X100).

- içinde bulunmakta ve Üst Kretase (Senoniyen - Maestrihtiyen) yaşlı Doğanankuzu formasyonu tarafından örtülmektedir. Diğer bir ifadeyle, Seydişehir-Akseki bölgesinde yer alan diğer boksit yatakları ile aynı stratigrafik seviyede bulunmaktadır.
- (2) Yatağın yüzeylediği alan KD-GB uzanımlı, uzun eksenli 200 m kısa eksenli ise 50 m olan bir merceğe benzemektedir. Yatak güneydoğuya doğru yaklaşık 20°'lik bir eğimle 450 m boyunca dalmaktadır.
- (3) Cevher kütlesi bulunduğu karstik çöküntünün morfolojisine uyumlu olarak yerleşmiş olup, kalınlığı en fazla 10 m ve ortalama kalınlığı 3 m civarındadır.
- (4) Yatakta breşik, masif, benekli, killi ve demirli boksit şeklinde beş tip cevher ayırt edilmiştir.
- (5) Oolitik tip cevherin yaygın olması, cevher oluşumu sırasında sıcak, sıg ve çalkantılı bir ortamın varlığını göstermektedir.
- (6) Yatakta bulunan en yaygın cevher minerali böhmit olup (% 61.6), ayrıca diyaspor, kaolinit, anatas, rutil, kuvars, tridimit, kalsit, hematit, götit, limonit ile az miktarlarda psilomelan ve pirit yer almaktadır. Buna göre Çatmakaya yatağı, böhmitik tiptedir. Böhmitin dağılımı düzensiz olup, masif ve benekli boksit içinde daha yoğundur. Çatmakaya yatağı mineral içeriği yönünden yöredeki diğer boksit yataklarıyla aynı benzerlik gösterirken,  $Al_2O_3$  içeriğinin yüksek olması nedeniyle de farklılık göstermektedir.
- (7) Değişik miktarlarda Al içeren kayaların atmosferik koşullarda bozunması sonucunda önce gipsit oluşmaktadır (Keller, 1964; Grubb, 1973). Boksit yataklarında diyaspor ve böhmitin bulunuşu diyajenez ve metamorfizma ile açıklanmaktadır. Harder (1952)'a göre, Guyana boksitlerinde bulunan böhmit sıcak, tropikal ve güneşli ortamlarda gipsitin dehidratasyonu ile oluşmuştur. Çatmakaya boksitlerinin de dahil olduğu Akdeniz ülkeleri, Rusya, Çin, Jamaika ve Haiti boksitlerinde böhmit diyasporla birlikte gözlenen başlıca alüminyum mineralidir. Örneğin, Avustralya'da gipsitin yanında % 3 (Anon, 1970), Jamaika'da karst tipi boksitlerin içinde bulunan terra-rosalarda % 20 (Harder ve Greig, 1960) oranında bulunmaktadır.
- (8)  $Al_2O_3 - H_2O$  sisteminde düşük sıcaklıklarda gipsit kararlı iken sıcaklık ve su buharı basıncı arttıkça böhmit ve diyaspora dönüşmektedir. Bu sistemde Ervin ve Osborn (1951)'a göre 130° C, Laubengayer ve Weiss (1943)'e göre 155° C'nin altında gipsit kararlı iken, bu sıcaklığın üstünde böhmit kararlı hale geçmektedir. Bu durumda Çatmakaya boksitleri, 155° C'nin üzerindeki sıcaklık koşullarında oluşmuş olmalıdırlar.
- (9) Parks (1972)'a göre suyun etkisinin az olduğu kurak mevsimlerde gipsitin yerine doğrudan böhmit ve diyaspor oluşabilmektedir. Ancak sulu ortamlarda diyaspor ve böhmit kararlı kalamayıp, gipsite dönüşmektedirler. Çatmakaya yatağında gipsitin bulunmayışı, ortamda karasal koşulların daha baskın olduğunu göstermektedir.
- (10) Çatmakaya boksitleri çok az miktarda diyaspor içermektedir. Diyaspor pek çok metamorfik boksit yatağının ana bileşenini oluşturmakla birlikte metamorfizma geçirmemiş yataklarda da bulunabilmektedir. Vrace boksit yataklarında (Yugoslavya) her üç mineralin de birlikte bulunduğunu ve diyasporun doğrudan kaolinitten türediğini belirten Sinkovec (1971), bu mineralin yüzey koşullarında da oluşabileceğini öne sürmektedir. Bu durumda Çatmakaya yatağındaki diyasporun varlığı bu mekanizma ile açıklanabilmektedir. Diğer bir ifade ile yatakta mevcut diyasporitlerin yüksek basınç ve sıcaklık altında (metamorfizma sonucu) değil, yüzeysel koşullar altında oluşmuş olabileceği söylenebilir.
- (11) Yatakta çokluk bakımından ikinci sırada bulunan hematit ve götit ile psilomelanın varlığı, ortamın pH'nının 7'den, Eh'ninin ise -0.2'den yüksek olmasını gerektirmektedir.
- (12) Yatakta çok az miktarda gözlenen piritin varlığı; atmosferik koşullarda ortamın Eh'nin -0.3'ün altında (indirgen) olduğunu göstermektedir. Ortam bazikten asidige doğru gittikçe bu değer -0.18'e kadar yükselmektedir.

## KATKI BELİRTME

Yazarlar, değerli görüş ve katkılarından dolayı, dergi editörü Sn. Prof. Dr. Reşat ULUSAY'a, Yerbilimleri Dergisi hakemlerine, S.Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi Editörü Sn. Prof. Dr. Hükmü ORHAN'a ve bu çalışmayı destekleyen Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne (BAP-2000/076) teşekkür ederler.

**KAYNAKLAR**

- Anon, 1970. Weipa Bauxite. Comalco, Melbourne, 32 pp.
- Arni, P., 1940. Antalya Şeytandağları boksit yatakları. MTA Raporu, Derleme No. 1165, 5 s (yayımlanmamış).
- Atabey, E., 1976. Mortaş boksit yatağının mineralojisi, kimyası ve kökeni. TJK Bülteni, 19, 9-4.
- Bardossy, G., 1971. Bauxite deposits of Hungary. Proceedings of the Second International Symposium of ICSOBA, Vol. 2, 9-20.
- Baysal, O. ve Engin, N. A., 1976. Değirmenlik – Kızıltaş boksit yatağı. Yerbilimleri, 2, 140 – 160.
- Blumenthal, M.M., 1947. Seydişehir – Beyşehir hinterlandındaki Toros dağlarının jeolojisi. MTA Yayını, 2, 242 s.
- Blumenthal, M.M., 1949. Batı Torosların örtü lamboları. TJK Bülteni, 11, (1), 30-41.
- Blumenthal, M.M. ve Göksu, E., 1949. Akseki civarındaki dağlarda boksit zuhuratı, bunların jeolojik durumu ve jenezleri hakkında izahat. MTA Yayını, 4, 59 s.
- Ervin, G., and Osborn, E. F., 1951. The system  $Al_2O_3 - H_2O$ . Journal of Geology, Vol., 59. 381 p.
- Göksu, E., 1953. Akseki (Antalya) boksit yataklarının jeolojisi, jenez ve maden bakımından etüdü ve diğer Türkiye ve Avrupa boksitleriyle mukayesesi. TJK Bülteni, 4, 79 – 139.
- Grubb, P. L. C., 1973. High – level and low - level bauxidisation: A criterion for classification. Minerals Science and Engineering; Vol. 3, 219 – 231.
- Harder, E. C., 1952. Examples of bauxite deposits illustrating variations in origin. Symposium of Problems of clay and laterite genesis, St. Louis. Bulletin of American Institute of Mining and Metallurg Engineers, 1951, New York, 55 – 64.
- Harder, E. C., and Greig, E. W., 1960. Bauxite; in industrial minerals and rocks – nonmetallics other than fuels. J. L. Gillson (ed.), 65-85.
- Karadağ, M. M., 1987. Seydişehir bölgesi boksitlerinin jeolojik, petrografik ve jenetik incelemesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 265 s (yayımlanmamış).
- Karadağ, M. M., 1996. Seydişehir yöresi boksitlerinin jeolojik ve petrografik incelemesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 30. Yıl Sempozyumu. S. Korkmaz ve M. Akçay (eds.), Trabzon, Cilt 1, 96-111.
- Keller, W. D., 1964. The origin of high-alumina clay minerals. Nationals Conference on Clays and Clay Minerals, 12 th, W. F. Bradley, (ed.), Proceedings, Macmillan Company, New York, 129-151.
- Kovenko, V., 1946. Akseki havalisi boksit yatakları hakkında rapor. MTA Enstitüsü Rapor No. 6/1693, 9 s (yayımlanmamış).
- Laubengayer, A. W., and Weiss, R.S., 1943. A hydrothermal study of the equilibrium of the  $Al_2O_3-H_2O$  systems. American Chemical Society Journal, 65, 247-250.
- Lauber, T., 1980. Zur Genese der Bauxites der Mine Mortaş bei Seydişehir (Türkei)., Bern Üniversitesi, Doktora Tezi, Bern, 207 pp (yayımlanmamış).
- Monod, O., 1967. Batı Toros kalkerlerin temelindeki Seydişehir şistlerinde bulunan Ordovisiyen bir fauna. MTA Dergisi, 69, 76-87.
- Monod, O., 1977. Recherches geologique dans le Taurus occidental au sud de Beyşehir – Turquie. Université Paris, Ph.D. These, Orsay, 442 pp.
- Orhon, Ş. ve Tepebaşı, E., 1976. Seydişehir Çatmakaya Köyü çevresinin jeolojisi ve boksit olanakları. Etibank Alüminyum Tesisleri Grup Başkanlığı Rapor No. 019, 14 s (yayımlanmamış).
- Orhon, Ş., Altan, N. ve Vuran, A., 1977. Çatmakaya boksit yatağı arama raporu. Etibank Alüminyum Tesisleri Grup Başkanlığı Rapor No. ARE-048, 25 s (yayımlanmamış).
- Özçelik, O., 1984. Toroslar'da Bozkır yöresinin jeolojisi, tektonik evrimi ve petrol olanakları. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Konya, 221 s (yayımlanmamış).
- Özgül, N., 1976. Toroslar'ın bazı temel jeoloji özellikleri. TJK Bülteni, 19, 65 – 78.
- Özlü, N., 1978. Etude Geologique, Mineralogique et Geochimique des Bauxites de la region d'Akseki-Seydişehir (Taurus occidental-Turquie). Université Pierre - Marie Curie, Ph.D. These, Paris, 455 s.
- Parks, G., 1972. Free energies of formation and aqueous solubilities of aluminium hydroxides and oxides at 25° C. American Mineralogist, 57, 1163-1189.
- Sinkovec, B., 1971. Geological features and origin of the Vrace bauxite deposit, Croatia. ICSOBA, 2, 39-52.
- Weisse, J. G., 1956. Bauxites karstiques sur calcaires recents. TRAVAUX, 13, 51-62.
- Wippert, J., 1962. Toros boksitleri ve bunların tektonik durumu. MTA Dergisi, 58, 47-70.
- Wippert, J., 1965. Boksit teşekkülünün başlangıç kayaçları. MTA Dergisi, 64, 37-41.
- Ziegler, K. G. J., 1939. Garbi Toros mintikasında yapılmış olan maden ve jeoloji tetkikatı. MTA Raporu Derleme No. 953, 9 s (yayımlanmamış).