

## Mortaş boksit yatağının kökeninin araştırılmasında trend yüzeyi yönteminin uygulanması

*Trend surface analysis and origin of Mortaş haucoite deposit*

ENBER AŞEBET *Metalürji Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara*

İSMAİL ÖKKAYA *İkinci Mühür, (buVa ibhgpi Üalhuik ÜMmsit&â, Ant/ktnu*

ÖZ: SibatEig; ((Bkttı Dona» dfeğlktm)) Itoltaib yaltağından toptoiBimı öinBlÜktıSilB İkonnyasal analiz sonuçlarının trend yüzeyi yöntemi ile incelenmesi, KB-GD yönlüb ir eksenin varlığına işaret etmektedir.  $M_2O_3$ ,  $TiO_2$  bu eksene doğru artmakta,  $Fe_2O_3$  ve Na bu eksene doğru azalmaktadır. SWX diğsr elementlerden bağımsız görünmekte ve merkezden her yönde azalmaktadır. Kontur haritaları, yatağın içinde anamoli merkezleri göstermektedir.  $Al_2O_3$  ve  $TiO_2$  bu dairesel anamolilerin merkezine doğru azalmakta B^CŞ ve "ateşte kayıp" merkeze doğru artmaktadır.

Mortaş boksitlerinin kökeni tartışmalıdır, kökenin magmatik veya sedimanter olduğuna ilişkin görüşler vardır. Gözlemlerimiz, Mortaş boksitlerinin kireçtaşlarının bozuşmasından meydana geldiğine işaret sayılabilir. KB-GD doğrultusu kireçtaşları içersinde karstik bir çukurluğun uzun eksen yönü olabilir. Yüksek topografyada oluşan boksit bu çukurluğa dolmuştur. Kontur haritalarında görülen anamoliler çukur içersinde kalmış kireçtaşı blokları olabilir.  $Fe_2O_3$  in  $Al_2O_3$  ve  $TiO_2$  ile tam ters bir davranış göstermesi ve  $SiO_2$  nin bu elementlerden bağımsızlığı ise ikincil bir yıkanma ile açıklanabilir.

**ABSTRACT:** Trend surface analysis of the chemical data on Mortaş bauxite deposit indicates existence of a common NW-SE axis.  $Al_2O_3$  and  $TiO_2$  percentage decreases,  $P_2O_5$  and Na percentage increases towards this axis.  $SiO_2$  behaves differently and decreases radially away from the center of the deposit. Contour maps of the chemical data indicate existence of a few circular anomalous areas.  $Al_2O_3$  and  $TiO_2$  percent decreases and  $Fe_2O_3$  increases towards such anomalous points.

Origin of Mortaş bauxite deposit is controversial, magmatic as well as sedimentary origin has been postulated. Our observations suggest that Mortaş bauxites may have formed as a weathering product of limestones. The common NW-SE direction may correspond to the long axis of a karstic depression. Anomalous points may correspond to limestone blocks included in bauxite within such depression. The negative correlation between  $Fe_2O_3$  and  $Al_2O_3$  as well as  $TiO_2$ , and the independent behavior of  $SiO_2$  may be explained by secondary leaching.

## GİRİŞ

Batı Toros dağları boksit zuhurlarının kökeni hakkında halen iki varsayım bulunmaktadır. Bunlardan birinci varsayımın savunucuları Blumenthal ve Göksu (1949) ve Göksu (1953) boksitin bölgede bulunan kireçtaşı ve dolomit kökenli olduğu kanısındadırlar. İkinci varsayımın savunucusu Wipern (1959) boksitlerin kökeni olarak Akseki yakınlarındaki Yarpuzayla'da bulunan Üst Kretase'den yaşlı diyabaz olarak tanımlanan bozuşmuş bir kayacı ve yine aynı yaşta feldspat ve plajyoklaslarca zengin yeşil kayaçları göstermektedir.

Bölgedeki boksitin kökeni ile ilgili varsayımlara bir katkıda bulunabilmek amacıyla yazarlar öncelikle Seydişehir yöresindeki zuhurlarda araştırmaya başlamışlar ve çalışmalarını tüm batı Toros Dağlarını kapsamına alacak şekilde genişletmeyi planlamışlardır. Çalışmalar hâlen devam etmekte olup ilk so-

nuçlara Seydişehir yöresindeki Mortaş boksit yatağında ulaşılmıştır. Bu yayın, bu sahada elde edilen sonuçların kısa bir sunuluşudur.

Mortaş boksit yatağı Seydişehir ilçesinin 15 km güneyinde bulunan Keçili köyünün 4 km güneydoğusundadır (şekil 1). Mortaş boksitleri, Alt ve Üst Kretase yaşlı kireçtaşları arasındaki uyumsuzluk (unconformity) düzlemi üzerinde düzensiz mercekşekillerde bulunmaktadır. İşletilen yatak bu mercекlerden en büyüğü olup kalınlığı 40 metreye ulaşmaktadır. Çalışmaya esas olan örnekler şekil 2'de belirlenen yerlerden alınmıştır. Örnekler üzerinde X-ışınları difraktometresi, diferansiyel termal analiz cihazı, enfraruj absorpsiyon spektrofotometresi, petrografik mikroskop ve cevher mikroskobu ile mineraloji ve doku çalışmaları yapılmıştır.

Bu yayına kimyasal analiz sonuçla-

rı esas alınmıştır. Kimyasal analizler O.D.T.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında boksit analizi için geliştirilen ve hâlen üzerinde çalışılan bir yöntem ile çözültüye alınan örneklerde atomik absorpsiyon ve spektrofotometre cihazları ile  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $SiO_2$ , Na, Li, Ni ve klasik yöntem yardımı ile "ateşte kayıp" miktarları için yapılmıştır.

Kimyasal verilerden yararlanılarak analizi yapılan her element için önce kontur haritaları daha sonra da ikinci dereceden trend yüzeyi haritaları bilgisayar yardımı ile çizilmiştir.

## KONTUR HARİTALARININ ÇİZİMİ VE TREND YÜZEYLERİ

### Kontur Haritalarının Çizimi

Bilgisayarla kontur haritası hazırlanmasında daha önce Davis (1973) tarafından verilen yöntem kullanılmış, bu metod aşağıda anlatılmıştır. Çizilecek haritanın ölçeği, alınan değişkenin her gözlem noktasındaki değeri, gözlem noktalarının koordinatlarıyla birlikte bilgisayara verilmektedir. Baskı makinasının haritanın verilen ölçeğine göre enine ve boyuna kaç harf basacağı hesaplanmakta ve basılacak her harfin yeri bir grit noktası olarak alınmaktadır. Değişkenin grit noktasındaki değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır.

$$\hat{Y}_i = \left( \sum_{k=1}^n Y_k / a_{ik} \right) / \left( \sum_{k=1}^n 1 / a_{ik} \right)$$

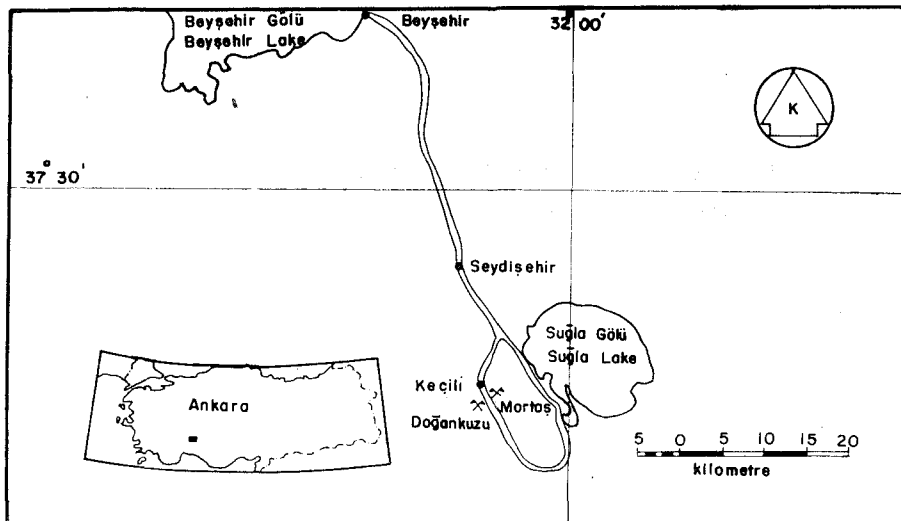
burada

$\hat{Y}_i$  i inci grit noktasında hesap edilen değer

$Y_k$  k inci gözlem noktasında değer

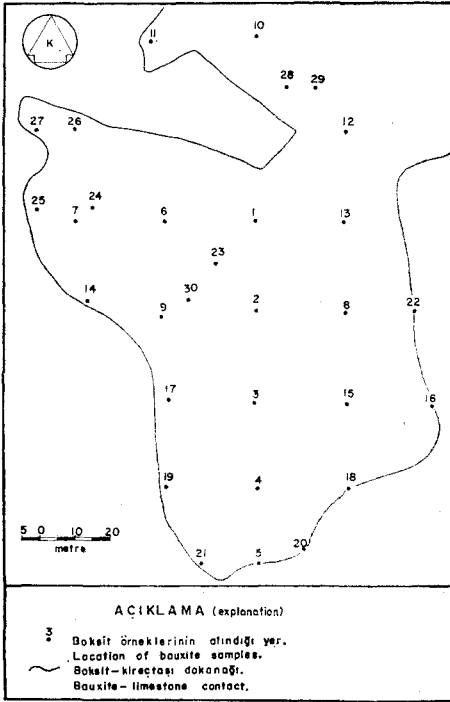
$a_{ik}$  i inci ve k inci gözlem noktaları arasındaki uzaklık

n i inci grit noktasına en yakın n sayıda gözlem noktası (bu çalışmada n=6 olarak alınmıştır)



Şekil 1: Bulduru haritası.

Figure 1: Location map.



Şekil 2: Örneklenme yeri haritası.

Figure 2: Sample location map.

i inci grit ve k inci gözlem noktaları arasındaki uzaklık şu formüle göre hesaplanmıştır.

$$a_{ik} = \sqrt{(X_{qi} - X_{ok})^2 + (Z_{qi} - Z_{ok})^2}$$

burada

$X_{qi}$  i inci grit noktasının doğu koordinatı

$X_{ok}$  k inci gözlem noktasının doğu koordinatı

$Z_{qi}$  i inci grit noktasının kuzey koordinatı

$Z_{ok}$  k inci gözlem noktasının kuzey koordinatı

Değişkenin bütün grit noktalarındaki değeri hesaplandıktan sonra, en düşük ve en yüksek değer arasındaki fark m (bu çalışmada m=9 olarak alınmıştır) eşit parçaya bölünmekte ve her kısma bir harf saptanmaktadır. Gritler teker teker alınarak değişkenin değerinin bulunduğu aralığa karşılık gelen harf o grit noktasının yerine basılmaktadır. Böylece değişkenin 2m konturdan oluşan haritası elde edilmiş olur.

### Trend Yüzeyleri

Bir bölgede koordinatları  $X_j$  ve  $Z_i$  olarak belirlenen n sayıda gözlem noktasında bir değişkenin (bir elementin yüzdesi, bir tabakanın yüksekliği v.b.) değerleri  $Y_j$  olarak saptanmış olsun. Yapılan ölçmelerdeki değişme genellikle iki kısımdan (component) oluşur. Birinci kısım yaygın bölgesel azalma ve çoğalmalar (regional trend), ikinci kısım da yerel gelişigüzel (random) oynamalar (fluctuation) dan oluşur. Bir istatistik yöntem olan trend yüzeyleri analizinin amacı geniş kapsamlı bölgesel değişimleri, küçük çaplı yerel sapmalardan ayırmak; hem genel değişimin yön ve davranışını, hem de yerel anomalileri ortaya çıkarmaktadır.

Bu amacı gerçekleştirmek için bölgesel değişmelerin  $\hat{Y} = p(x, z)$  şeklinde m inci dereceden bir polinomial yüzeyle temsil edilebileceği kabul edilir. x ve z gözlem noktalarının koordinatlarıdır. Gözlemlere en iyi uyan polinomial yüzeyi bulmak için gözlem noktalarında değişkenin asıl değeri ile ( $Y_i$ ) polinomial yüzeyden elde edilen hesaplanmış değer ( $\hat{Y}_i$ ) arasındaki farkların karelerinin toplamını en aza indirecek katsayılar şu şekilde hesaplanır: i inci gözlem noktasında değişkenin değeri  $Y_i$ , uydurulan yüzeye göre hesaplanmış değeri  $\hat{Y}_i$  olsun; aradaki farkın karelerinin bütün gözlem noktaları için toplamı

$$Q = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

olur. Bu fonksiyonun değerini en az yapan,  $b_0, \dots, b_k$  katsayılarının sayısal değerini bulmak için gradyanı

$$\left( \vec{\nabla} Q = \left( \frac{\partial Q}{\partial b_0}, \frac{\partial Q}{\partial b_1}, \dots, \frac{\partial Q}{\partial b_n} \right) \right)$$

alınarak sıfıra eşitlenir. Vektöryel bir değer olan gradyanın sıfır olması için bütün kısımların (component) sıfır olması gerektiğinden fonksiyonun  $b_0, b_1, \dots, b_n$  göre parçasal türevleri alınarak sıfıra eşitlenmesi gerekir. Böylece m inci dereceden bir yüzey için  $(m+1)(m+2)/2$  sayıda  $(m+1)(m+2)/2$  bilinmeyenli denklem elde edilir. Bu denklemlerin çözümü Q fonksiyonunu en aza getiren  $b_0, \dots, b_n$  katsayılarının sayısal değerini verir.

Bir değişkeni en iyi temsil eden polinomial yüzey bulunduğundan sonra bu yüzeyin değişkeni ne derece temsil edebildiğini göstermek amacıyla çoğul kar-

şılaştırma (correlation) katsayısı denilen katsayı şu şekilde hesaplanır:

$$R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

burada

$Y_i$  değişkenin i inci grit noktasındaki değeri

$\hat{Y}_i$  değişkenin i inci grit noktasında hesaplanan değeri

$\bar{Y}$  değişkenin n sayıda gözlem için ortalama değeridir

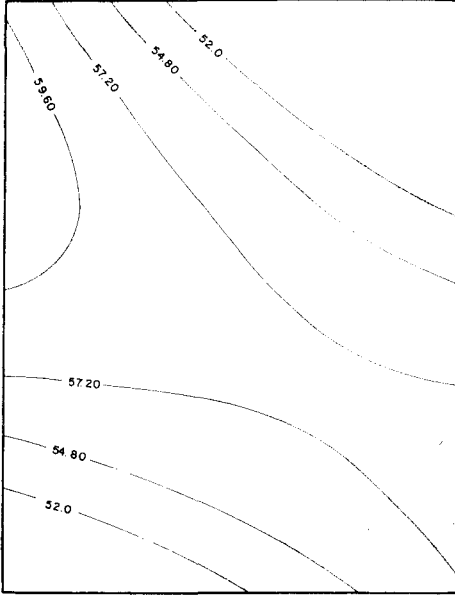
bu katsayı -1 ile +1 arasında değişir. 1 e yakın değerler yüksek, 0 a yakın değerler düşük karşılaştırma gösterir.

### MORTAŞ YATAĞINA TREND YÜZEYİ ANALİZİ YÖNTEMİNİN UYGULANMASI

Bu çalışmada, Mortaş boksitlerinden koordinatları şekil 2'de gösterilen örneklerde yapılan analizlerin sonuçları değişken olarak alınmış ve ikinci dereceden  $Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3Z + b_4XZ$  şeklinde bir polinomial yüzey bu değerlere uydurulmuştur. Katsayıları hesaplanan yüzeylerin kontur haritaları da yukarıda sözü edilen yöntemle bilgisayara çizdirilmiştir. Her trend yüzeyi için ayrıca çoğul karşılaştırma katsayısı bulunmuştur.

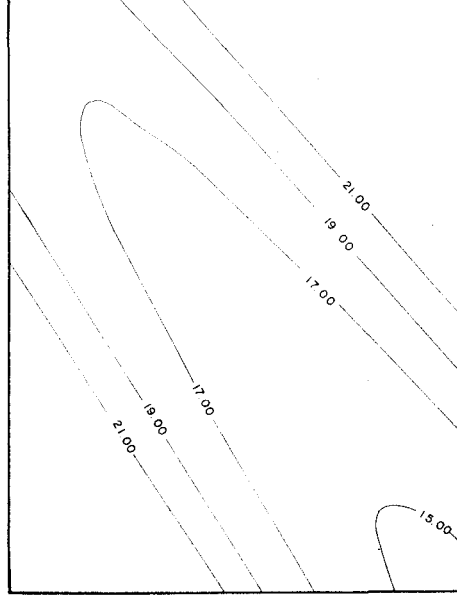
#### Gözlemler

Bilgisayar yardımı ile çizilen trend yüzeyi haritalarının incelenmesi,  $Al_2O_3$  (şekil 3),  $TiO_2$  (şekil 4),  $Fe_2O_3$  (şekil 5), "ateşte kayıp" (şekil 6), Ni (şekil 7), Na (şekil 8) ve Li (şekil 9) trend yüzeyi haritalarında KB doğrultulu bir yönelimin bulunduğunu göstermektedir.  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$ , Ni ve Li trend yüzeyi haritaları ilk yönleme dik olan ikinci bir yönelim daha bulunduğunu göstermektedir. Diğer taraftan  $SiO_2$  (şekil 10) trend yüzeyi haritası diğerlerinden tümüyle değişik bir görünüm içindedir.  $Al_2O_3$  trend yüzeyi haritası KD ve GB yönlerinde  $Al_2O_3$  yüzdesinin azaldığını buna karşılık boksit yatağının ortasında, KB ve GD doğrultularında arttığını göstermektedir.  $TiO_2$  trend yüzeyi haritası,  $Al_2O_3$  trend yüzeyi haritası ile aynı özellikleri göstermektedir. Bunlara karşılık  $Fe_2O_3$  trend yüzeyi haritası  $Fe_2O_3$  yüzdesinin boksit yatağının orta-



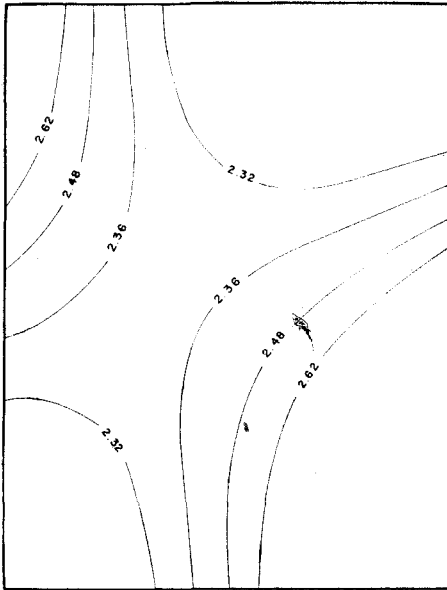
Şekil 3: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ikinci dereceden trend yüzeyi haritası, çoğul karşılaştırma katsayısı 0,41

Figure 3: Second order trend surface map of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, multiple correlation coefficient 0.41



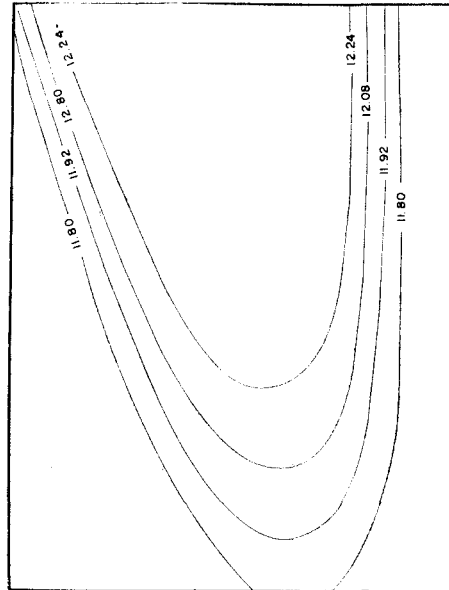
Şekil 5: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ikinci dereceden trend yüzeyi haritası, çoğul karşılaştırma katsayısı 0,53

Figure 5: Second order trend surface map of Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, multiple correlation coefficient 0.53



Şekil 4: TiO<sub>2</sub> ikinci dereceden trend yüzeyi haritası, çoğul karşılaştırma katsayısı 0,53

Figure 4: Second order trend surface map of TiO<sub>2</sub>, multiple correlation coefficient 0.53



Şekil 6: "Ateşte kayıp" ikinci dereceden trend yüzeyi haritası, çoğul karşılaştırma katsayısı 0,50

Figure 6: Second order map of loss on ignition, multiple correlation coefficient 0.50

sında ve GD doğrultusunda azaldığını ve KD, GB doğrultularında çoğaldığını göstermektedir. "Ateşte kayıp" kuzeye doğru çoğalırken doğuya ve batıya bü-

yük, güneye doğru küçük bir eğimle azalmaktadır. Na, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile aynı fakat tümüyle karşıt bir değişim göstermektedir. Ni ve Li, KB ve GD yönlerinde

azalmakta, boksit yatağının ortasında çoğalmakta ve KD yönünde bu çoğalma en çoğa gitmektedir. SiO<sub>2</sub> trend yüzeyi haritası da değinildiği gibi tümüyle değişik bir görünüm içinde olup boksit yatağının ortasında en yüksek değere ulaşmakta ve merkezden yatağın kireçtaşı ile olan dokanağma doğru tatlı bir eğimle azalma göstermektedir.

Bilgisayar yardımı ile çizilen SiO<sub>2</sub> (şekil 11), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (şekil 12), TiO<sub>2</sub> (şekil 13), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (şekil 14), "ateşte kayıp" (şekil 15), Ni (şekil 16), Na (şekil 17) ve Li (şekil 18) kontur haritaları incelendiğinde analiz sonuçlarını iki ayrı grup altında toplamak mümkün olmaktadır. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve "ateşte kayıp" kontur haritaları aynı özelliklere sahip bir dağılım göstermekte, buna karşılık SiO<sub>2</sub>, Ni, Na ve Li kontur haritaları kendi aralarında da olmak üzere tümüyle değişik bir dağılım göstermektedirler. Kontur haritalarındaki analiz yüzdelerinin değişimi, yersel anomoliler dikkate alınmadığında trend yüzeyi haritalarındaki genel değişim korumaktadırlar. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kontur haritasının KD

sunda izlenen anomoli TiO<sub>2</sub> kontur haritasında aynı şekil ve özellikte ortaya çıkmakta, genel görünüm Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kontur haritasında da aynı olarak bulunmakta ancak değişim tümüyle karşıt yönde görülmektedir. "Ateşte kayıp" kontur haritası aynı anomoliyi Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile aynı özellikleri taşıyarak flakat biraz daha kuzeyde göstermektedir.

Diğer bir anomoli ise araştırma sahasının merkezinde bulunmakta, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, "ateşte kayıp" miktarları çoğalırken, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarlarında bir azalma göze çarpmaktadır.

## SONUÇLAR VE SONUÇLARIN TARTIŞMASI

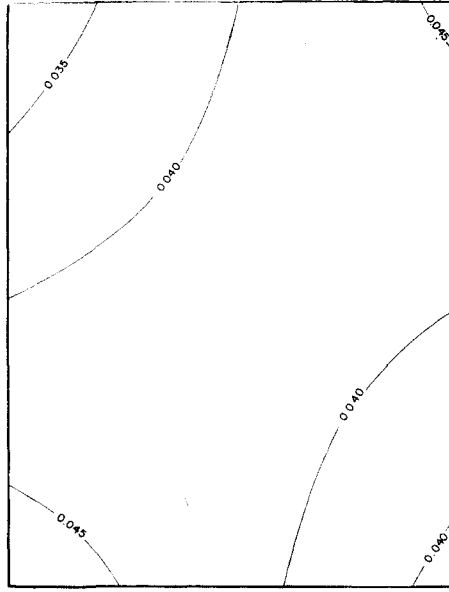
Trend yüzeyi haritalarında KB-GD doğrultuun bir etken, SiO<sub>2</sub> dışında bütün değişkenleri kontrol etmektedir. Bu etkene dik KD-GB doğrultuun ikincil bir etken de, birincil etkenle birlikte sonuçları kontrol etmektedir. Bu etkenlere bağımlı olarak analiz sonuçları dağılımı, büyük eksenini KB-GD, küçük eksenini KD-GB doğrultulu elipsoidal bir çukurluğun varlığını işaret etmektedir. Bu çukurluğu çevreleyen yüksek topografya üzerinde oluşan boksitin sel sularıyla KD ve GB yönlerinden taşınarak bu çukurluk içinde toplanmış olabileceği kanısı doğmaktadır.

Bu kuram ele alındığında, KB-GD yönündeki zenginleşme ile KD ve GB yönlerindeki fakirleşme şu şekilde açıklanabilir. Çukurluğun çevresindeki yüksek topografyada boksit, kireçtaşının erimesinden sonra kalıcı maddelerin bozuşması sonucu oluşmakta, olgunluğa erişen boksit şiddetli yağmurların meydana getirdiği sellerle topoğrafik eğim yönünde taşınmakta ve çevredeki çukurlukları doldurmaktadır. Yüksek topografyada meydana gelen boksitleme aynı zamanda çukurluklarda da oluşmakta fakat boksitleme hızları tümüyle değişik olmaktadır. Çukurluklar genellikle kırık sistemleriyle ilgili olduğu için akaçlama ya çok fazla olmakta veya taşman ve çukurlukta meydana gelen bozuşma ürünleri çatlakları tıkamakta böylece akaçlama hiç olmamaktadır. Her iki durumda da boksitleme için gerekli ortam sağlanamamakta, boksitleme de ya çok yavaş olmakta veya hiç olmamaktadır. Bununla birlikte tüm çukurluklarda tam bir boksitleme olayının görülemeyeceği söylenebilir.

Örneğimizdeki çukurlukta, boksitleme çevresindeki yüksek topografyadakinden daha yavaş oluşmaktadır. Bununla ilgili veriler izleyen paragraflarda anlatılacaktır. Sel sularının getirdiği olgun boksit KD ve GB yönlerinden çukurluğa ulaşmakta ve çukurluğun KB-GD eksenini boyunca toplanmaktadır. Yağışlı mevsim sonunda boksitleme olayı tekrar başlamakta, çukurluğun çevresinde yüksek topografyada oluşan boksitten ayrı ve daha yavaş bir hızla olgunlaşmamış boksit meydana gelmektedir.

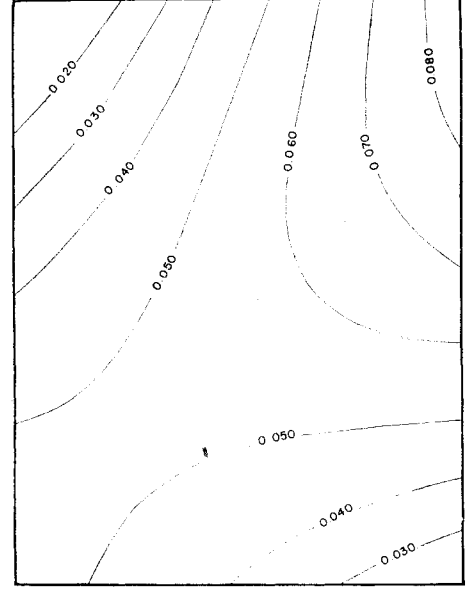
Trend yüzeyi haritalarında KB-GD eksenini boyunca görülen yüksek değerler olgun boksitin eksen boyunca toplandığını, KD ve GB yönlerine doğru görülen düşük değerler olgunlaşmamış boksite veya kireçtaşı erimesinden arta kalan kalıcı maddelere doğru bir geçişin varlığını kanıtlamaktadırlar.

$\text{SiO}_2$  trend yüzeyi haritasının gösterdiği dağılım,  $\text{SiO}_2$  nin birincil bir etkenden çok ikincil bir etken tarafından kontrol edildiği görüşünü vermektedir ki, bu da ikincil bir  $\text{SiO}_2$  yıkanması olarak kabul edilebilir. Boksitleme sırasında bir çok kez  $\text{SiO}_2$  yıkanması zaten olmuştur. Bu ikincil  $\text{SiO}_2$  yıkanmasının çukurluk tümüyle boksitle dolduktan ve örtü kayacının (kireçtaşının) çökmesinden sonra olduğu olasılığı fazladır.  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  ve  $\text{Fe}^{+2}$  in erirliklerinin



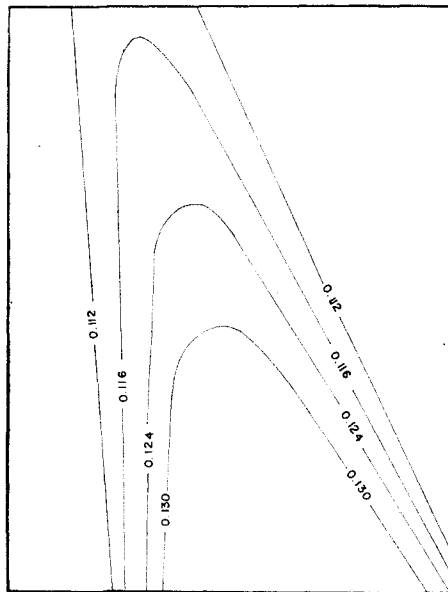
Sekil 7: Ni ikinci dereceden trend yüzeyi haritası, çoğul karşılaştırma katsayısı 0,27

Figure 7: Second order trend surface map of Ni, multiple correlation coefficient 0.27



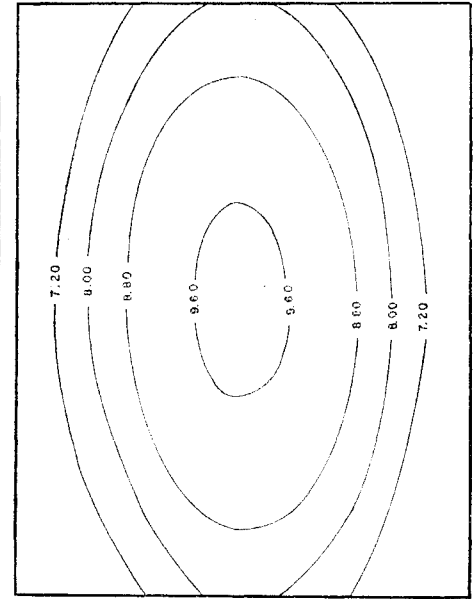
Sekil 9: Li ikinci dereceden trend yüzeyi haritası, çoğul karşılaştırma katsayısı 0,48

Figure 9: Second order trend surface map of Li, multiple correlation coefficient 0.48



Sekil 8: Na ikinci dereceden trend yüzeyi haritası, çoğul karşılaştırma katsayısı 0,63

Figure 8: Second order trend surface map of Na, multiple correlation coefficient 0.63

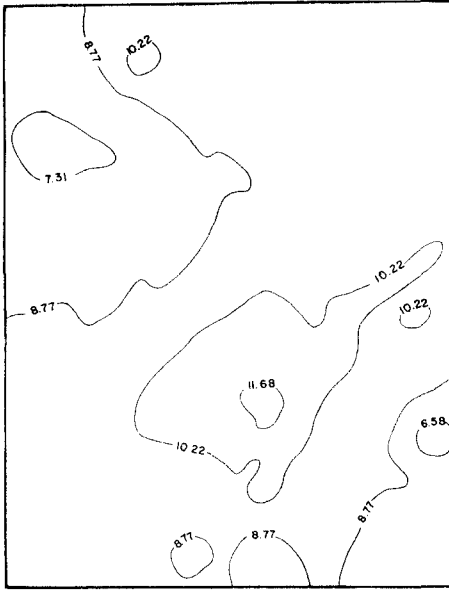


Sekil 10:  $\text{SiO}_2$  ikinci dereceden trend yüzeyi haritası, çoğul karşılaştırma katsayısı 0,53

Figure 10: Second order trend surface map of  $\text{SiO}_2$ , multiple correlation coefficient 0.53

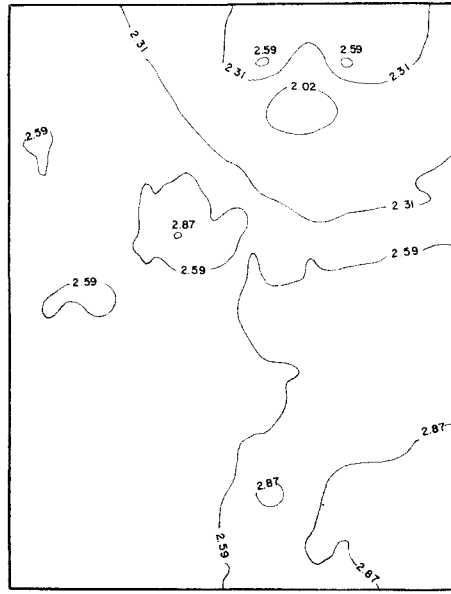
çok az olduğu ve  $\text{SiO}_2$  nin merkezden yatağın kenarlarına doğru giderek yavaşca azaldığı göz önüne alınırsa, çukurluk içindeki boksitin kendisini çevre,

leyen ve kapatan kireçtaşı ile yaptığı dokanakta, kireçtaşının etkisiyle doğan bazik bir ortamda bazik çözeltilerin giderek yavaşca boksiti etkileyebildikle-



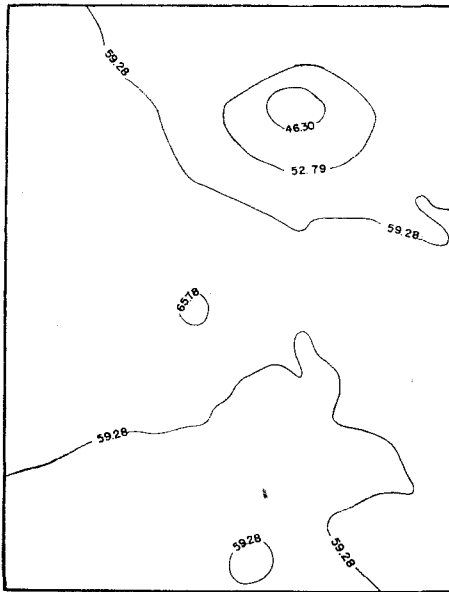
Sekil 11: SiO<sub>2</sub> kontur haritası.

Figure 11: Contour map of SiO<sub>2</sub>.



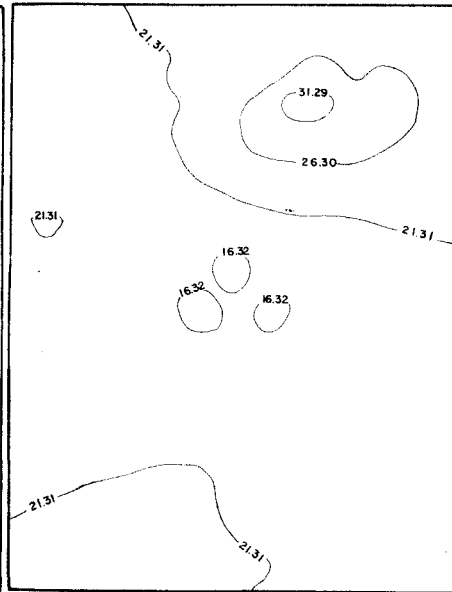
Sekil 13: TiO<sub>2</sub> kontur haritası.

Figure 13: Contour map of TiO<sub>2</sub>.



Sekil 12: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kontur haritası.

Figure 12: Contour map of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.



Sekil 14: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kontur haritası.

Figure 14: Contour map of Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

ri ve kenarlarda çok fakat merkezde az SiO<sub>2</sub> eritebildikleri düşünülebilir. Bu işlemler ancak boksitin üstü örtüldükten ve boksit tekrar su düzeyi üstüne çıktıktan sonra olabilir, ikincil SiO<sub>2</sub> yıkanmasının su altında olabileceği düşünülebilir de, trend yüzeyi haritası bu düşünceyi olanak dışı bırakmaktadır. Çün-

kü o zaman merkezden kenarlara doğru giderek bir azalmadan sa tekdüze ve tek yönlü bir azalma görülecekti.

örneğimizde diğer bir ikincil olay ise Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yıkanması ile ortaya çıkmaktadır. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarı KB-GD eksenı boyunca GD'ya doğru azalmakta KD ve GB'ya doğru çoğalmaktadır. Eksen bo-

yunca Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarındaki azalma anlamlı olup ikincil Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yıkanması kanısını kuvvetlendirmektedir.

Al, Ti, Fe kardeş elementler olarak nitelenmekte, iyonik yarıçaplarının birbirine çok yakın olması ve benzer elektronik yapı göstermeleri bunların doğada beraberce ve aynı koşullar altında toplanmalarına ve zenginleşmelerine olanak sağlamaktadır. Ancak örneğimizde bu kardeş elementlerden Fe değerlerini terketmiş görünmektedir. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve TiO<sub>2</sub> zenginleşirken Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in azalması çukurluğun boksitle dolmasından sonra asit bir ortamda Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in yıkanması ile olası görülmektedir. Bu yıkanma sırasında Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> genellikle böhmite ve kil mineralleri, TiO<sub>2</sub> ise anataz şeklinde olduğundan asit bir ortamdan etkilenmeyecek veya çok az etkilenecek ancak böhmite, hidroböhmite, hematite, hematojel, hidrohematit ve siderojel geğinde olan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> etkilenecek ve çukurlukta Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarında fakirleşme olacaktır.

Bozuşma sırasında Na ve Li ilk yıkanacak elementler (Goldschmidt, 1937) olmasına karşın Mortaş boksitlerinde olağanın dışında bir değer göstermektedirler. Trend yüzeyi haritaları incelendiğinde Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile Na trend yüzeyi haritalarında karşıt yönlü bir benzerliğin bulunduğu gözlenir. Bu ise ikincil Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yıkanmasına etkin olan ortamın Na ca zengin olduğunun bir kanıtıdır. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> trend yüzeyi haritası KB-GD eksenı boyunca GD'ya doğru bir dalma işaret etmektedir. Bu eğimli yüzeyin bölgenin sular altında kalmasından hemen önce meydana gelmiş olmasını düşünmek yanlış olmayacaktır. İkincil Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yıkanması ise bu eğimli yüzeyin tuzlu (Na ca zengin) suların bölgeyi kaplaması sırasında geliştiğini düşündürmektedir.

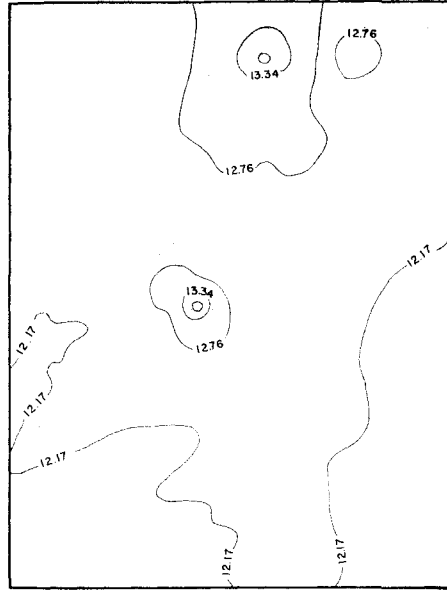
Lâ boksitleşme sırasında yüksek topografyadan yersel su akıntıları yardımıyla toplanmış ve daha sonra sel sularının getirdiği olgun boksitlerle karışmış, bir kısmı kil mineralleri tarafından adsorbe edilmiş, bir kısmı da eriliğinin yüksek olması nedeniyle çözeltide kalmış ve KB-GD eksenı boyunca yıkanmıştır. Diğer bir olasılıkla Li, yüksek topografyada boksitleşme anında yetişen bitkilerin köklerinde toplanmıştır, (Rankama, 1963). Boksitleşme sırasında bitkilerin çürüyerek olgun boksite karışmış, ya da sel sularının etkisiyle çukurlukta toplanmış ve orada çürüyerek boksit içindeki lityum miktarı-

m meydana getirmiş, olabileceği düşünülebilir. Li trend yüzeyi haritasının diğerleriyle KB-GD eksenini ve KB ve GD yönelimlerinden başka bir uyum göstermemesi yukarıda sözü edilen her iki olanağında teker teker veya beraberce olabileceği kanısını yaratmaktadır.

Ni trend yüzeyi haritası, diğer trend yüzeyi haritalarında gözlenen KB-GD, KD-GB yönelimlerinden başka özel bir konum göstermektedir. Bu da Ni in olağan olarak Al, Ti ve Fe ile birlikte zenginleştiğini, bu elementlerle birlikte çukurluğa taşındığını ve ikincil  $Fe_2O_3$  yıkanmasından etkilenmediğini söylemeye olanak hazırlamaktadır.

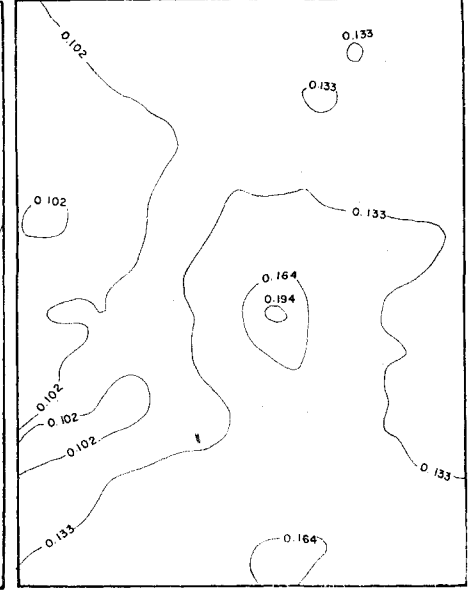
"Ateşte kayıp" trend yüzeyi haritası ise,  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$  ve kısmen  $Fe_2O_3$  ile gerek pozitif gerek negatif bir bağımlılık göstermesi gerekirken tümüyle ayrı bir görünüm içindedir ki, bu da bize boksitin çukurluk içinde toplanıp boksitleşmenin tamamlanması, su altında kalması ve tekrar su düzeyi üzerine çıktıktan sonra meydana gelen yersel boksit bozuşması sonunda yataktaki minerallerde dehidrasyon veya rehidrasyon olaylarının meydana geldiğini önermeye olanak sağlamaktadır.

Kontur haritalarında varlığı saptanan birinci anomalide  $Al_2O_3$  miktarı bir merkezden çevreye doğru çoğalmakta,  $TiO_2$  miktarı aynı merkezden çevreye doğru  $Al_2O_3$  ile aynı oranda çoğalmakta fakat  $Fe_2O_3$  yine aynı merkezde en yüksek değere ulaşmakta, merkezden çevreye doğru giderek  $Al_2O_3$  ve  $TiO_2$  miktarlarına ters orantılı olarak azalmaktadır. "Ateşte kayıp" miktarı ise, trend yüzeyi haritasının incelenmesinde anlatılan nedenler yüzünden kuzeye doğru kaymış fakat genel özelliklerini korumuştur. "Ateşte kayıp" da  $Fe_2O_3$  gibi merkezde en yüksek değer ve çevreye doğru giderek bir azalma göstermektedir. Bu anomali ve analiz sonuçlarının değişimi, trend yüzeylerinin incelenmesinde sözü edilen çukurluğun içinin boş olmadığını fakat peri bacalarını andıran çıkıntıların bulunduğu kanısını vermektedir. Karstik arazide, örneğimizdeki çukurluk oluşurken, bazı bölümler bileşim değişikliği nedeniyle veya kırık ve çatlaklardan uzak oluşlarına göre çevredeki erimeye karşı koymuş ve çukurluk içinde çıkıntılar meydana getirmiştir. Çukurluk çevresindeki yüksek topografyada boksitleşme devam ederken, örneğimizdeki çukurlukta da boksitleşme olayları çevreye nazaran daha yavaş bir hızla meydana gelmiş



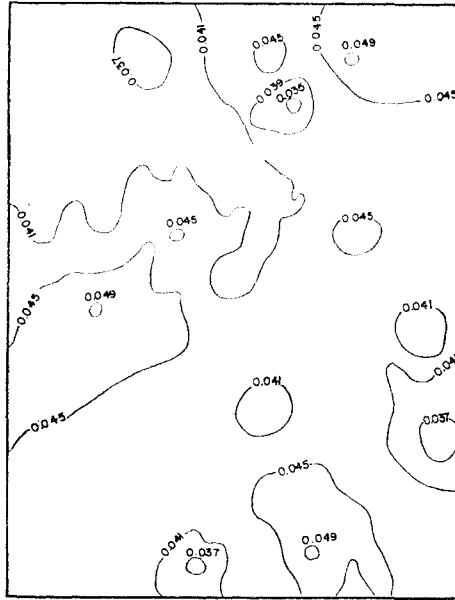
Şekil 15: "Ateşte kayıp" kontur haritası.

Figure 15: Contour map of loss on ignition.



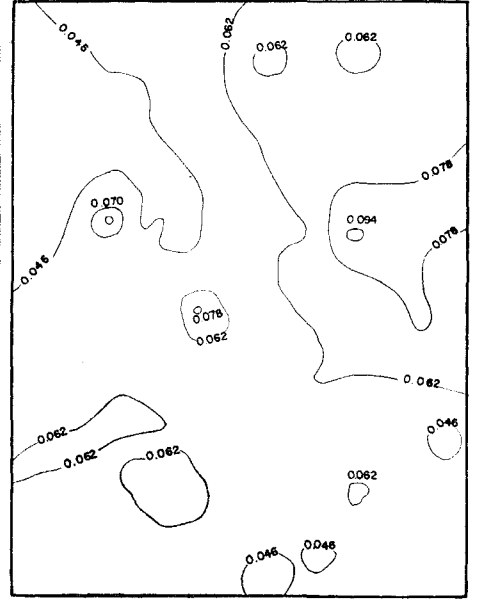
Şekil 17: Na kontur haritası.

Figure 17: Contour map of Na.



Şekil 16: Ni kontur haritası.

Figure 16: Contour map of Ni.



Şekil 18: Li kontur haritası.

Figure 18: Contour map of Li.

ve bu çıkıntılar çevresinde tam olgunlaşmamış boksit meydana gelmiş bu sırada sel sularının getirdiği olgunlaşmış boksit bunların çevresini doldurmuştur.

Yukarıda sözü edilen çıkıntı peri bacası şeklinde olabileceği gib düz bir sütun veya kökü aşınmış bir sütun (mantar gibi) ya da kökü tamamen eri-

miş, boksitleşmiş bir kireçtaşı bloğu olabilir.

Kanımızca bu anomali, yukarıda açıkladığımız şekilde ise, ki başka bir öneri için herhangi bir veri yoktur, Mortaş boksitlerinin kireçtaşı kökenli olduğunun kanıtlarından sadece bir tanesi olacaktır.

Kontur haritalarında görülen diğer anomali ise  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$  ve "ateşte kayıp" ile aynı oranlı bir zenginliği göstermekte, merkezde en yüksek değere ulaşmakta, merkezden çevreye doğru giderek azalmaktadır. Bu anomaliye paralel olarak KB-GD eksenini boyunca toplanan ikincil dereceden anomaliler eksen boyunca toplanan olgun boksitin en güzel kanıtlarıdır. Kontur haritalarında görülen diğer küçük anomaliler, sel sularının taşıdığı küçük kireçtaşı parçalarının çukurluk içinde boksitleşmeler şeklinde yorumlanabilir.

Sonuç olarak, Mortag boksitlerinin kireçtaşının bozuşmasından oluştuğu

varsayımından hareket edildiğinde, trend yüzeylerinin davranış ve kontur haritalarında görülen anomalileri açıklamak olanağı vardır.

Yayıma verildiği tarih: Nisan 1975

#### DEĞİNİLEN BELGELER

Blumenthal, M. ve Göksu, E., 1949, Akseki civarındaki dağlarda boksit zuhuratı, bunların jeolojik durumu ve jenezinde izahat (Die Bauxit-Vorkommen der Berge um Akseki Erörterungen über ihre geologische Position, Ausmasse und

Genese): MTA yayınları, Ankara, Seri B, no 14, 59 s.

Davis, J. C., 1973, Statistics, and data analysis in geology: John Wiley and Sons Inc., New York, 550 s.

Goldschmidt, V. M., 1937, Principles of distribution of chemical elements in minerals and rocks: Jour. Chem. Soc. (London), 655-673.

Göksu, E., 1953, Akseki boksit yataklarının jeoloji jenez ve maden bakımından etüdü: Türkiye Jeol. Kur. Bül. IV, 2, 79-140.

Rankama, K., 1963, Progress in isotope geology: Interscience Publishers, London, 705 s.

Wippert, J., 1959, Akseki boksitleri (Die Bauxit von Akseki): MTA, yayımlanmamış rapor no: 3076.