

**KÜMELEME VE ÇOKLU KARESEL AYIRMA  
ÇÖZÜMLEME TEKNİKLERİ VE  
UZAKTAN ALGILANMIŞ  
UYDU VERİSİ YARDIMIYLA  
ESKİŞEHİR/KIRKA ÇEVRESİNDE  
BOR MADENİ ARAŞTIRILMASI**

**EMRE MOLA  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
İSTATİSTİK ANABİLİM DALI**

**TEMMUZ 2005**

**Researching Boron Mine Around  
Eskişehir/Kırka By means of  
Clustering and Multiple  
Quadratic Discriminant  
Analyses and Remote Sensed Satallite Data**

**EMRE MOLA**

**MASTER OF SCIENCE THESIS**

**Department of Applied Statistics**

**July 2005**

**KÜMELEME VE ÇOKLU KARESEL AYIRMA ÇÖZÜMLEME TEKNİKLERİ  
VE UZAKTAN ALGILANMIŞ UYDU VERİSİ YARDIMIYLA  
ESKİŞEHİR/KIRKA ÇEVRESİNDE BOR MADENİ ARAŞTIRILMASI**

**EMRE MOLA**

**Osmangazi Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
İSTATİSTİK Anabilim Dalı  
UYGULAMALI İSTATİSTİK Bilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Veysel YILMAZ**

**Temmuz 2005**

Emre MOLA' nın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “**KÜMELEME VE ÇOKLU KARESEL AYIRMA ÇÖZÜMLEME TEKNİKLERİ VE UZAKTAN ALGILANMIŞ UYDU VERİSİ YARDIMIYLA ESKİŞEHİR/KIRKA ÇEVRESİNDE BOR MADENİ ARAŞTIRILMASI**” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Üye : Yrd. Doç. Dr. Veysel YILMAZ

Üye : Prof. Dr. Necla ÇÖMLEKÇİ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hüseyin ANKARA

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Abdurrahman KARAMANCIOĞLU  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

Günümüzde birçok alanda kullanılan mevcut doğal kaynakların hızla tükenmesi, yeni doğal kaynakların keşfedilmesinin önemini arttırmıştır. Bu doğal kaynakların başında hemen hemen kullanılmadığı alan bulunmayan “Bor” madeni gelmektedir.

“Kümeleme ve Çoklu Karesel Ayırma Çözümleme Teknikleri ve Uzaktan Algılanmış Uydu Verisi Yardımıyla Eskişehir/Kırka Çevresinde Bor Madeni Araştırılması” isimli bu çalışmada Etibank maden işletmelerine bağlı Eskişehir/ Kırka bor maden açık ocağı alanı dışındaki yaklaşık 1765 kilometrekarelik sahada bor madenin varlığı araştırılmıştır.

Bu araştırmada öncelikle konunun daha iyi anlaşılması için uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerine ait temel kavramlar ile çalışmada kullanılan çok değişkenli istatistiksel teknikler aktarılmıştır. Eskişehir/Kırka çevresinin uydu verisine çok değişkenli istatistiksel teknikler uygulanmış, çoklu karesel ayırma analizi çözümleme sonuçları görüntü şekline dönüştürülerek, mevcut görüntü paket programlarda bulunmayan çoklu karesel ayırma çözümle tekniğiyle görüntü gruplandırılmasına yeni bir boyut getirilmiştir.

Son olarak uydu verisine uygulanan en kısa uzaklık, en çok olabilirlik ve paket programlarda bulunmayan çoklu karesel ayırma teknikleri koordinatlı çözümleme sonuçları arazide kontrol edilmiştir.

## SUMMARY

It has increased the importance of discovering the new natural resources because the present natural resources used in many fields has been run out. The primary natural resources the “Boron” mine which is used in every field of industry.

In the work called “Researching Boron Mine Around Eskişehir/Kırka By means of Clustering and Multiple Quadratic Discriminant Analyses and Remote Sensed Satallite Data “ It has been researched the bor mine in the field out of the Eskişehir/Kırka open pit boron mining, approximate 1765 square kilometers, to find a resource of bor mine.

In this thesis primarily to understand the subject very well, it has been stated in the study of remote sensing and geographical information systems in bases of rules though multivariable statistical techniques used. Converting the results of multivariable quadratic discriminant analysis in to image case, it brought a new dimension to image clustering by multivariable quadratic discriminant analys technique which is not exist in the image package programs.

Lastly, it has been controled study land the result of multivariable quadratic discriminant with coordinates which is not exist in this technique and package program, minumum distance, maximum likelihood applied satallite data.

## TEŞEKKÜR

Güçlüklerle dolu bu çalışmada ;

Manevi ve Maddi destekleri için Aileme,

Osmangazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi İstatistik bölümü başkanı değerli hocam Prof.Dr.Necla ÇÖMLEKÇİ'ye, değerli hocam (Danışman Hocam) Yard.Doç.Dr.Veyssel YILMAZ'a, Osmangazi Üniversitesi İstatistik bölümünün diğer hocalarına, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü eski müdürü Prof. Dr. Selami KILIÇKAYA'ya

Verileri sağlamamda ve uzaktan algılama labrotuvarını kullanmamda büyük kolaylıklar sağlayan Anadolu Üniversitesi Uydu ve Uzay Bilimleri Araştırma Enstitüsü Müdürü Prof. Dr. Can AYDAY'a, müdür yardımcısı Yard.Doç.Dr. Metin ALTAN'a, bazı teknik konularda büyük yardımını gördüğüm Araş.Gör. Yüksek Jeodezi ve Fotogrametri mühendisi Uğur AVDAN'a,

GPS aletini sağlanmasında diğer bölümlerin göstermediği bilimsel hassasiyeti gösteren Osmangazi Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği bölüm başkanı Prof.Dr. Kadir SARIİZ'e ve jeolojik konularda ve kaynak sağlamamda bana büyük yardımı dokunan Araş.Gör. Yüksek Jeoloji Mühendisi Didem UĞURLUOĞLU'na,

Eti maden işletmeleri genel müdürlüğü Eskişehir/Kırka Bor işletmesi müdürlüğü eski teknik müdürü Maden Mühendisi Nihat YAMAN'a, etüt kontrol Başmühendisi Yücel ZAFER'e, Mühendis Nail AKBULUT'a, Yüksek Maden Mühendisi Hüseyin ŞENER'e, ulaşımda büyük kolaylıklar sağlayan nizamiyedeki güvenlik görevlilerine,

Arazi çalışmalarında yaptıkları yardımlar ve sıcak misafirperverliklerinden dolayı Akin köyü Muhtarına ve Akin köylülerine teşekkür ederim

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	iv
SUMMARY.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNİN	
AÇIKLANMASI.....	4
2.1. Uzaktan Algılamanın Niteliği.....	4
2.2. Uzaktan Algılama Temel Kavramları.....	4
2.2.1. Piksel.....	4
2.2.2. Çözünürlük.....	6
2.2.3. Uzaktan Algılama Sistemi ve Enerji Kaynağı.....	7
2.2.4. Atmosferik Olaylar.....	9
1.2.4.1. Soğurma.....	9
1.2.4.2. Dağıtma.....	9
1.2.4.3. Yansıma.....	9
2.3. Uzaktan Algılama Algılayıcıları.....	10
2.3.1. Yer Gözlem İstasyonları.....	11
2.3.2. Konulu Haritalayıcı Tarayıcılar.....	11
2.3.3. Uzaktan Algılama Uyduları.....	13



## İÇİNDEKİLER (devam)

### Sayfa

2.4. Coğrafi Bilgi Sistemlerine İlişkin Temel Bilgiler.....	14
2.4.1. Temel Harita Kavramları.....	19
2.4.1.1. Yeryüzünün Şekli.....	19
2.4.1.2. Harita Ölçekleri.....	20
2.4.1.3. Ölçüm Hataları.....	20
2.4.1.4. Projeksiyon ve Koordinat Sistemleri.....	21
2.4.2. GPS (Küresel Konum Belirleme) Uyduları ve Navilgasyon Sistemleri.....	22
<b>3. UZAKTAN ALGILANMIŞ UYDU VERİSİNİN KÜMELENDİRİLMESİNDE BENİMSENEN KÜMELEME VE ÇOKLU KARESEL AYIRMA ANALİZİ TEKNİKLERİ.....</b>	<b>24</b>
3.1. Ön Bilgilendirmesiz ve Ön Bilgilendirilmeli Kümeleme Analizi.....	24
3.1.1. En Kısa Uzaklık Kümeleme Tekniği.....	26
3.1.2. En Çok Olabilirlik Kümeleme Tekniği.....	29
3.2. Ayırma Çözümlemesi (Diskriminant Analizi).....	33
3.2.1. Ayırma Analizinin Dayandığı Temel Varsayımlar.....	34
3.2.2. Ayırma Fonksiyonlarının Bulunması.....	36
3.2.3. Ayırma Fonksiyonu Katsayılarının Elde Edilmesi ve Yorumu.....	38
3.2.4. Ayırma Fonksiyonları İçin Kullanılan İstatistiksel Anlamlılık Sınaması.....	40
3.2.5. Doğrusal Ayırma Çözümlemesi.....	41
3.2.5.1. İki Küme Olması Durumunda Doğrusal Ayırma Çözümlemesi.....	42
3.2.5.2. İkidenden Fazla Küme Olması Durumunda Doğrusal Ayırma Çözümlemesi (Çoklu Doğrusal Ayırma Çözümlemesi).....	45
3.2.6. Kareysel Ayırma Çözümlemesi.....	45

## İÇİNDEKİLER (devam)

### Sayfa

3.2.6.1. İki Küme Olması Durumunda Karesel Ayırma Çözümlemesi.....	46
3.2.6.2. İki'den Fazla Küme Olması Durumunda Karesel Ayırma Çözümlemesi (Çoklu Karesel Ayırma Çözümlemesi).....	46
<b>4. UYGULAMA.....</b>	<b>47</b>
4.1. Çalışma Alanının Sınırları.....	47
4.2. Eskişehir/Kırka Çevresi Çalışma Alanına İlişkin Uzaktan Algılanmış Uydu Görüntüsünün Açıklanması.....	48
4.2.1. Çalışma Alanı Bor Madenine İlişkin Jeolojik Durumunun Açıklanması... 48	
4.2.2. Çalışma Alanı Bitki Örtüsü Görüntüsünün Açıklanması.....	50
4.2.3. Çalışma Alanı Kayalar ve Kayaçların Görüntüsünün Açıklanması.....	50
4.2.4. Çalışma Alanı Toprak Görüntüsünün Açıklanması.....	51
4.2.5. Çalışma Alanı Su Görüntüsünün Açıklanması.....	51
4.2.6. Çalışma Alanı Bor Madeni Görüntüsünün Açıklanması.....	52
4.3. Uydu Görüntüsünün Koordinatlandırılması (Rektifiyesi).....	53
4.4. Uydu Görüntüsünün Veriye Dönüştürülmesi.....	58
4.5. Uydu Verisinin Çözümlemesi.....	59
4.5.1. Uydu Verisinin Ön Bilgilendirmesiz Kümeleme Tekniğiyle Çözümlemesi.....	59
4.5.1.1. Uydu Verisinin En Yakın Uzaklık Tekniğiyle Çözümlemesi....	60
4.5.1.1.1. Uydu Verisi Çözümlemesinin İstatistiksel Bulguları....	61
4.5.1.1.2. Uydu Verisi Çözümlemesinin Coğrafi Bulguları.....	62
4.5.1.2. Uydu Verisinin En Çok Olabilirlik Tekniğiyle Çözümlemesi....	65
4.5.1.2.1. Uydu Verisi Çözümlemesinin İstatistiksel Bulguları... 66	
4.5.1.2.2. Uydu Verisi Çözümlemesinin Coğrafi Bulguları .....	66

## İÇİNDEKİLER (devam)

### Sayfa

4.5.2. Uydu Verisinin Ön Bilgilendirmeli Kümeleme Tekniğiyle Çözümlemesi.....	68
4.5.2.1. Uydu Verisinin En yakın Uzaklık Tekniğiyle Çözümlemesi.....	71
4.5.2.1.1. Uydu Verisi Çözümlemesinin İstatistiksel Bulguları...	72
4.5.2.1.2. Uydu Verisi Çözümlemesinin Coğrafi Bulguları.....	72
4.5.2.2. Uydu Verisinin En Çok Olabilirlik Tekniğiyle Çözümlemesi....	75
4.5.2.2.1. Uydu Verisi Çözümlemesinin İstatistiksel Bulguları...	76
4.5.2.2.2. Uydu Verisi Çözümlemesinin Coğrafi Bulguları.....	76
4.6. Uydu Verisinin Çoklu Karesel Ayırma Tekniğiyle Çözümlemesi.....	79
4.6.1. Uydu Verisi Çözümlemesinin İstatistiksel Bulguları.....	85
4.6.2. Uydu Verisi Çözümlemesinin Coğrafi Bulguları .....	87
<b>5. SONUÇ VE TARTIŞMA .....</b>	<b>95</b>
<b>6.EKLER.....</b>	<b>98</b>
<b>Ek 1. BOR ARAZİ ÇALIŞMASI.....</b>	<b>98</b>
Ek 1.1. Bor Araştırması Arazi Kontrolünün Gerçeklik Kanıtları(Fotoğrafları) .....	98
Ek 1.2. Bölgenin Jeoloji Haritası.....	106
Ek 1.3. Çoklu Karesel Ayırma Çözümlemesi için Ön Bilgilendirme Değerleri.....	107
Ek 1.4. Çalışma Alanının Kırka Ovası Genelleştirilmiş Stratigrafik Dikme Kesiti.....	112

## İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

<b>Ek 2. UYDU VERİSİNİN ÇOK DEĞİŞKENLİ İSTATİSTİKSEL TEKNİKLERLE ÇÖZÜMLENMESİNDEN SONRA BU DOĞRULTUDA İŞLETME DIŞINDAN YAPILANARAZİ KONTROLÜNDE ÇALIŞMA ALANININ İÇİNDE BULUNAN MADENLERİN BOR MADENİ OLDUĞUNA DAİR RESMİ EVRAK.....</b>	<b>113</b>
<b>7. KAYNAKLAR DİZİNİ.....</b>	<b>114</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Landsat uydusu 1999 Ekim Ayı Eskişehir/Kırka çevresi görüntüsü.....	4
2.2. Landsat Uydusu 1999 Ekim Ayı Eskişehir/Kırka çevresi görüntüsünün pikseller belli olacak derecede büyütülmüş hali ve herhangi bir piksel (7,4,3 bant sistemi).....	5
2.3. Uzaktan algılama sistemi.....	7
2.4. Işığın dalga boyları .....	8
2.5. Uzaktan algılama algılayıcıları.....	11
2.6. Coğrafi bilgi sistemlerinin temel fonksiyonları.....	16
2.7. Gerçek dünya ve harita katman örnekleri.....	17
2.8. Coğrafi bilgi sistemlerindeki vektör tipi veri.....	18
2.9. Coğrafi bilgi sistemlerindeki raster tipi veri.....	18
2.10. Dünyanın şekli.....	20
2.11. Dünya'nın UTM Zone(bölge) numaraları ve Eskişehir/Kırka çevresinin 36. Zone (bölge) 'sinde olduğunun gösterimi.....	22
2.12. GPS(konum belirleme) aletinin temel çalışma prensibi.....	23
3.1. Aday pikselin hangi kümeye atanacağını en kısa uzaklık tekniğiyle gösterimi.....	29
3.2. En çok olabilirlik tekniğiyle herhangi bir pikselin herhangi bir kümeye dahil olma olasılığının 3 boyutlu olasılık değerleri değişim grafiği.....	32
3.3. Birimlerin ölçümlerinin iki boyutlu uzayda görünümü ve ayırma analizinin grafiksel görüntüsü.....	34
3.4. Örneklemeler ve ayırıcı değişkenler arasındaki ilişki.....	36
4.1. Çalışma Alanının Sınırları.....	47
4.2. Eskişehir/Kırka Eti Bank Boraks işletmesinde killi-borlu yer gerçeği fotoğrafı...49	49
4.3. Eskişehir/Kırka Eti Bank Boraks işletmesinde killi-borlu başka bir yer gerçeği Fotoğrafı.....	49
4.4. Eskişehir/Kırka Çevresi Landsat uydusu 1999 Ekim ayı uydu görüntüsünden Kunduzlar ve Çat Ören Barajı göletlerinin görünümü.....	52

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.5. Etibank/Kırka-Boraks işletme sahası içindeki açık bor ocağı ( işaretli) ve bor madeninin parlaklığının gözle de ayırt edilmesi.....	53
4.6. Koordinatlandırmada nirengi olarak kullanılan 20 enlem ve boylam noktalarından 5 tanesi ve Kunduzlar barajı gölü bir kısmı (Sayısallaştırılmış haliyle).....	54
4.7. Koordinatlanmış Vektör tipli görüntü formatındaki ( Eskişehir J25-a4 ve J24- b3 topografik harita paftaları) noktaların Raster tipi görüntü formatındaki uydu görüntüsünün koordinatlandırılması için nirengi belirleme işlemindeki 2 nokta seçimi.....	55
4.8. Landsat 1999 Ekim ayı Eskişehir/Kırka çevresinin 7,4,3 bant kombinasyonlu koordinatsız görüntüsü.....	56
4.9. Landsat 1999 Ekim ayı Eskişehir/Kırka çevresinin 7,4,3 bant kombinasyonlu koordinatlı görüntüsü.....	56
4.10. Çalışma alanındaki uydu verisi.....	58
4.11. En yakın uzaklık tekniğiyle ön bilgilendirmesiz kümeleme çözümleme sonucunda ortaya çıkan görüntü.....	60
4.12. En çok olabilirlik tekniğiyle ön bilgilendirmesiz kümeleme çözümleme sonucunda ortaya çıkan görüntü.....	65
4.13. Çalışmada alanındaki kümelerden bazıları-Yer gerçeği fotoğrafı.....	69
4.14. Çalışmada alanındaki kümelerden bazıları-Uydu görüntüsü.....	70
4.15. İmage analyst paket programında mevcut veri görüntüsü için yapılan ön Bilgilendirme.....	70
4.16. En kısa uzaklık tekniğiyle ön bilgilendirmeli kümeleme çözümleme sonucu....	71
4.17. En çok olabilirlik tekniğiyle ön bilgilendirmeli kümeleme çözümleme sonucu.....	75

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.18. Çoklu karesel ayırma analizi tekniğiyle çözümlenmiş uydu verisinin koordinatsız (rektifiyesiz) görüntüsü.....	83
4.19. Çoklu karesel ayırma analizi tekniğiyle çözümlenmiş uydu verisinin koordinatlı (rektifiyeli) görüntüsü.....	84
4.20. Kunduzlar barajı göletinin bir kısmının çoklu karesel ayırma analizi tekniğiyle çözümlenmiş halinin görüntüsü ve topografik haritadaki görüntüsü.....	85
4.21. Çözümlemeler sonucunda çözümlenmiş uydu görüntüsü üzerinde bor madeni bulunan yerler (1-2) ile mermer ocağı (3).....	91
4.22. Çözümlemeler sonucunda arazi kontrollerindeki bor madeni bulunan yerlerin ve mermer ocağının topografik haritada gösterimi (1-2) ile mermer ocağı (3).....	91
4.23. Çözümlemeler sonucunda EM-2 olarak isimlendirilen bor madeninin bulunduğu yer.....	92
4.24. Çözümlemeler sonucunda Kunduzlar barajı göletinin güneyinde EM-2'nin bulunduğu yerin topografik haritayla gösterimi (Kırmızı nokta).....	93
4.25. Eskiden Etibank Kırka/Boraks işletmesi tarafından işletilen kolemanit tipi mineralin bulunduğu yerin (işaretli) yapılan çözümlemeler sonucunda doğrulanması.....	93
4.26. Eskiden Etibank Kırka/Boraks işletmesi tarafından işletilen kolemanit tipi mineralin bulunduğu yerin topografik haritada gösterimi (Kırmızı işaretli)...	94
S.1 Çat ören ve Kunduzlar barajı göletlerindeki muhtemel bor alanı ya da bor kirlilik alanları (siyah).....	97

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1- Elektromanyetik ışın türleri ve dalga boyları (1 mikro metre= $10^{-6}$ metre).....	8
2.2. TM bantlarının (kanallarının) genel özellikleri.....	12
2.3. TM tarayıcısına ilişkin teknik veriler.( $\mu\text{m}$ =mikro metre, 1 $\mu\text{m}$ = $10^{-6}$ metre).....	14
4.1 En kısa uzaklık tekniğiyle ön bilgilendirmesiz kümeleme çözümü için sonuçları için istatistiksel hata analizi.....	61
4.2. En çok olabilirlik tekniğiyle ön bilgilendirmesiz kümeleme çözümü için sonuçları için istatistiksel hata analizi.....	66
4.3. En kısa uzaklık tekniğiyle ön bilgilendirmeli kümeleme çözümü için sonuçları için istatistiksel hata analizi.....	72
4.4. En çok olabilirlik tekniğiyle ön bilgilendirmeli kümeleme çözümü için sonuçları için istatistiksel hata analizi.....	76
4.5. Bant 7,bant4, bant3 kombinasyonunda Beyaz, Siyah ve Mavi rengi veren sayısal değerler.....	82
4.6. 3 kümenin kovaryans matrisleri.....	85
4.7. Kovaryans matrislerinin eşitliğine dair $H_0$ önsavı için Box M testi sonucu....	86
4.8. Çoklu karesel ayırma katsayıları.....	86
4.9. Ayırma denklemlerinin yeterli ayırım gücüne sahip olmadığına dair $H_0$ önsavı için uygulanan sına sonuçları.....	86



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
$\mu\text{m}$	Mikro Metre
$\text{\AA}$	Angstrom
m	Metre
m	Ölçek
$55^{\circ}$	55 derece
X	Veri matrisi
n	Gözlem sayısı
p	Değişken sayısı
r	Örnekleme için korelasyon katsayısı
Var	Varyans
Kov	Kovaryans
d	Öklit uzaklığı
f(x)	x' e bağlı fonksiyon
$\Pi$	Pi sabiti (22/7)
Ln	Doğal logaritma
$\wedge$	Lamda
$x^2$	Ki-kare
e	Logaritmik katsayı (2,71)
$\rho$	Evren için korelasyon katsayısı
$\underline{\Sigma}$	Evren için Varyans-Kovaryans matrisi

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)**

<b><u>Kısaltmalar</u></b>	<b><u>Açıklama</u></b>
TM	Konulu harita
MSS	Çoklu tarayıcı
CBS	Coğrafi bilgi sistemleri
UTM	Bir çeşit projeksiyon sistemi
km	Kilometre
GPS	Küresel konum belirleme
Cos	Kosünüs
SD	Spektral uzaklık
M	Anakütle Ortalaması
W	Kümeler (gruplar) içi varyans-kovaryans matrisi
B	Kümeler (gruplar) arası varyans-kovaryans matrisi
log	Logaritma
Max	En Fazla
Q	Karesel
J25-a4	Harita pafta numarası
EM	Arazi kontrollerinde bulunan bor madenlerine verilen isim
ASCII	Bir çeşit bilgisayar dosyası kayıt türü
SPSS	İstatistiksel paket program ismi
H	Önsav

*Türkiye için*

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Günümüzde doğal kaynaklar çok önemli ve stratejik öneme sahiptir. Uğruna savaşların yapıldığı doğal kaynakların başında yer alan petrol, uzmanların tahminine göre yakın gelecekte tükenecektir. Bu yüzden gelişmiş ülkeler petrolün yerine geçebilecek yeni doğal kaynak arayışına girmişlerdir. Bu doğal kaynakların en önemlisi bor madenidir. Bu madenden elde edilen hidrojen enerjisiyle çalışan araçların yapılması, gelişmiş ülkelerin ekonomilerinin büyük bir kısmını bor madeninin araştırmasına ve ayırmasına neden olmuştur.

Günümüzde özellikle bilgi teknolojileri, otomotiv sanayi ve enerji alanlarında bor bileşiklerinin çok önemli rol oynadığı araştırmalar yapılmaktadır. Yeni üstün özellikli ürünler geliştirilmektedir. Örneğin bir bor bileşiği olan sodyum borhidrürün suyla tepkimeye girerek katalizör aracılığıyla hidrojen gazı açığa çıkarması özelliğinden yararlanılarak, elektrokimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çeviren düzenekler olan yakıt pilleri (araç yakıtı) kullanılmaya başlanmıştır. Otomobillerde yakıt ve çevre kirliliği sorunlarını ortadan kaldıracak olan bu teknolojinin pazara girmesiyle, gelecekte bor ve bileşiklerine olan talebin önemli ölçüde artacağı varsayılmaktadır. Bundan başka bor ve kimi özel bileşiklerinden yararlanılarak, bilgi teknolojilerinde kullanılan süper iletkenler ve mikroçipler gibi ürünler daha da geliştirilerek bunların verimi ve kullanılabilirliği önemli ölçüde arttırılmıştır. Günümüzde, teknoloji üreten ülkelerde borla ilgili araştırmalar tüm hızıyla devam ediyor ve öyle görünüyor ki bu element iki binli yıllarda yaşamımıza pek çok alanda girerek kolaylık sağlayacaktır ( TÜBİTAK, 2002).

Yeryüzünün oluşumundan beri doğada bulunan boratlar medeniyetlerin başlangıcından beri birçok şekilde kullanılmışlardır. Günümüzde cam ve seramikçiler boru nasıl kullanılıyorlarsa, eski kültürlerde de zanaatkarlar ve kuyumcular aynı şekilde kullanmışlardır.

Bor bitkiler için çok önemli bir mikrodalgadır; çiçeklenme, polen üretimi, tohum ve meyve gelişimi, bitki kanallarında şekerlerin hareketi için önemlidir. İnsanlar su, sebze ve meyvelerle günde 2-3 mg (miligram) bor almaktadır. Yaşam için zorunlu

olduğu ispatlanmamışsa da, Dünya Sağlık rgt dahil birçok bilim adamı optimum insan sağlığı için borun gıda olarak önemli olduğunu ileri sürmektedir.

Evlerin altyapısında kullanılan camyünü ve selüloz izolasyonlarda, ağaç, plastik, tuğla, boru ve tel üretiminde, kf ve böcek önlemede ve yanmayı geciktirici olarak bor kullanılmakta, evlerin içinde çeşitli seramik malzemede, ısıya dayanıklı camlarda buzdolaplarında, çeşitli temizlik ve kozmetik malzemelerde, kumaş ve üretim teknolojilerinde, çeşitli kompozit spor eşyalarda, dijital saat ve bilgisayarlarda borlu bileşiklerden az ya da çok bulunmaktadır.

Borsuz yeşil bitki olmadığı gibi, endüstriyel tesis de bulunmamaktadır: mıknatıslar, aşındırıcılar, antifiriz, motor ve fren yağları, transistörler, yarıiletkenler, kağıt, nükleer enerji, teknolojik camlar, tıbbi malzemeler (kanser tedavisi) gibi geniş bir sanayinin yanı sıra, cam, kimya ve deterjan, seramik ve polimerik malzemeler, metalurji ve inşaat, gıda ve tarım gibi alanlara ek olarak uzay ve hava araçları, askeri araçlar, füzeler, radarlar, iletişim teknolojileri, nanoteknolojiler ve enerji gibi geniş kullanım alanlarına örnek verilebilir ( TÜBİTAK, 2002).

Türkiye’de dünya bor rezervinin % 60’ını bulunması ve bu madenin bugünkü ve gelecekteki önemi dünya pazarında bu madene duyulan ihtiyaı arttıracaktır. Bor madenine artan talep Türkiye’deki bilinen rezervleri azaltacaktır. Bu nedenle çalışmada Eskişehir/Kırka çevresindeki 1765 kilometrekarelik geniş alanda bor madeni varlığının araştırılması amaçlanmıştır.

Günümüzde uzaktan algılama uyduları çok kısa sürede geniş yeryüzü alanlarına çoklu bant sistemine göre tarayabilmekte, yer gerçeklerini sayısal olarak veriye dönüştürebilmektedir. Bu veriler amaca uygun olarak analiz edilmektedir. Verinin ve değişkenliğin olduğu her alanda kullanılan istatistikten, doğal olarak uydu verilerinin analizlerinden de yararlanılmaktadır.

Bu alışmada Eskişehir/Kırka evresi için uzaktan algılama uydusuyla elde edilen veriler çok değişkenli istatistiksel tekniklerle çözümlenmiş, coğrafı bilgi sistemleri de çalışmanın görselliği, sonuçlarının koordinatları ve çalışmanın coğrafı doğrulanmasında kullanılmıştır.

Belirtilen amaçlar doğrultusunda Bölüm 2’de uzaktan algılama ve coğrafı bilgi sistemleri temel kavramları açıklandıktan sonra, Bölüm 3’de uzaktan algılanmış uydu

verisinin çözümlenmesinde kullanılan çok değişkenli istatistiksel tekniklere özel olarak yer verilmiştir.

Bölüm 4’de daha önce açıklanan uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerinin ışığında uygulamaya gidilmiş, çalışma alanına ilişkin olarak elde edilen uydu verisinin çok değişkenli istatistiksel çözümlenmesi yapılmıştır. Elde edilen çözümlenme yer gerçekleriyle karşılaştırılarak, Eskişehir/Kırka çevresindeki bor madeninin varlığı gerçekleştirilmiştir.

Uydu verisi kümeleme analizi teknikleri dışında, çoklu karesel ayırma teknikleriyle de analiz edilmiştir. Çoklu karesel ayırma analizi hiçbir uydu verisi analizi paket programında bulunmadığından, ayırma analizi tarafından gerçekleştirilmiştir; uydu verisinden ayırma fonksiyonları bulunmuş, bor madeni grubu atamaları yapılmıştır. Kurulan algoritmayla uydu verisi renk verisine, renk verisi de sonunda görüntüye dönüştürülmüş ve koordinatlandırılmıştır. Böylece bor madeni araştırılmasında yararlanılan istatistiksel çözümlenmeye yeni bir boyut getirilmiştir.

Ek1’de çalışmada kullanılan verilerin yanı sıra arazi çalışmasında ortaya çıkan yer gerçeklerinin fotoğrafları bulunmaktadır.

Ek 2’de uzaktan algılanmış uydu verisi ve çok değişkenli istatistiksel teknikler yardımıyla Eskişehir/Kırka çevresinde varlığı belirlenen bor madeninin araştırılması sonucunda elde edilen Eti Bor Kırka açık maden ocağı dışındaki koordinatları, yer gerçekleriyle karşılaştırılmada bulunan madenin bor olduğuna dair resmi kimyasal analiz sonuçları yer almaktadır.

## **2. UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNİN**

### **AÇIKLANMASI**

Bu bölümde Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerine ilişkin temel kavramlara yer verilmiştir; bor madeni araştırılmasında sözkonusu sistemlerden yararlanılacaktır.

#### **2.1 Uzaktan Algılamanın Niteliği**

Uzaktan algılama, bir cisme dokunmadan o cisim hakkında karar verme, bilgi edinebilme bilimidir (Langrebe,1978).

Uzaktan algılama dünya için, belirli bir yükseklikten çeşitli algılayıcılar yardımıyla yer gerçeği objeleriyle fiziksel temasta bulunmaksızın bu objelerin güneşten aldıkları enerjinin yansıyan kısmının algılayıcılarda bulunan çeşitli düzenekler tarafından depolanıp bilgisayar ortamına aktarıp işlendikten sonra yer gerçekleri hakkında bilgi üretir (Ay,1996).

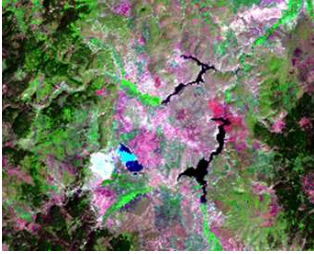
#### **2.2 Uzaktan Algılama Temel Kavramları**

##### **2.2.1. Piksel**

Görüntünün en küçük parçasına piksel denir.

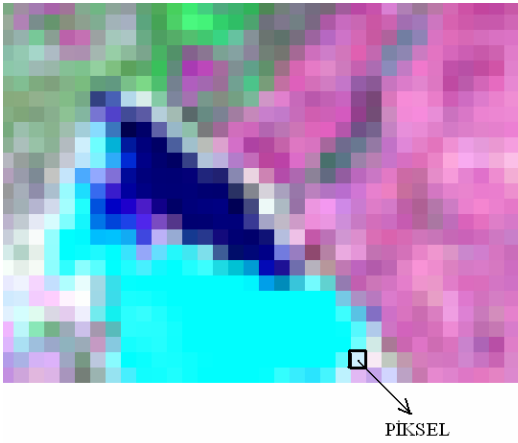
Bu tanımla piksel istatistikteki “gözlem değeri” kavramıyla eşdeğerdir. Görüntü üzerindeki pikselin karşılık olduğu yer gerçeği alanı ise istatistiksel birimdir (N. Çömlekçi, 2005, sözlü görüşme). Uydu görüntüsü çok sayıda pikselin oluşturduğu bütündür. Herhangi bir uydu görüntüsü birçok kez büyütüldüğünde pikseller gözükmeye başlar.

Piksel kavramını görüntü üzerinde açıklayacak olursak;



**Şekil 2.1.** Landsat uydusu 1999 Ekim ayı Eskişehir/Kırka çevresi görüntüsü (7,4,3 bant sistemi)

Şekil 2.1.'deki görüntü büyütülmemiş uydu görüntüsüdür. Bu görüntüyü büyütürsek, Şekil 2.2.'deki pikseller ortaya çıkar.



**Şekil 2.2-** Landsat uydusu 1999 Ekim ayı Eskişehir/Kırka çevresi görüntüsünün pikseller belli olacak derecede büyütülmüş hali ve herhangi bir piksel (7,4,3 bant sistemi)

Piksellerden oluşan uydu görüntüsü aslında piksellere ait yansıma değerlerinden oluşan uydu verisidir.



### 2.2.2. Çözünürlük

Çözünürlük belirli bir uydunun her açıdan yer gerçeğine ait veri için ayırım yapabilme kapasitesidir.

Uydularda 4 farklı çözünürlük vardır (Ay,1996).

i) Spektral Çözünürlük : Bir uydunun elektromanyetik spekturumunda (aralığında) kayıt yaptığı dalga boyu aralığı, yani sahip olduğu bant sayısıdır. Bu çalışmada kullanılan Landsat-5 TM uydusunda 7 adet bant mevcuttur.

Her bir bant rassal değişkendir (N. Çömlekçi, 2005, sözlü görüşme). Renkli bir görüntünün oluşabilmesi için bu 7 banttan araştırmanın tipine göre uygun olan 3 bant seçilir. Dolayısıyla her bir pikselde 3 adet değişkenin almış olduğu yansıma değerleri mevcuttur.

ii) Mekansal Çözünürlük : Uzaktan algılama uydusunun yer gerçeğinde kayıt yaptığı en küçük alan ya da bir pikselin temsil ettiği yer gerçeği alanıdır.

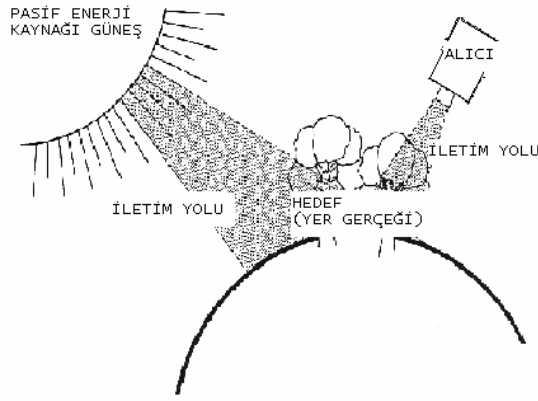
iii) Radyometrik Çözünürlük : Her bir banttaki olabilecek veri kütük değeri ya da dinamik aralıktır. Bu enerjinin kayıt yaptığı bit cinsinden ifadesidir.

iv) Zamansal Çözünürlük : Uydunun yer gerçeğindeki belirli bir koordinatta periyodik olarak kayıt yapabildiği süredir (Ay,1996).

Bu durumda piksel kavramı da yerine göre görüntü (gözlem değeri) yerine göre sabit alan ( gözlem birimi) olarak kullanılmaktadır.

### 2.2.3. Uzaktan Algılama Sistemi ve Enerji Kaynağı

Uzaktan algılama sistemi enerji kaynağı, enerjinin kat ettiği yol, gözlenen cisim, uydu ve alıcıdan oluşur. Enerji kaynağı doğal bir enerji kaynağı ise pasif enerji kaynağı, enerjisini kendisi yayıyor ise buna aktif enerji kaynağı adı verilir. Aktif enerji kaynaklarına örnek olarak radar ve sonar verilebilir. Güneş pasif bir enerji kaynağıdır.



Şekil 2.3- Uzaktan algılama sistemi ( Erdas Field Guide, July 1990).

Dünyamız için en önemli enerji kaynağı güneştir. Güneş enerjisi elektromanyetik dalgalar halinde sabit hız ile yeryüzüne ulaşmaktadır. Uzaktan Algılama elektromanyetik enerjinin cisimlerle etkileşmesi esasına dayandığı için, elektromanyetik spektrumun temel özelliklerinin bilinmesi gerekir.

Elektromanyetik ışınlar atmosfer, su ve diğer ortamlardan değişik ortamlara geçebildikleri gibi uzay boşluğundan da geçebilen tek enerji türüdür. Bu nedenle, bir cisme dokunmadan o cisim hakkında bilgi edinme bilimindeki uygulanan teknikler esas olarak elektromanyetik dalgalarla uygulanabilmektedir.

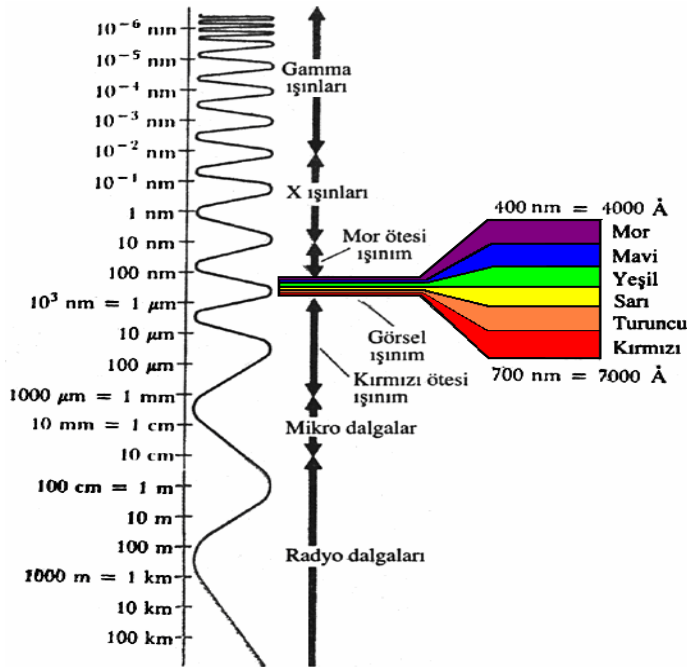
Bütün elektromanyetik dalgalar, elektromanyetik spektrumun hangi bölgesinde olursa olsun daima ışık hızıyla hareket eder. Milimetre dalga boylu elektromanyetik ışımaya, mikrodalga ve kızılötesi tekniğiyle üretilebilmektedir.

Günlük yaşantımızda, elektromanyetik spektrumun değişik bölgelerinden kaynaklanan ışınlarla karşı karşıyayızdır. Yukarıda belirtildiği gibi, güneş ışınları elektromanyetik ışınların temel kaynağıdır. Benzer şekilde, radyo ve televizyon dalgaları da elektromanyetik ışımaya verebilen enerji kaynaklarıdır. Radar sistemlerinde

oluşturulan mikrodalgalar, telefon ile kulağımıza kadar ulaşır. Elektromanyetik ışınlar, ışık veren lambalardan, otomobillerin ısınmış motorlarından, X ışını düzeneklerinden ve toprak altındaki radyoaktif elementlerden kaynaklanır. Ayrıca, içinde yaşadığımız galaksinin yıldızlarından ve diğer cisimlerden bize elektromanyetik ışınlar (güneş ışınları) ulaşır (Halliday and Resnick, 1981).

**Çizelge 2.1.** Elektromanyetik ışın türleri ve dalga boyları(1 mikro metre= $10^{-6}$  metre)

İŞIN TÜRÜ	DALGA BOYU ( $\mu\text{m}$ =Mikro Metre)
Görünür	0,38-0,72
Yakın Kızılötesi	0,72-1,30
Orta Kızılötesi	1,30-3,00
Uzak Kızılötesi	7,00-15,00



**Şekil 2.4.-** Işığın dalga boyları (1nm(nanometre)= $10^{-9}$  m (metre) , (1 Å (Angstrom)= $10^{-10}$  m (metre))

Uydu alıcılarındaki bant sistemleri insan gözünün gördüğü ve göremediği spektral dalga boyu aralıklarında algılama yapabilmektedirler.

#### **2.2.4. Atmosferik Olaylar**

##### **2.2.4.1 Soğurma**

Atmosferdeki oksijen, ozon, su buharı, karbondioksit ve metan gibi belli başlı gazların molekülleri elektromanyetik enerjiyi soğururlar. Soğrulma özellikle morötesi ve kızılötesi bölgelerde baskın olup, görünür bölgede daha azdır. Elektromanyetik spektrumda soğrulmanın çok az veya hiç olmadığı bölgelere atmosferik geçiş ya da atmosferik pencere denilir. Uzaktan algılama açısından atmosferik pencerenin önemi bu bölgelere ayarlanan bantlar yardımıyla kayıt edilir (Ay,1996).

##### **2.2.4.2 Dağıtma**

Güneşten yeryüzüne ulaşan enerji, yeryüzünde bulunan objenin yüzeyinin pürüzlü veya dalgalı olması nedeniyle çeşitli yönlere ayrılarak yansır. Bu şekilde dağılan enerji uzaktan algılama algılayıcılarına ulaşmadığı için uzaktan algılamada önem taşımaktadır (Ay,1996).

##### **2.2.4.3. Yansıma**

Yeryüzünde bulunan objenin konumuna ve yüzeyinin düzgün olmasına göre güneşten gelen enerji genellikle geldiği yönün tersine aynı açı ile atmosfere doğru yansır. Bu şekilde yansıyan enerjinin atmosferden geçen kısmı uzaktan algılama algılayıcılarında bulunan bantlar yardımıyla depolanır ve uzaktan algıma verisini oluşturur (Ay,1996).

Yansıma yüzeyin parlaklık (veya pürüzlülük) derecesine göre değişmektedir. Yeryüzündeki cisimler genellikle yarı parlak yüzeyler olarak kabul edilmektedir. Kısa dalga boylu ışınımın çok pürüzlü bir yüzeyden yansımaları için yüzeyin koyu renkte görünmesine sebep olurken, kayalık bir yüzey, uzun dalga boylarına sahip radyo dalgalarıyla tarandığında, parlak yüzey gibi algılanmaktadır.

Yeryüzü, spektral yansımalarındaki farklılıklar itibarıyla genel olarak bitki örtüsü, kaya-toprak ve su yüzeyleri olmak üzere üç grupta değerlendirilmektedir. Bu özellik, objelerin tanınip ayırt edilebilmeleri için görünür ışık bölgesi yanında infrared bölgesinin göz önünde tutulması gerekliliğinin ve aynı zamanda neden çok bantlı algılayıcılara gerek duyulduğunun açık bir kanıtıdır (Bilge, 1997).

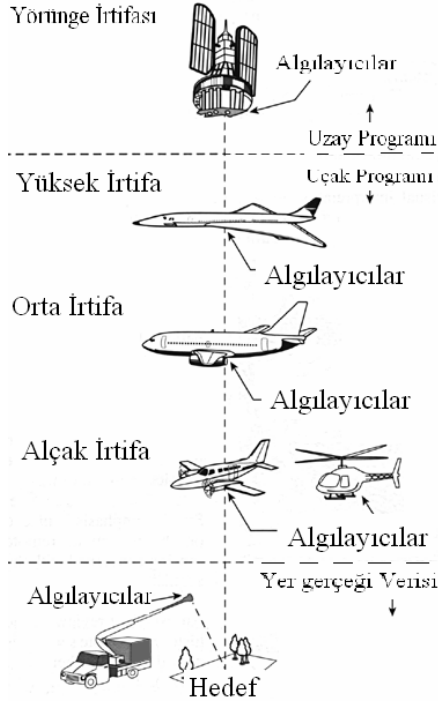
### **2.3 Uzaktan Algılama Algılayıcıları**

Atmosferdeki koşullardan etkilenen elektromanyetik enerji cisim ile etkileştikten sonra değişik algılama kapasitelerine sahip uzaktan algılama araçlarıyla manyetik ortamlarda depolanır.

Değişik algılama kapasitesine sahip araçlar, irtifa sırasına göre yeryüzünden yüksek irtifaya doğru sıralanacak olursa;

- i-Ucunda bantlı sistem algılayıcı olan vinç
- ii-Alçak irtifa uçakları ve helikopterler
- iii-Orta irtifa uçakları
- iv-Yüksek İrtifa Uçakları
- v-Uydular

Uzaktan algılama hava araçları ve uydular, üzerlerinde bulunan ve yeryüzüne doğru çevrilmiş olan çok bantlı spektral bant algılama sistemleriyle algılama yaparlar (Bilge, 1997).



Şekil 2.5.-Uzaktan Algılama Algılayıcıları (Bilge, 1997)

### 2.3.1. Yer Gözlem İstasyonları

Yer gözlem istasyonları, üzerinde algılayıcılar ile ilişki kurmak için çeşitli sistemlerin bulunduğu yerlerdir. Yer gözlemelerini, laboratuvar çalışmaları ve alan çalışmaları olarak ikiye ayırmak mümkündür. Laboratuvar çalışmalarında çeşitli dalga boylarında yer gerçeklerinin özellikleri yapay ortamda ölçülür. Alan ölçümlerinde ise bu özellikler doğal ortamda konumları bozulmadan incelenir (Ay,1996).

### 2.3.2. Konulu Haritalayıcı Tarayıcılar (Algılayıcılar) (TM)

TM, elektromagnetik spektrumda (aralıkta) görünür, yakın infrared, orta infrared ve termal infraredde yansıyan enerjiyi kayıt eden optik-mekanik algılayıcı sistem tarayıcısıdır.

TM algılayıcısı (tarayıcısı), Landsat MSS (çoklu tarayıcı) algılayıcısından daha yüksek uzaysal (irtifa), spektral ve radyometrik rezolusyonlu (duyarlılığa sahip) çoklu spektral görüntü toplama kapasitesine sahiptir.

TM, 705 km'lik bir yükseklikte, güneyde kutba yakın senkronik (eğik) bir yörüngeye yerleştirilmiştir. Tarama aynası (uydulardaki ayna sistemi), yerden 185 km<sup>2</sup>'lik bir yer gerçeği alanını tarayabilecek nitelikte olup, tarama iki doğrultulu olarak gerçekleşmekte, bir başka deyişle, veriler aynanın hem geri hem de ileri taramaları ile toplanmaktadır. TM algılayıcıları 7 termal banda sahiptir. Bu bantların genel özellikleri Çizelge 2.2.'de verilmiştir (Bilge, 1997; Ay,1996).

**Çizelge 2.2.** TM Bantlarının (Kanallarının) Genel Özellikleri (Bilge, 1997; Ay,1996).

Kanal No	Temel Uygulama Alanları
TM1	Kirliliğin yüzeyde toplandığı çok kirli sular için kirlilik parametresinin belirlenmesi çalışmalarında yanıtıcı değerler verir. Temiz sular yüksek kirlilik parametresinin belirlenmesinde kullanılır. Toprak, katı ve bitki (iğne, yayvan yapraklı ağaç ayrımı) karakteristiklerinin belirlenmesi çalışmalarında sağlıklı sonuçlar verir. Kıyı sularının haritalanmasında da kullanılır.
TM2	Sağlıklı bitkinin yeşil yansımaya karşılık gelmektedir, bitkilerin belirlenmesinde, hastalıklı ve sağlıklı bitkilerin ayırt edilmesinde kullanılır.
TM3	Bitkilerin ayırt edilmesinde Jeolojik sınırların ve toprak sınırlarının çizilmesinde kullanılır.
TM4	Özellikle biokütle yansımalarının bir bantıdır ve ürün belirlenmesi, toprak/ürün ayrımı ve kara/su kontrastı ve su yapısının yorumlanmasında kullanılır.
TM5	Bitkisel analizlerde yararlı olacak bitkinin su içeriği miktarına duyarlı bir banttır. Ayrıca kar ve bulut ve buz ayırımında kullanılır.
TM6	Bitki ve baskın ürün saptanması, ısı yoğunluğu, termal kirliliğin saptanması uygulamalarında kullanılır. Ayrıca Jeotermal faaliyetlerin belirlenmesinde kullanılabilir.
TM7	Jeolojik kaya formasyonları ve toprak sınırlarının ayrımı için kullanılır.

Bu tezde TM 7 TM 4 ve TM 3 bant kombinasyonu bor madeni araştırmasında bantların özellikleri bakımından TM 7,4,3 bant sistemi uygun görülmüştür.

### **2.3.3. Uzaktan Algılama Uyduları**

Uydular, geniş alanların çok daha kısa zamanda incelenmesine olanak sağlayan uzay platformları olup, kullanım şekillerine göre ikiye ayrılırlar.

- i- İnsanlı uydular (Skylab, Gemini...)
- ii- İnsansız Uydular ( Landsat, Metosat, Seasat, GOES, Tiro...)

Uydular, uzayda belirli bir yörünge takip ederler, bu yörüngelerin bir kısmı yaklaşık kutupsal (Landsat), bir kısmı ekvatorial (Meteosat), diğer bir kısmı da eğik yörüngelidir (Skybal).

Kutupsal yörüngeli uyduların hareketleri güneşle eş zamanlı olup, böylece dünyanın herhangi bir noktası üzerinden daima aynı yerel saatte geçerler.

Ekvatorial yörüngeli olanlar batıdan doğuya doğru dünya ile aynı açısal hızla döndükleri zaman dünyaya göre aynı yerde duruyormuş gibi görünürler. Bu tip uydulara Jeostationer (sabit uydular) denir.

Eğik yörüngeli uyduların yörüngeleri kutuplar ve ekvator düzleminden geçmezler (Bilge , 1997).

Landsat-5 uzaktan algılama uydusu 1.3.1984 tarihinde fırlatılmıştır, Landsat 1-2-3 uydu serisinde bulunan çok bantlı tarayıcılara sahiptir (termal bant dışında) ve buna ek olarak yeni bir tarayıcı Thematic Mapper (TM) Landsat-5 uydusunun platformuna sahiptir. Çizelge 2.3.'de TM tarayıcısına ilişkin önemli teknik veriler verilmiştir.



**Çizelge 2.3.** TM tarayıcısına ilişkin teknik veriler. ( $\mu\text{m}$ =mikro metre,  $1 \mu\text{m}=10^{-6}$  metre) (Bayram, 1998).

Bant No	Spektral Aralık	Piksel Kenarının Yer Gerçeğindeki Uzunluğu	Piksel'in Yer Gerçeğinde Kapladığı Alan
1	0.45-0.52 $\mu\text{m}$	30 metre	900 metre kare
2	0.52-0.60 $\mu\text{m}$	30 metre	900 metre kare
3	0.63-0.69 $\mu\text{m}$	30 metre	900 metre kare
4	0.76-0.90 $\mu\text{m}$	30 metre	900 metre kare
5	1.55-1.75 $\mu\text{m}$	30 metre	900 metre kare
6	10.40-12.50 $\mu\text{m}$	120 metre	14.400 metre kare
7	2.08-2.35 $\mu\text{m}$	30 metre	900 metre kare

Landsat 5 TM bir günde dünya etrafında 14.652 turu 713 km uçuş yüksekliğinde (irtifada) yapar; 16 günün sonunda tüm yeryüzü taranabilmektedir.

Landsat 5 TM'de uydu platformunda verilerin kaydedildiği bir ortam yoktur. Bunun yerine ekvator üzerine konumlandırılmış bir uydu ile (TDRS= Tracking and Data Relay Satellite) Landsat 5 TM'den gelen sinyaller Amerikan yer istasyonuna iletilebilmektedir (Bayram, 1998).

#### 2.4 Coğrafi Bilgi Sistemlerine İlişkin Temel Bilgiler

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), İngilizce Geographical Information Systems (GIS) kelimesinin Türkçe'ye çevrilmiş hali olup, kullanıcıların çok farklı disiplinlerden olması nedeniyle, bu kavram değişik şekillerde tanımlanmaktadır. Özellikle CBS'nin dünyada konumsal bilgi ile ilgilenen kişi kurum ve kuruluşlar arasında geniş bir merak uyandırması, gelişmelerdeki hızlı değişiklikler, özellikle ticari beklentiler, farklı uygulama ve fikirler, CBS'nin standart bir tanımının yapılmasına henüz izin vermemiştir. CBS bazı araştırmacılara göre konumsal bilgi sistemlerinin tümünü içeren ve coğrafik bilgiyi irdeleyen bir bilimsel kavram, bazılarına göre konumsal bilgileri

dijital yapıya kavuşturan bilgisayar tabanlı bir araç, bazılarına göre de organizasyona yardımcı olan bir veri tabanı yönetim sistemi olarak nitelendirilmektedir.

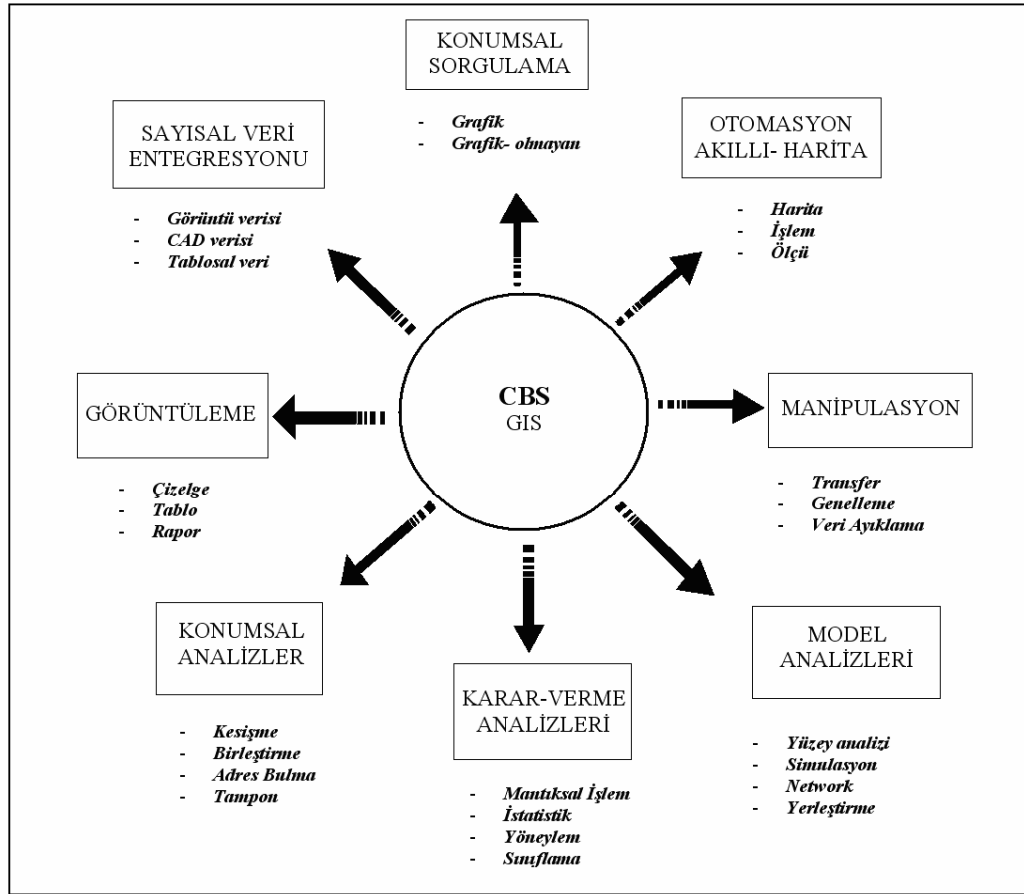
Bütün tanımlarda coğrafyaya konu olan bilgilerin toplanmasından bu bilgilerin üretilmesine kadar geçen süreçte bir takım mekansal işlemlerin gerçekleşmesi bilgisayarların bir araç olarak kullanılması ve tüm bunların ancak bir sistem dahilinde sağlanabileceği vurgulanmaktadır. Buna göre CBS aşağıdaki şekilde tanımlanabilir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) konuma dayalı işlemlerle elde edilen grafik verilerin toplanması, saklanması, analizi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bilgi sistemidir.

Coğrafi bilgi sistemleri, yeryüzü şekillerini ve yeryüzünde gelişen olayları haritaya dönüştürmek ve bunları analiz etmek için gerekli olan bilgisayar destekli araçlardan oluşan bir sistem olarak algılanmaktadır. CBS teknolojisi ortak veri tabanlarını birleştirme özelliğine sahiptir. Örneğin haritaların sağladığı görsel ve coğrafik analiz avantajları, sorgulama ve istatistiksel analizler olarak kullanıcıya sunulur. Bu özelliği bakımından CBS diğer bilgi sistemlerinden farklıdır. Bunun bir sonucu olarak CBS, hizmet alanındaki olayların tanımlanmasında ve ileriye dönük tahminlerde bulunarak stratejik planların yapılmasında kamu ve özel sektör tarafından oldukça yoğun bir şekilde kullanılmaktadır.

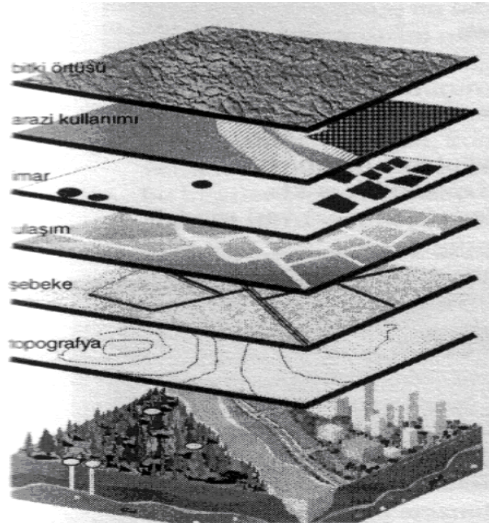
Her ne kadar harita yapımı ve coğrafik verilerin analizi yeni bir işlem değilse de, CBS bu tür işlemleri daha iyi ve hızlı yapabilmektedir. Coğrafi bilgi sistemlerindeki teknolojik gelişmelerden önce sadece belli kişiler coğrafik bilgiyi karar verme ve problem çözümede kullanmaya ihtiyaç duymuştur. Oysa bugün CBS bütün dünyada büyük yatırımlara konu olmakta, yan mesleki kuruluşlarda, bilhassa endüstri alanında birçok kişiyi iş sahibi yapmakta temel eğitim okullarında, üniversite ve özel sektör kuruluşlarında, gereğinde özel kurslarla öğrenilmektedir. Dolayısıyla konum bilgisi kullanan kişilerin coğrafik bilgiye olan ilgileri ve konumsal verilerle çalışmalarını her geçen gün daha fazla olmaktadır.

Tüm bu gelişmelerin temelinde coğrafi bilgi sistemlerinin, diğer sistemlerden farklı olarak sahip olduğu fonksiyonlar vardır. Belirtilen bu fonksiyonların işlevleri Şekil 2.6.'da özetlenmiştir.



Şekil 2.6. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Fonksiyonları (Yomralıoğlu, 2002).

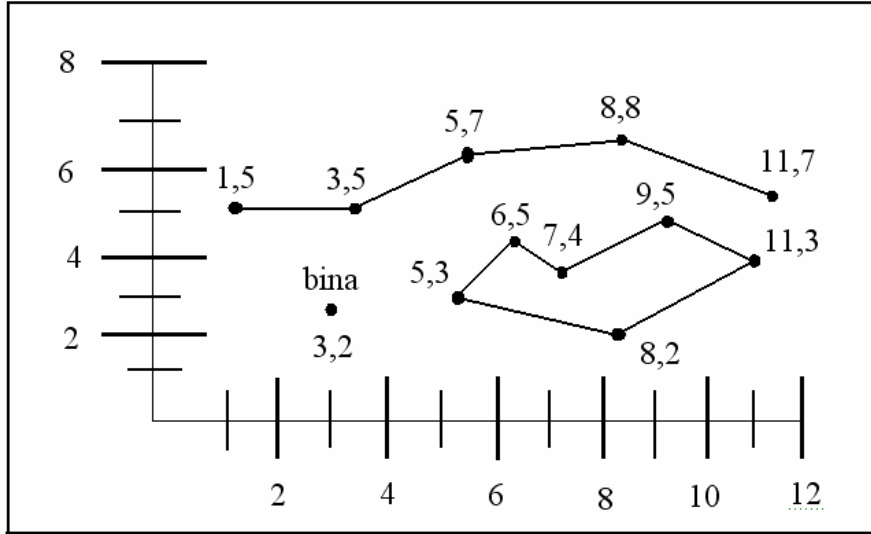
CBS yeryüzüne ait bilgileri, coğrafi anlamda birbiriyle ilişkilendirilmiş tematik (konulu) harita katmanları gibi kabul ederek saklar. Bu basit, ancak konumsal bilgilerin değerlendirilmesi açısından son derece güçlü bir yaklaşımdır.



Şekil 2.7. Gerçek Dünya ve Harita Katman Örnekleri (Yomralıoğlu, 2002).

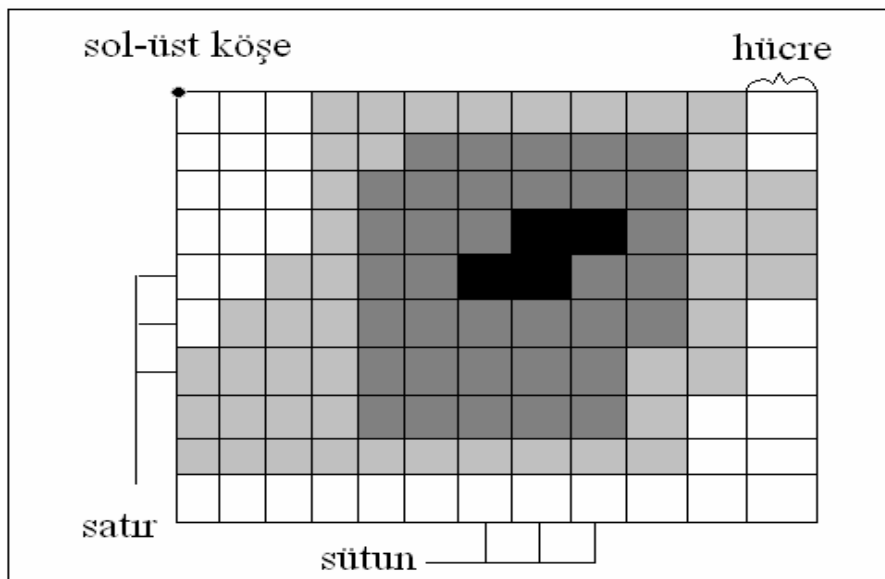
Coğrafi bilgi sistemlerinde harita üzerinde kullanılan görsel olarak farklılık gösteren her bir objenin kendine ait verisi (özniteliği) mevcuttur. Buna veri modeli denir.

i-) Vektörel Veri Modelleri: Vektörel veri modelinde nokta çizgi ve poligonlar  $(x,y)$  koordinat değerleriyle kodlanarak depolanırlar. Nokta özelliği gösteren bir elektrik direği tek bir  $(x,y)$  koordinatıyla tanımlanırken, çizgi özelliği gösteren bir yol veya akarsu şeklindeki coğrafik varlık birbirini izleyen  $(x_1,y_1)$   $(x_2,y_2)$   $(x_{i...},y_{i...})$   $(x_n,y_n)$  koordinat serisi şeklinde saklanır. Poligon özelliğine sahip coğrafi varlıklar, örneğin imar adası, bina orman alanı, parsel veya göl, kapalı şekiller olarak, başlangıç ve bitişte aynı koordinat olan  $(x_1,y_1)$   $(x_2,y_2)$   $(x_{...},y_{...})$   $(x_n,y_n)$   $(x_i,y_i)$  dizi koordinatlar ile depolanır. Vektörel model, coğrafik varlıkların kesin konumlarını tanımlamada son derece yararlı bir modeldir. Ancak süreklilik özelliği gösteren coğrafik varlıkların, örneğin toprak yapısı, bitki örtüsü, jeolojik yapı ve yüzey özelliklerindeki değişimlerin ifadesinde daha az kullanışlı bir model olarak bilinir.



Şekil 2.8 Coğrafi Bilgi Sistemlerindeki Vektör Tipi Veri (Yomralıoğlu, 2002).

ii-) Raster (hücresel) Veri Modelleri: Hücresel ya da raster veri modeli daha çok süreklilik özelliğine sahip coğrafik varlıkların ifadesinde kullanılmaktadır. Raster (hücresel) görüntü, birbirine komşu grid (veri içeren renkli) yapıdaki aynı boyutlu hücrelerin bir araya gelmesiyle oluşur. Hücrelerin her biri piksel (piksel) olarak da bilinir. Fotoğraf görüntüsü özelliğine sahip raster (hücresel) modeller, genellikle uydu görüntüsü, fotoğraf ya da haritaların taranması (scanning) ile elde edilirler.



Şekil 2.9 Coğrafi Bilgi Sistemlerindeki Raster Tipi Veri (Yomralıoğlu, 2002).

Vektör ya da raster veri modellerinden biri genelde CBS uygulama biçimine göre tercih edilerek kullanılır. Ancak günümüzde artık her iki model bir arada kullanılabilir. Bu tür kullanım şekli CBS’de hybrid (melez) veri modeli olarak bilinmektedir (Yomralıoğlu, 2002).

#### **2.4.1. Temel Harita Kavramları**

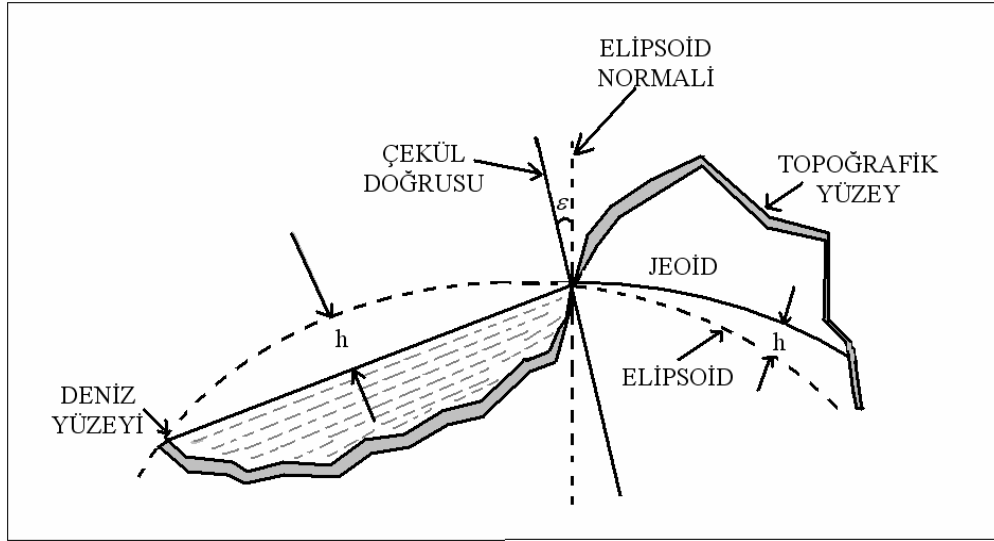
Harita, ölçme kurallarına göre doğal ve yapay unsurları ölçülmüş olan arazi parçasının, bir projeksiyon sistemine (yeryüzü bilgilerinin işlendiği yüzey ) göre ve belirli bir ölçeğe göre küçültülerek, bir düzlem üzerine izdüşümlendirilmiş, çizgi ve özel işaretlerle gösterilmiş benzeridir. Ölçme kurallarından ilgili şeklin kontrollü çizimini sağlayacak ölçülerin yapılması anlaşılmalıdır. Örneğin dörtgen şeklindeki bir parselin ölçülmesinde kenarlara ilave olarak en az bir köşegenin de ölçülmesi gerekir ( İnal vd, 2002).

##### **2.4.1.1 Yeryüzünün Şekli**

Yeryüzünün şekli, tarihin ilk çağlarından beri inceleme ve tartışma konusu olmuştur. Önceleri düz bir yüzey olarak kabul edilen yeryüzü şeklinin, sonraları “geoid” biçimde olduğu araştırmalar sonucunda belirlenmiştir.

Geoid, büyük okyanus yüzeylerinin karaların altından da devam ettiği varsayılarak oluşturulan (soyut) kapalı yüzey olarak tanımlanır. Nivo yüzeyi olarak da adlandırılan bu yüzey, her noktasında o noktadaki çekül doğrusuna(dünyanın merkezini gösteren doğru) diktir.

Geoid çok üst derceden bir denklemle (16. dereceden bir denklemle) ifade edilebildiği için, hesap yüzeyi olarak geoide en iyi uyan küre veya dönел elipsoid kullanılır. Dönел elipsoid, bir elipsin kısa eksenini etrafında dönmesinden meydana gelen kapalı eğridir ( İnal vd, 2002).



Şekil 2.10. Dünyanın Şekli ( İnal vd, 2002).

#### 2.4.1.2 Harita Ölçekleri

Harita üzerindeki uzunluğun arazi üzerindeki gerçek uzunluğa oranına ölçek denir.

$$m = \text{Ölçek} = \frac{\text{Haritadaki uzunluk}}{\text{Arazideki uzunluk}} \dots\dots\dots(2.1.)$$

Sayısal ölçek, Çizgisel ölçek, Geometrik ölçek olmak üzere üç tür ölçek vardır ( İnal vd, 2002).

#### 2.4.1.3. Ölçüm Hataları

Bir açı birkaç kere ölçüldüğünde, her ölçü değerine nazaran fark gösterir. Uzunca bir kenar, bir çelik metre ile birkaç defa ölçülecek olursa ölçümler arasında küçük farkların olduğu görülür. Yapılan her ölçümün sonucunu aynı olarak bulmak hemen hemen imkansızdır. Bunda önce insanların yaradılışlarındaki yetersizliklerinin büyük rolü vardır.

Ölçümler esnasında çok çeşitli hataların yapılması mümkündür. Fakat haritalar daima bir projeye esas olacağı veya hukuki durumların belirtilmesinde kullanılacağı için mümkün olan hassasiyette yapılmaları gerekir. Bu itibarla yapılan hataların neler olduğunun tanınması, mümkün olanların giderilmesi ve giderilemeyenlerin de ne miktarda olduğunun bilinmesi gereklidir (Songu, 1995).

#### **2.4.1.4. Projeksiyon ve Koordinat Sistemleri**

Yeryüzünün elipsoide benzer bir şekil olduğu düşünülürse, bu şeklin anlaşılır olabilmesi için bir düzleme, yani haritaya dönüştürülmesi gerekir. Dolayısıyla harita yapılırken bu eğri yüzey üzerindeki bilgilerin bir düzlem yüzeye aktarılması söz konusudur. Ancak eğri bir yüzeyin düzleme doğrudan doğruya açılabilmesi olanaksızdır. Yani yerkürenin her hangi bir kısmı bozulmadan veya yırtılmadan düz bir yüzey haline getirilmesi mümkün değildir. Ancak matematik ve geometri kurallarıyla yardımcı yüzeylerden yararlanarak düzleme açılım gerçekleştirilebilir.

Bir yüzey üzerindeki bilgilerin matematik ve geometri kurallarından yararlanarak harita düzlemine geçirilmesine harita projeksiyonu adı verilir.

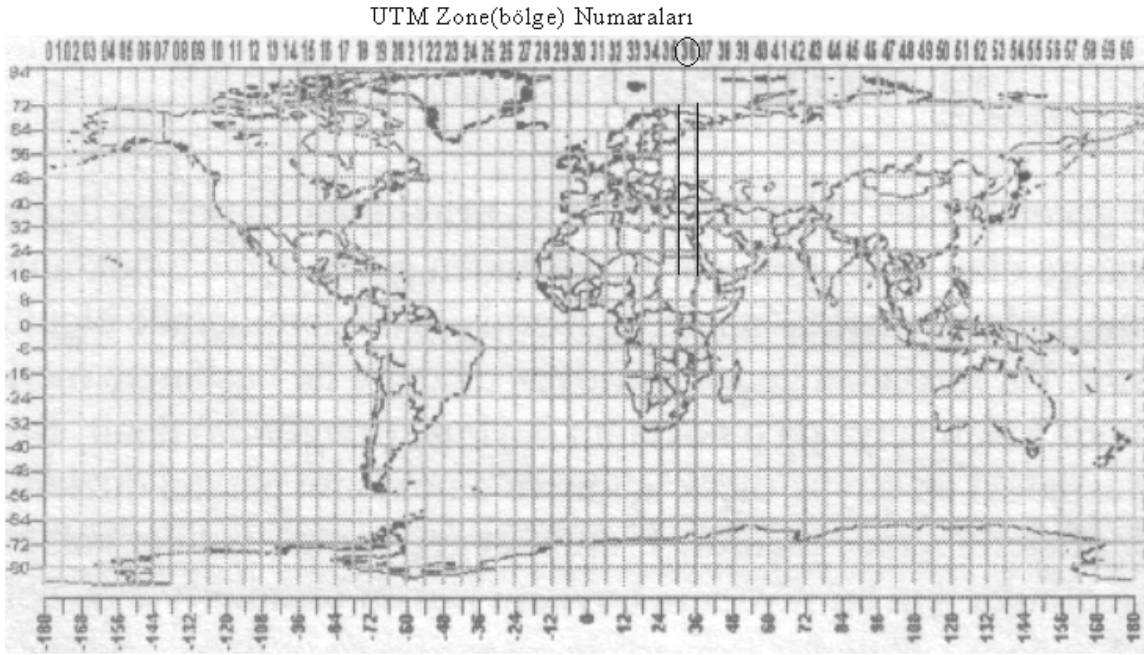
UTM (Universal Transvers Mercator) projeksiyonu, Gauss-Krüger projeksiyonu esas alınarak geliştirilmiştir. İkinci Dünya Savaşından sonra bütün dünya ülkeleri için ortak bir harita projeksiyonunun geliştirilmesi düşüncesi ortaya atılmış, en uyumlu koşulların bir arada bulunacağı projeksiyonun Gauss-Krüger projeksiyonu olduğu saptanmıştır. Ancak bu projeksiyonda bazı değişiklikler yapılarak UTM ortaya çıkmıştır.

UTM projeksiyonunda,  $180^0$  meridyeninden başlamak üzere dünya  $6^0$  boylam aralıklı 60 dilime ayrılmıştır. Dilimler 1'den başlayarak, doğuya doğru artan sıra ile 1 ile 60 arasında numaralanmıştır (Yomralıoğlu, 2002).

Her numaranın dünya üzerinde düştüğü varsayılan bölgesi vardır. Her bir bölge bir projeksiyon sistemini belirtir.

Bu çalışmada arazi çalışmalarında Eskişehir/Kırka çevresinin koordinat özelliklerine uygun olan UTM projeksiyon sisteminde 36'ncı bölge, European 1950 (Geodatic datum) koordinat sistemi kullanılmıştır.





**Şekil 2.11.** Dünya'nın UTM bölge Numaraları ve Eskişehir/Kırka çevresinin 36'ıncı bölge 'sinde olduğunun gösterimi (Yomralıoğlu, 2002)

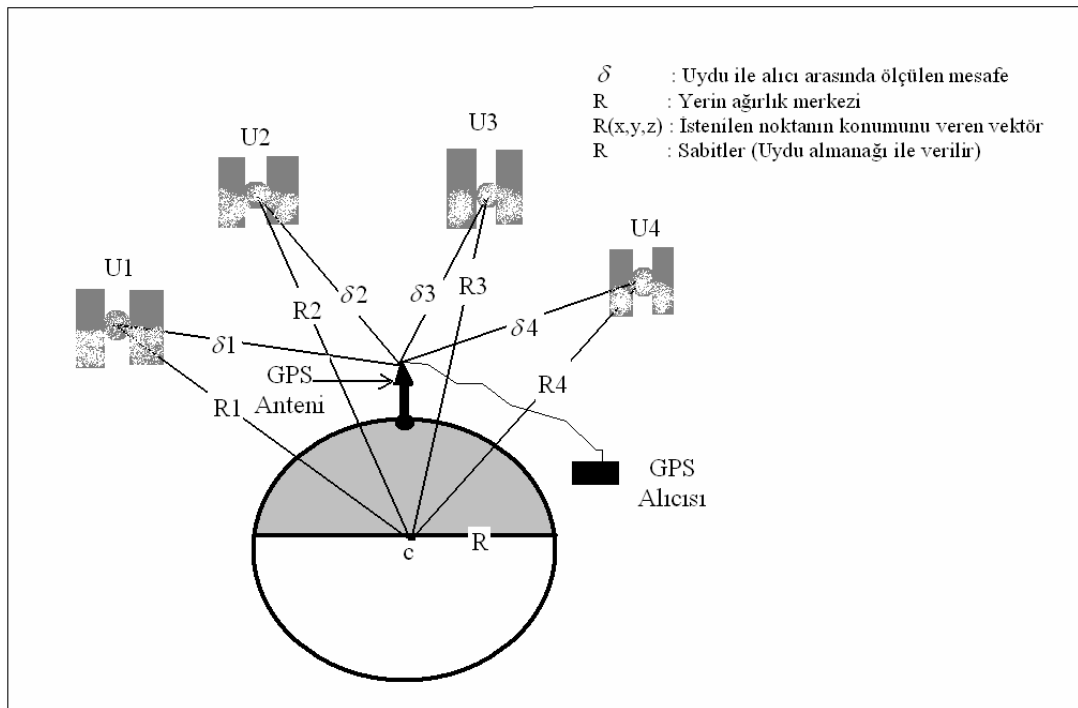
#### 2.4.2. GPS (Konum Belirleme) Uyduları ve Navigasyon Sistemleri

NAVSTAR GPS (Navigation System with Time and Randging Global Positoing System), uzayda konumları belli olan GPS (konum belirleme ) uydularından gönderilen radyo sinyalleri yardımıyla karada, denizde, havada ve uzaydaki konumları belli olmayan noktalara ait hassas üç boyutlu konum, yön ve zaman belirlemek amacıyla 1973 yılında USA askeri birimleri tarafından ortaya atılmış bir sistemdir. Daha sonraları GPS sivil amaçlı kullanımlara açılmış ve çok değişik alanlarda konum belirleme aracı olarak yoğun bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır.

GPS (konum belirleme) uydu yörünge planı 21+3 şeklindedir. Bunlardan üç uydu yedek uydu niteliğinde olup, zamanla eskiyen veya bozulan uyduların yerine geçmek üzere yörüngeye yerleştirilmiştir. GPS yörünge düzeni 6 uydu yörünge düzleminden oluşmuştur. Bu düzlemlerin gök ekvatoru ile yaptığı eğim açısı  $55^0$  dir. Yörünge düzlemleri komşu yörünge düzlemine göre  $60^0$  döndürülmüştür. İlbahar noktasına göre

bu düzlemlerin birbirine uzaklığı  $60^0$  dir. Her bir yörünge düzleminde dört uydu bulunmaktadır. GPS uydularının yerden yükseklikleri yaklaşık 20200 km olup, yörüngeleri yaklaşık dairesel ve periyodları 12 yıldız saatidir. Tasarlanmış bu yörünge planı ile dünyanın her yerinde aynı anda 24 saat süresi boyunca en az dört uydudan sinyal alınması mümkündür (Yomralıoğlu, 2002).

Bu çalışmada arazi kontrolü için Osmangazi Üniversitesi Jeoloji Mühendisliğinden ödünç alınan German marka GPS (konum belirleme) aleti kullanılmıştır.



Şekil 2.12. GPS(Konum Belirleme) Aletinin Temel Çalışma prensibi (Yomralıoğlu, 2002).

### **3. UZAKTAN ALGILANMIŞ UYDU VERİSİNİN KÜMELENDİRİLMESİNDE BENİMSENEN TEKNİKLER VE AYIRMA ANALİZİ**

#### **3.1. Ön Bilgilendirmesiz ve Ön Bilgilendirilmeli Kümeleme Analizi**

Bu çalışmada kullanılan ön bilgilendirmeli ve ön bilgilendirmesiz kümeleme analizi kavramı birçok uzaktan algılama kaynaklarında “eğitilmiş”, “eğitimsiz” ya da denetimli, denetimsiz olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışmada ön bilgilendirmeli ve ön bilgilendirmesiz kümeleme analizi kavramı kullanılması uygun görülmüştür.

Kümeleme analizinin genel amacı, gruplanmamış verileri benzerliklerine göre gruplamak ve araştırmacıya uygun, işe yarar özetleyici bilgiler elde etmede yardımcı olmaktır. Kümeleme analizinde değişkenlerin normal dağılımlı olması gerektiği varsayımı olmakla birlikte normallik varsayımı prensipte kalmakta, uzaklık değerlerinin normalliği yeterli görülmektedir. Ayrıca kümeleme analizinde kovaryans matrisine ilişkin herhangi bir varsayım bulunmamaktadır.

Kümeleme analizinin sosyal bilimlerde, tıpta, ziraat başta olmak üzere tüm mühendislik bilimlerinde yaygın uygulama imkanı bulunmaktadır.

Küme, birbirine yakın (benzer) grupların çok boyutlu uzayda oluşturdukları bulutlar benzetmesiyle ifade edilebilir. Bu ifadelerden de anlaşılacağı gibi küme kavramı, benzerlik ve uzaklık gibi kavramları çağrıştırmaktadır (Tatlıdil, 1996).

Kümeleme; birçok bilim dalında kullanılan bir karar verme biçimidir. Görüntü kümeleme işleminde amaç, bir görüntüdeki bütün pikselleri arazide karşılık geldikleri kümeler ya da temalar içine otomatik olarak atamak, yerleştirmektir (Ayhan vd, 2003).

Uzaktan algılamada kümeleme işleminde iki aşama söz konusudur. Birincisi yeryüzündeki gerçek nesne kümelerinin tanımlanmasıdır. Bu aşamada tanımlanacak arazinin veya nesnenin yapısı ve küme sayısı için bir öncül değer belirlenir. İkinci aşamada genelde kümelendirme kuralı veya karar kuralı olarak bilinen karar verme işlemi kullanılarak piksellere özellikleri doğrultusunda sayısal etiket verilir. Uzaktan algılamada kümelendirme, genel olarak nesnelerin farklı spektral yansımalarına dayandırılır. Her piksel için değişik bantlardaki değerler esas alınarak, belirlenen bir istatistiksel işlem sonucu o pikselin ait olduğu küme bulunur.

Kümesi bilinen yeterince piksel, ya da bunlarla ilgili olasılık dağılım bilgisinin bulunmadığı durumlarda, yapılan kümelendirme analizlerine ön bilgilendirilmesiz kümelendirme analizi denilir. Ön bilgilendirilmesiz kümeleme genel olarak iki adımdan oluşur.

Birinci adımda veri daha küçük kümelere ayrılır. Benzer yer gerçeklerinden yansıyan spektral değerler yakın bir gruplaşma gösterir. Ön bilgilendirmesiz kümeleme sonucu oluşan kümeler spektral (belirli yansıma değerlerine ait) kümelerdir. İkinci adımda, daha büyük ölçekli görüntü veya harita gibi referans noktaları ile bu spektral kümeler karşılaştırılarak hangi yer gerçeğine karşılık geldikleri belirlenir (Ayhan vd, 2003).

Uzaktan algılamada ön bilgilendirmesiz kümeleme ilgili alan hakkında yer gerçeği bilgisi olmadığında otomatik olarak yapılan bir kümeleme çeşididir. Burada analizci, ilgili alan için kendi bilgileri doğrultusunda olabilecek küme sayısını belirler. Daha sonra bu küme sayısını bilgisayara girdi olarak verip istediği sayıda küme oluşturur. Fakat bu kümelendirmenin güvenilir olması için mutlaka yer gerçeği bilgisi ile desteklenmesi gerekmektedir (Ay, 1996).

Ön bilgilendirmeli yaklaşımda önce yararlı bilgi grupları (ön bilgilendirme gözlem birimi alanları) belirlenir, daha sonra onların spektral ayırt edilebilirliği gözlem değerlerine bakılarak incelenir. Verilen veri gruplarındaki doğal spektral grupları belirlemek için kullanılabilir çok sayıda kümeleme algoritması vardır. En genel kümeleme şekillerinden biri “K-Ortalamlar” yaklaşımı olarak bilinir. Ön bilgilendirmeli kümeleme ön bilgilendirme aşaması, kümeleme aşaması ve çıktı aşaması şeklinde üç adımdan oluşur.

Ön bilgilendirme aşamasında incelenecek alanda bilinen kümeleri temsil edecek ön bilgilendirme alanları seçilir. Bu alanlar, kümelendirmede kullanılacak her bilgi kümesi için yeterli düzeyde ve homojen temsil edici şekilde belirlenir. Ön bilgilendirme gözlem birimi alanları her özellik tipi ile ilgili spektral özellikleri (gözlem değerlerini) tanımlayan sayısal düzenleme anahtarı düzenlemek için kullanılır.

Kümelendirme aşamasında görünür türdeki her piksel, sayısal olarak yorumlama ön bilgilendirme alanındaki gözlem değerleri içindeki her bir küme ile karşılaştırılarak, kümelere en çok hangisine benzediği saptanır ve ilgili kümenin adı ile etiketlenir (Ayhan vd, 2003).

Kümeleme sonucunda iki tip hata ortaya çıkar (Ay, 1996).

- i) Birinci Tip hata: Uydu verisi çözümleme sonuçları yer gerçeği ile arazi kontrolünde karşılaştırıldığında sonuçların kümeleme işleminde ait olduğu kümeden başka bir kümeye atanmış olması.
- ii) İkinci Tip Hata: Uydu verisi çözümleme sonuçları yer gerçeği ile arazi kontrolünde karşılaştırıldığında sonuçların kümeleme işleminde başka bir kümede olup belirli bir kümeye atanmış olmasıdır.

### 3.1.1. En Kısa Uzaklık Kümeleme Tekniği

$X'$  veri matrisi  $n$  gözlem ve  $p$  değişkene ilişkin değerleri göstermek üzere, aşağıdaki gibidir:

$$X' = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & \dots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & \dots & x_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & \dots & x_{np} \end{bmatrix} \dots \dots \dots (3.1.)$$

$x_1' = [x_{11}, x_{21}, \dots, x_{p1}]$  ve  $x_2' = [x_{12}, x_{22}, \dots, x_{p2}]$  iken  $x_1'$  ve  $x_2'$  değişken vektörleri arasındaki açı, gözlemler uzayında bu iki vektörün iç çarpımıdır (Tatlıdil, 1996).

örneğin  $x_{15}$  ; 5. değişkene ait 1. gözlem değeridir.

$$\langle x_1, x_2 \rangle = x_1' x_2' = \sum_{i=1}^n \bar{x}_{1i} \cdot \bar{x}_{2i} = |\bar{x}_1| |\bar{x}_2| \cos \alpha \dots \dots \dots (3.2.)$$

eşitlik 3.2.'den,

$$\cos \alpha = \frac{x_1' x_2'}{|x_1| |x_2|} = \frac{\sum_{i=1}^n x_{1i} x_{2i}}{(\sum_{i=1}^n x_{1i}^2 \sum_{i=1}^n x_{2i}^2)^{1/2}} \dots \dots \dots (3.3.)$$

yazılabilir. 0 ile 1 arasında değerler alabilen vektörler arası açı (veri matrisi pozitif tanımlı iken,  $\cos\alpha$  birim çemberin 1. bölgesinde pozitif değer alır, tüm bölgeler dikkate alınırsa -1 ile +1 arasında değer alır.) ölçüm uzaklıklarını etkilemez. Bu katsayı, bilinen biçimiyle yazılacak olursa, (Tatlıldil, 1996)

$$r = \frac{Kov(x_1, x_2)}{[Var(x_1)Var(x_2)]^{1/2}}, \quad -1 < r < 1, \dots\dots\dots(3.4.)$$

$r$ 'nin değişkenler arasındaki ilişkiyi ölçen en basit ölçü olan çarpım moment örneklem korelasyon katsayısı olduğu görülür.

Q (kümeleme analizinin amacına ait olan analizler) analizlerinde de yukarıdakine benzer bir mantıktan yola çıkılmaktadır. Yukarıda ele alınan iki değişken vektörü yerine, her birinde p değişkenine ilişkin değerler bulunan iki gözlem vektörünün ele alındığı düşünülecek olursa, bu iki vektör arasındaki uzaklıklar toplamı korelasyon katsayısına benzer özellik gösterecektir. Ancak 0-1 sınırları içerisinde düşen bir sonuç veremeyebileceği için elde edilen ve benzerlik ya da benzemezliğin ölçüsü olan bu değerlere uzaklık adı verilecektir.

$x_i$  ve  $x_j$  gözlem vektörleri arasındaki  $d(x_i, x_j) = d_{ij}$  uzaklık değerlerini ifade etmek amacıyla geliştirilmiş pek çok teknik (metrik) bulunmaktadır. Bu tekniklerden en çok bilinenleri Minkowski uzaklığı, Manhattan city-block uzaklığı, ölçekli öklit uzaklığı, Mahalanaobis Uzaklığı, Hotelling  $T^2$  uzaklığı ve Canberra uzaklığıdır (Tatlıldil, 1996).

Uzaktan algılamada uydu verilerinin kümelenmesinde en çok kullanılan ve bu çalışmada da benimsenen tekniklerden biri Öklit (Euclidean) uzaklığı  $\lambda = 2$  durumda kullanılan tekniktir. Diğer bir ifadeyle en kısa uzaklık tekniği olarak bilinir. En kısa uzaklık eşitliği formül (3.5.)'de verilmiştir.

$$d_2(x_i, x_j) = \left[ \sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}|^2 \right]^{1/2} \dots\dots\dots(3.5.)$$

Bu algoritma Euclidean bazında çalışır. Çalışmada kullanılan paket program image analyst, uydu verisindeki kümeler için seçilmiş piksellerin yansıma değerlerinden kümeler için n boyutlu ortalama vektörü otomatik olarak elde eder. Bu teknikte karar kuralı şu şekildedir:

$$SD_{xyk} = \sqrt{\sum_{i=1}^p (M_{ki} - X_{xyi})^2} \dots\dots\dots(3.6)$$

$SD_{xyk}$  = Belirli bir grubun yansıma değerinin aritmetik ortalamasının hangi gruba atanacağı araştırılan aday gözlem değerinin (x,y koordinatındaki gözlem değerinin) yansıma değerine spektral uzaklığıdır.

$k$  = Belirli bir küme (grup)

$i$  = Belirli bir bant

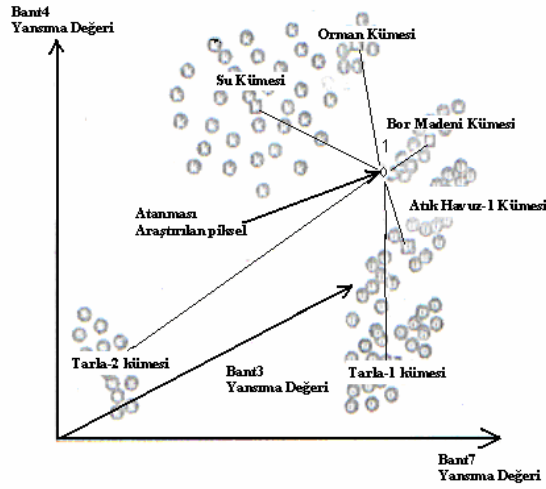
$p$  = Bantların sayısı (değişken sayısı)

$M_{ki}$  = k gibi belirli bir grubun ortalama yansıma değeri (ve bu yansıma değerine karşılık gelen orman,su,mısır,kent.....)

$X_{xyi}$  =i. Banttaki (x,y koordinatındaki) piksel'in yansıma değeri

$SD_{xyk}$  uzaklığı paket program tüm kümeler için otomatik olarak hesaplar ve kümesi bilinmeyen pikseli, uzaklığı en kısa olan kümeye atayarak işlemi gerçekleştirir (Erdas Field Guide, 2002).

(3.6) nolu formülündeki aday pikselin her bir kümenin ortalamalarına olan sayısal uzaklıkları arasından hangi kümeye olan uzaklığı en kısa ise aday piksel o kümeye atanır. Bu durum karar kuralını belirlemiş olur.



**Şekil 3.1.** Aday pikselin hangi kümeye atanacağıın en kısa uzaklık tekniğiyle gösterimi  
(Ayhan vd. 2003) 'den değiştirilerek.

En kısa uzaklık çözümlenmesi sonucunda elde edilen uzunluklar sayısal büyüklüklerdir. Bazı uzaktan algılama uzmanlarının yanılığa düştüğü şekilde cetvelle ölçüm yapılmaz.

### 3.1.2. En Çok Olabilirlik Kümeleme Tekniği

Ayırma (diskriminant) analizinde de kullanılan en çok olabilirlik tekniğinde (her bir  $x_i$  gözlem vektörünün bağımsız ve aynı olasılık yoğunluk fonksiyonuna sahip olduğu varsayımı altında) her bir gözlem en büyük olabilirlik değeri verecek biçimde daha önceden belirlenen kümelere atanmaktadır ( Tatlıdil, 1996).

Bu teknikte kullanılan ölçüt, gözlemlerin kümelere ait dağılımlarındaki olasılık yoğunluk değerleridir. Gözlemin kümelerin dağılımını gösteren olasılık yoğunluk fonksiyonlarında aldığı değerler birbirleri ile karşılaştırılarak, hangi kümeye gireceğine karar verilir.

Karşılaştırmalar olasılık yoğunluk fonksiyonlarının farkına dayanarak yapılmaktadır. Bundan sonraki eşitlikte kullanılan simgelerin anlamları aşağıda verilmiştir;



$f_i(x)$  =Belirli bir küme için olasılık yoğunluk fonksiyonu

$x$  =Piksel vektörü

$| |$  =Determinant

$\mu_i$  = Belirli bir kümenin ortalaması

$k$  = Kullanılan bant sayısı (kullanılan değişken sayısı)

$\underline{\Sigma}$  =Evren için varyans-kovaryans matrisi

$(x - \mu_i)' \underline{\Sigma}^{-1} (x - \mu_i)$  = Mahalanobis uzaklığı

$n$  = Belirli bir kümede bulunan toplam gözlem sayısı

$$\mu_i = \frac{1}{n} \sum_{n=1}^n x_n \dots\dots\dots(3.7.)$$

$x$ ,  $p$  değişkenli gözlem vektörü ve  $\underline{\Sigma}_1 = \underline{\Sigma}_2 = \dots = \underline{\Sigma}_k = \underline{\Sigma}$  bütün kümeler için ortak varyans-kovaryans matrisi olmak üzere,  $i$ 'inci küme için olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f_i(x) = [(2\Pi)^{\frac{k}{2}} \underline{\Sigma}^{-\frac{1}{2}}]^{-\frac{1}{2}} \exp[-\frac{1}{2}(x - \mu_i)' \underline{\Sigma}^{-1} (x - \mu_i)] \dots\dots\dots(3.8.)$$

olur.

Bu fonksiyonun logaritması alındığında  $i$ 'inci küme için,

$$\ln f_i(x) = \ln[(2\Pi)^{\frac{k}{2}} \underline{\Sigma}^{-\frac{1}{2}}]^{-\frac{1}{2}} - \frac{1}{2}(x - \mu_i)' \underline{\Sigma}^{-1} (x - \mu_i) \dots\dots\dots(3.9.)$$

elde edilir.

(3.10)'daki eşitliğin sağ tarafındaki ifadenin birinci bölümü sabit olup, bütün kümeler için aynıdır. Değişken olan ikinci kısım ise, Mahalanobis uzaklığının yarısına eşittir.

$i$ 'inci ve  $j$ 'inci ( $i \neq j$ ) kümelerdeki yoğunlukları karşılaştırmak için fark alındığında,

$$\ln f_i(x) - \ln f_j(x) = \ln \frac{f_i(x)}{f_j(x)} = -\frac{1}{2} \underline{\underline{\sum}}^{-1} [(x - \mu_i)'(x - \mu_i) - (x - \mu_j)'(x - \mu_j)] \dots \dots (3.10.)$$

elde edilir.

Eşitlik 3.11'in sabit kısımları birbirini götürmüş ve geride pikselin kümesini belirlemede etkin kısım olan Mahalanobis uzaklıklar kalmıştır. (3.10.)'de görülen fark  $g_{ij}$  olarak simgelenirse eşitlik (3.10), eşitlik (3.11)' e dönüşür.

$$g_{ij}(x) = (\mu_i - \mu_j)' \underline{\underline{\sum}}^{-1} [x - \frac{1}{2}(\mu_i - \mu_j)] \dots \dots \dots (3.11.)$$

Anakütle parametreleri yerine örneklem tahminleri olarak  $\mu$  için  $\bar{x}$  ,  $\underline{\underline{\sum}}$  için birleştirilmiş örneklem varyans-kovaryans matrisi  $\underline{\underline{D}}$  kullanılırsa (3.10.)'da gösterilen fark fonksiyonu ,

$$\hat{g}_{ij}(x) = (\bar{x}_i - \bar{x}_j)' \underline{\underline{D}}^{-1} [x - \frac{1}{2}(\bar{x}_i - \bar{x}_j)] \dots \dots \dots (3.12.)$$

biçimine dönüşür. Burada ortak varyans-kovaryans matrisi  $\underline{\underline{D}}$  , örneklem varyanslarının doğrusal fonksiyonudur.  $i$  gözlem numarasını göstermek üzere,  $j$ 'inci küme için örneklemin varyans-kovaryas matrisi,

$$S_i^2 = [\frac{1}{n-1}] \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)(x_{ij} - \bar{x}_i)' \dots \dots \dots (3.13.)$$

1 küme için,

$$n = \sum_{i=1}^1 n_i \dots \dots \dots (3.14.)$$

olmak üzere

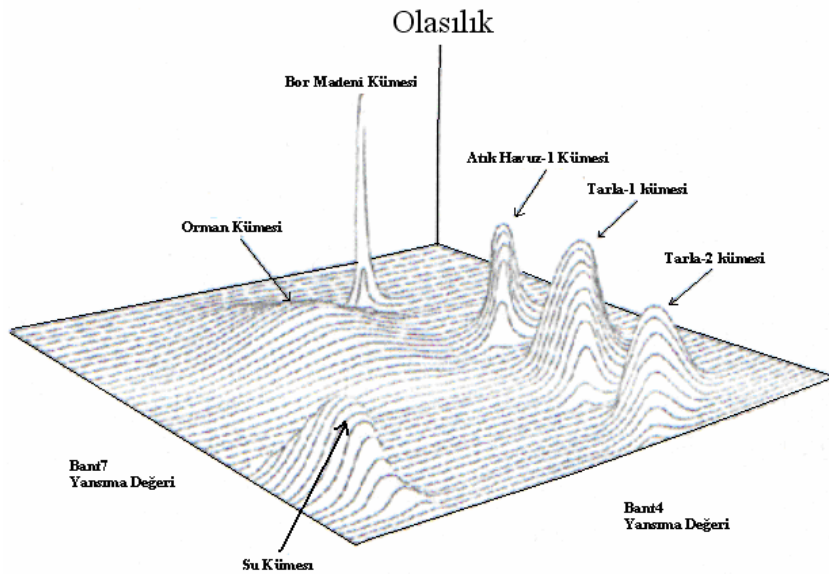
$$\underline{D} = \left[ \frac{1}{(n-1)} \right] \sum_{i=1}^{n_i} (n_i - 1) S_i^2 \dots \dots \dots (3.15.)$$

olarak bulunur.

(3.11.)'de verilen fonksiyon  $i$ 'inci ve  $j$ 'inci kümelere ait diskriminant fonksiyonudur. Karar kuralı; gözlem,  $g_{ij} > 0$  ise  $i$ 'inci kümeye,  $g_{ij} < 0$  ise  $j$ 'inci kümeye atanır.  $g_{ij} = 0$  durumunda gözlemin iki küme arasındaki ayırma (diskriminant) yüzeyi üzerinde olduğu söylenir.

Küme sayısı ikiden fazla olduğunda bir küme için tüm diğer kümeler yukarıda incelendiği gibi karşılaştırılmakta, sonuçta aday piksel ( aday gözlem değeri) en yüksek olasılık değerini aldığı kümeye atanmaktadır.

Kümelerin öncül olasılıkları bilindiğinde, her kümeye ait öncül olasılık, o kümeye ait  $\ln f(x)$  fonksiyonu çarpan olarak işleme girerse bu durumda en çok olabilirlik tekniği, Bayes en çok olabilirlik tekniği olarak isimlendirilir (Küçük, 1985).



Şekil 3.2. En Çok Olabilirlik tekniğiyle herhangi bir pikselin herhangi bir kümeye dahil olma olasılığının 3 boyutlu olasılık değerleri değişim grafiği (Ayhan vd. 2003) 'den değiştirilerek

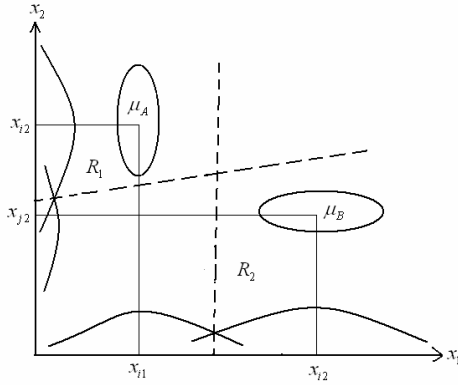
### 3.2. Ayırma Çözümlemesi (Diskriminant Analizi)

Ayırma analizi, iki veya daha fazla kümenin (grubun) birbirleri arasındaki farklılıkları en çok (maximum) yapan değişkenlerin doğrusal bileşiminden meydana gelen bir veya daha çok fonksiyonun belirlenmesidir. Birimlerin kümelere (gruplara) ayrılması amacıyla Hintli istatistikçi Mahalanobis, iki küme arasındaki uzaklık için bir ölçü ( $D^2$ ) geliştirerek bu ölçüyü Bengal eyaletindeki ırkların ayırımında kullanmıştır. Birimlerin en az hatayla gruplandırılabilceği fikrini ilk defa Fisher ileri sürerek iki kümenin söz konusu olduğu durumlarda, p tane değişkenin doğrusal bileşimi şeklinde tanımlanan “ayırma fonksiyonunu” elde etmiştir (Çakmak, 1986).

Ayırma, bağımlı değişkenin tahmininde doğrusal bir denklem kullanılması açısından çoklu regresyon ile benzerlik gösterir. Ayırma fonksiyonu, tek bağımlı değişkenle küme üyeliğini belirleyen bir regresyon denklemidir. Başka bir deyişle, iki küme söz konusu olduğunda ayırma fonksiyonu, çoklu regresyon denklemlerinden başka bir şey değildir. Kshirsagar da iki kümenin söz konusu olduğu durumda ayırma ve regresyon fonksiyonlarının aynı olduğunu ve aynı kümeleme kuralını verdiklerini göstermiştir.

Üç veya daha fazla kümenin söz konusu olduğu durumlarda regresyon analizi, birimleri kümelere ayırmada, ayırma analizine göre yetersiz kalmaktadır. Ayrıca regresyon analiziyle parametreler kümeler (gruplar) arası varyansın, kümeler (gruplar) içi varyansa oranını en çoklayacak şekilde seçildiğini belirtmekte yarar vardır.

Sonuç olarak ayırma analizi, birimleri en az hata ile ait oldukları kümelere ayırmak için yapılan işlemler bütünü olarak tanımlanabilir. Bazı araştırmacılar ayırma analizi tekniğiyle kümeleme çözümlemesinin aynı amaca yönelik olduğu yanılığısına düşmektedir. Gerçekten de bu iki tekniğinin amaçları arasında bazı benzerlikler bulunmakla birlikte, küme sayısının tam olarak bilinmemesi ve gelecekte kullanılabilirlik özelliği olmaması gibi nedenlerden dolayı kümeleme analizi ayırma analizinden farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle ayırma analizinin temeli, incelenen birimin ana kümesini belirlenmesini sağlayacak bir fonksiyonunun bulunmasıdır. Bu fonksiyonun bulunmasında, belirlenecek kümelerin ortalamaları arasındaki farklılığın en çok olması amaçlanmaktadır ( Tatlıdil, 1996).



**Şekil 3.3.** Birimlerin ölçümlerinin iki boyutlu uzayda görünümü ve ayırma analizinin grafiksel görüntüsü ( $i$  ve  $j$  indisleri,  $x_1$  ve  $x_2$  koordinatlarındaki artan değerleri, 1 ve 2 indisleri koordinat numaraları) (Tatlıldil, 1996).

Şekil 3.3'e göre birimlerin bilinen  $p$  tane özelliğinden sadece bir tanesinin ele alınmış olduğu durumlarda, eğer birim uzayın  $R_1$  bölgesinde yer alıyorsa birey A ana kütesinden,  $R_2$  bölgesinde yer alıyorsa birim B ana kütesinden çekilmiştir denir. Araştırmacı (özellikle iki bölge arasında yer alan) birimleri (noktaları) gruplandırırken iki tür hata yapabilir. Birincisi A ana kütesinden gelen bireyi B ana kütesinin bir elemanı olarak gruplandırabilir. İkincisi, birey gerçekten B ana kütesinin bir elemanı iken yanlışlıkla A ana kütesinde gruplandırılabilir ( Tatlıldil, 1996).

Yapılan bu iki tip hatanın uzaktan algılamadaki karşılığı birinci ve ikinci tip hatalardır.

### 3.2.1. Ayırma Çözümlemesinin Dayandığı Temel Varsayımlar

Ayırma çözümlemesinde birimler (pikseller) iki veya daha fazla karşılıklı ayrık kümenin elemanı olmalıdır. Başka bir deyişle, birimler analiz öncesi kümeler atanmalı ve kümeler her birimin sadece ve sadece bir kümeye ait olacak şekilde teşkil etmelidir.

Bilindiği gibi ayırma analizine konu olan birimlerin çeşitli ortak değişkenlikleri vardır. Kümeleri ayırmada kullanılan bu değişkenliklere “ayırıcı değişkenler” denir. Ayırma analizinde aritmetik ortalama, varyans v.b. ölçülerin hesaplanabilmesi için

ayırıcı değişkenlerin en azından aralıklı ölçekle ölçülmesi gerekir. Genelde ayırıcı değişkenlerin sayısı en çok tüm kümelerdeki birim sayısından iki eksik olmalıdır; herhangi bir ayırıcı değişkenin diğer ayırıcı değişkenlerin doğrusal bileşimi olmamalıdır. Aynı şekilde, aralarında tam korelasyon olan iki değişken, aynı şeyi açıklayacakları için birlikte kullanılmaları sakıncalıdır.

Çoğu uygulamada gerekli olan diğer bir varsayım da varyans-kovaryans matrislerinin ana kütle boyutunda eşit ve yaklaşık eşit olduğudur. Ayırma analizi tekniğinde yaygın olarak doğrusal ayırma fonksiyonu kullanılmaktadır. Seçildiği anakütle varyans-kovaryans matrislerinin eşit varsayılması bu fonksiyonları hesaplamada kullanılan formüllerin elde edilmesini ve önem testlerinin yapılmasını kolaylaştırmaktadır (Çakmak, 1986).

Varyans-kovaryans matrisleri eşit olmadığı durumda ise karesel ayırma analizi yapılır. Bundan başka ayırma analizindeki en önemli varsayımlarından birisi de, her kümenin çok değişkenli normal dağılım gösteren bir ana kütlede çekilmiş olduğunun kabul edilmesidir. Bu şekildeki bir dağılımın varlığı küme üyeliği olasılıklarının ve önem testlerinin daha kesin şekilde yapılmasına imkan sağlamaktadır.

Şimdiye kadar anlatılanlar, ayırma analizinin iki veya daha fazla küme arasındaki farklılıkların, ayırıcı değişkenler araştırılmasında kullanıldığı görülmektedir. Ayırıcı değişkenler ile örneklemeler arasındaki ilişki Şekil 3.4.'de gösterilmiştir.

$g$ = Kümelerin sayısı

$p$ = ayırıcı değişkenlerin sayısı

$n_k$ =  $k$  'inci Kümedeki birimlerin sayısı

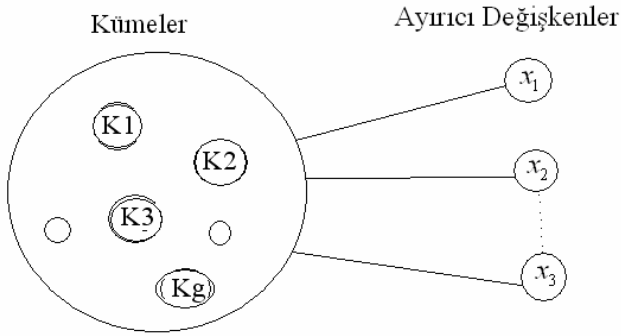
$N$ = Tüm Kümedeki birimlerin toplam sayısı

olmak üzere, ayırma analizinin uygulanması için

- 1- İki veya daha fazla küme :  $g \geq 2$ ,
- 2- Her küme için en az iki birime sahip olması :  $n_k \geq 2$ ,
- 3- Ayırıcı değişkenlerin sayısı  $0 < p < (N - 2)$  olması,
- 4- Ayırıcı değişkenler aralıklı ölçekle ölçülmüş olması,
- 5- Hiçbir ayırıcı değişken diğer ayırıcı değişkenlerin doğrusal bileşimi olmaması,
- 6- Her küme çok değişkenli normal dağılmış bir yığından çekilmiş olması,

( Çakmak, 1986).

gereklidir.



Şekil 3.4. Kümeler ve ayırıcı değişkenler arasındaki ilişki ( Çakmak, 1986).

### 3.2.2. Ayırma Fonksiyonlarının Bulunması

Ayırma çözümlemesi'nin küme üyeliğini en iyi belirleyen açıklayıcı bağımsız değişkenlerin belirlenmesi ve birimlerin kümelere toplanması gibi iki kullanım boyutu vardır.

Çoklu ayırma çözümlemesinde kümeler arası farklılığı belirlemek için kullanılan kriter FISHER tarafından, (3.29.) nolu formülde tanımlanan  $f(a)$  fonksiyonun en büyük yapılması esasına dayandığı 3.2.5.1.'de anlatılacaktır. Buradaki  $a' = (a_1, a_2, \dots, a_p)$  vektörüne “katsayılar vektörü” denir.

Lagrange yöntemine göre;

$$a'Wa = 1 \dots \dots \dots (3.16.)$$

şeklinde tanımlanan bir  $f(a)$  fonksiyonunu en çok yapan “a” aynı zamanda

$$(B - \lambda W) = 0 \dots \dots \dots (3.17.)$$

eşitliğini sağlar. Burada  $\lambda$  bir katsayıdır. Bilindiği gibi,

$$|B - \lambda W| = 0 \dots\dots\dots(3.18.)$$

denkleminin çözümü,  $\lambda$  'nın köklerini verirken, her bir kök için (3.18.)'in çözümü de  $a$  vektörünü verir.  $\lambda$  'nın  $i$ . kökü için bulunan vektör  $a^{(i)}$  ile gösterilirse, kümelerin ayırımı için kullanılan  $i$ . ayırma fonksiyonu,

$$y^{(i)} = a^{(i)} \dots\dots\dots(3.19.)$$

şeklinde elde edilir.  $x_1, x_2, \dots, x_p$  ayırıcı değişkenlerinin doğrusal bileşimi olan bu fonksiyon yardımıyla  $t$  boyutlu sistem daha az boyutlu bir sisteme dönüştürülerek kümeler arasındaki ayırım daha belirgin şekle getirilmiş olur.

Dolayısıyla var olan değişken sayısı, ayırıcı değişken sayısına indirgenir. Değişkenlerin ve ayırma katsayılarının değerleri bilindiği takdirde, bu değerlerle ilgili birimlerin hangi kümeye ait olduğu  $y$  fonksiyon değeri yardımıyla tahmin edilebilir.

Genel şekli yukarıda gösterilen bu fonksiyonda bulunan  $a_j$  katsayıları kümeler arası farklılıkları en büyük yapacak şekilde elde edilirler. Bu işlemler önce birinci ayırma fonksiyonu, daha sonra da diğer ayırma fonksiyonları için yapılır.

Çözümlemede elde edebileceğimiz ayırma fonksiyonlarının sayısı daha önce de bahsedildiği gibi, küme sayısından bir eksik veya ayırıcı değişken sayısına eşit olacaktır. Kümelerin sayısı  $k$ , ayırıcı değişkenlerin sayısı  $p$  ve ayırma fonksiyonlarının sayısı daha önce korelasyon katsayısı olarak tanımladığımız  $r$  ile gösterilirse; bunun matematiksel ifadesi,

$$\max \{r\} = \min \{k - 1, p\} \dots\dots\dots(3.20.)$$

olur (Özmen ve Türkyılmaz, 2000).



### 3.2.3. Ayırma Fonksiyonu Katsayılarının Elde Edilmesi ve Yorumu

Birimler arasındaki farklılıkların derecesini ölçmek için bazı istatistiksel yöntemler geliştirilmiştir. Ayırıcı değişkenlerin arasındaki iç ilişkileri belirlemede küme ortalamaları ve standart sapmalar yeterli olmadığı için, simetrik bir kare matris olan “Toplam Kareler Toplamı” ve “Çapraz Çarpım Matrisi” T kullanılır.

T matrisinin elemanları aşağıda verilmiştir

$k$ =Kümelerin sayısı

$n_1$ =1. Kümedeki birimlerin sayısı

$N$ =Tüm Kümedeki birimlerin toplam sayısı

$x_{ilm}$  =1. Kümedeki m. birim için i. ayırıcı değişkenin değeri

$\bar{x}_{i1}$  = 1. Kümedeki birimler için i. ayırıcı değişkenin değerlerinin ortalama değeri

$\bar{x}_i$  = i . değişkenin tüm birimler için ortalama değeri

olmak üzere, T matrisi aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$t_{ij} = \sum_{l=1}^k \sum_{m=1}^{n_k} (x_{ilm} - \bar{x}_i)(x_{jlm} - \bar{x}_j) \dots\dots\dots(3.21.)$$

Formülde  $i=j$  olduğunda T matrisinin ana köşegeni üzerindeki elemanlar elde edilir. Bu elemanlar, ilgili değişken değerlerinin, genel ortalamadan sapmalarının kareleri toplamını göstermektedir.

Eğer T matrisinin her bir elemanı  $(N-1)$ 'e bölünürse, toplam kovaryans matrisi elde edilir. Bu matrisin ana köşegeni üzerindeki elemanlar varyansları, diğer elemanlar ise kovaryansları göstermektedir.

T matrisinden iki değişken arasındaki ilişkinin daha kuvvetli bir ölçüsü olan “korelasyon katsayısı” da bulunur. Kovaryans matrisleri sadece bir örnekleme ilişkin durumlara dayandıkları zaman, her bir örneklem açısından hesaplanabilirler. İki değişkenin birbirleriyle ne derecede bağıntılı olduğunu kavrama açısından aralarındaki korelasyonu inceleyebiliriz. Bu amaç için korelasyon katsayısını kullanmak kovaryansını kullanmaktan daha iyi sonuç verir.

Bu hesaplama sonucunda T matrisinin her elemanı, aynı sıra ve sütuna düşen iki köşegenlerdeki elemanların çarpımlarının kare köküne bölünürse “toplam korelasyon matrisi” elde edilir. Bu matrisin elemanları;

$$r_{ij} = \frac{t_{ij}}{\sqrt{t_{ii}t_{jj}}} \quad i = 1, \dots, p; j = 1, \dots, p \dots\dots\dots(3.22.)$$

Burada  $t_{ij}$  'ler T matrisinin elemanlarını göstermektedirler.

Eğer kümeler birbirinden farklı ise, başka bir deyişle küme merkezleri çakışık değilse, kümeler içindeki varyans-kovaryans toplam varyans-kovaryanstan daha küçük olacaktır. Bu “kümeler içi kareler toplamı” veya “çapraz çarpım matrisi” olarak adlandırılan W matrisi ile ölçülür. W matrisinde sapmalar, T matrisinde olduğu gibi, genel ortalamadan değil, birimlerin ait olduğu küme ortalamasından sapmasıyla ölçülmektedir. W matrisinin elemanları aşağıdaki (3.23.)'nolu formülle hesaplanır.

$$w_{ij} = \sum_{l=1}^k \sum_{m=1}^{n_l} (x_{ilm} - \bar{x})(x_{jlm} - \bar{x}_{jl}) \dots\dots\dots(3.23.)$$

W matrisinin elemanları (N-k)'ya bölünürse küme kovaryans matrislerinin ağırlıklı bir ortalaması olan kümeler içi kovaryans matrisi elde edilir.

Toplam korelasyon matrisinin elde edilmesine benzer bir işlemle kümeler içi korelasyon matrisinin elemanları ;

$$r_{ij} = \frac{w_{ij}}{\sqrt{w_{ii}w_{jj}}} \quad i = 1, \dots, p, j = 1, \dots, p, i \neq j \dots\dots\dots(3.24.)$$

formülü yardımıyla bulunur.

Küme merkezleri arasında farklılıklar bulunmadığı durumlarda W'nun her bir elemanı T matrisinin karşılık gelen her bir elemanına eşit olacaktır. (Çünkü  $x_{ik}$  her zaman  $x_i$ 'ye eşittir.) Eğer Küme merkezleri farklı iseler W matrisinin elemanları T matrisine karşılık gelen elemanlarından daha küçük olacaktır. Bu farklılık  $B=T-W$

( $b_{ij} = t_{ij} - w_{ij}$ ) olarak tanımlanan B matrisi aracılığıyla ölçülür. W ve B matrisleri kümeler içi ve kümeler arası ilişkiler hakkında tüm temel bilgileri kapsamaktadır (Özmen ve Türkyılmaz, 2000).

### 3.2.4. Ayırma Fonksiyonları İçin Kullanılan İstatistiksel Anlamlılık Sınaması

Elde edilen sonuçların daha sağlıklı bir biçimde yorumlanabilmesi için ayırma fonksiyonlarının anlamlı olup olmadıklarına dair istatistiksel anlamlılık testlerinin yapılması gerekir.

Ayırma analizi'nde öz değerleri ve bunlara bağlı olarak ayırma fonksiyonları hesaplandıktan sonra bu fonksiyonların önemli olanlarının belirlenmesi amacıyla istatistiksel anlamlılık sınamaları yapılır. Bu sınamalar; kümeler arasında genel olarak bir farklılığın olmadığını, eğer varsa hangi veya kaç tane ayırma fonksiyonunun istatistiki açıdan anlamlı olduğunu ortaya çıkarırlar.

Önemli olan ayırma fonksiyonlarının seçiminden önce tüm sistemin kümeler arası farklılığının incelenmesidir.

İkiden çok küme olması durumunda elde edilen ayırma fonksiyonunun anlamlılığının belirlenmesinde kullanılan kriterlerden ilki, WILKS tarafından geliştirilmiş olan ve genelleştirilmiş varyans olarak bilinen " $\wedge$ " dır.

WILKS'in " $\wedge$ "'sı birkaç ayırıcı değişken üzerinde küme ağırlıklarına ilişkin, çok değişkenli gözlem değeridir. Söz konusu gözlem değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

B=Kümeler (gruplar) arası varyans-kovaryas matrisi

W=Kümeler (gruplar) içi varyans-kovaryans matrisi

olmak üzere;

$$\wedge = \frac{|B|}{|B + W|} = \prod_{i=1}^r \frac{1}{1 + \lambda_i} \dots\dots\dots(3.25.)$$

Küme farklılıklarının ayırıcı değişkenlerin üzerinde çok değişkenli ölçüsü olan WILKS'in " $\wedge$ " istatistiği 0 ile 1 değerleri arasında değişmektedir. Sıfıra yakın " $\wedge$ "

değerleri yüksek ayırımı göstermektedir; (bir başka anlatımla küme merkezleri büyük oranda birbirinden ayırır. Küme içindeki yayılım miktarlarıyla karşılaştırıldıklarında, birbirinden mesafe açısından uzaktırlar) 1 en büyük değerine doğru  $\wedge$  arttıkça, daha az ayırımın gerçekleştiğini bildirmektedir.

$\wedge$ 'nın anlamlılığını ya  $x^2$  ya da  $F$  dağılımı yaklaşımına dönüştürülerek bu anlamlılık test edilir. Bulunan sonuçlar anlamlılık düzeyinin belirlenmesi amacıyla  $x^2$  standart tablolarıyla karşılaştırılabilirler. Bu amaçla BARTLETT tarafından geliştirilen ve yaklaşık  $(p-k)(g-k-1)$  serbestlik dereceli (ki-kare)  $x^2$  dağılımı gösteren değişken aşağıdaki gibi ifade edilebilir.  $p$  değişken sayısını,  $g$  küme sayısını göstermek üzere  $k$ . değişken için tanımlanan eşitlik aşağıdaki gibidir;

$$x_k^2 = \left[ - \left[ N - \left( \frac{p+g}{2} \right) \right] - 1 \right] \log_e \wedge_k \quad k = 0, 1, \dots, r-1 \dots \dots \dots (3.26.)$$

$k=0$  için hesaplanan  $\wedge$  değeri (3.26.)'daki formülde yerine konulursa bulunan  $x^2$  değerini, seçilen  $\alpha$  anlamlılık seviyesinde,  $(p-k)(g-k-1)$  serbestlik dereceli  $x^2$  tablo değeriyle karşılaştırmak suretiyle  $\wedge$  istatistiğinin ve dolayısıyla  $(H_0 ; \wedge \neq 0)$ 'ın anlamlılık sınaması yapılabilir. Ayırma analizi yardımıyla kümeler arası farklılık daha belirgin bir şekilde getirilebilir (Özmen ve Türkyılmaz, 2000).

### 3.2.5. Doğrusal Ayırma Çözümlemesi

İki veya daha çok küme olması durumunda önce kovaryans matrislerinin eşitliği sınanır.  $H_0$  kabul edilirse doğrusal ayırma çözümlemesi yapılır.

### 3.2.5.1. İki Küme Olması Durumunda Doğrusal Ayırma Çözümlemesi

Ayırma çözümlemesinde amaç, çok değişkenli problemin tek değişkenli biçime dönüştürülmesidir. Yani tüm değişkenlerin uygun ağırlıklarla katılacağı tek bir değişken (fonksiyon) elde edilmesidir.

Bir birime ait  $p$  değişkenden bulunacak olan bağıntı,

$$y_i = a_1x_{i1} + a_2x_{i2} + \dots + a_px_{ip} \dots\dots\dots(3.27.)$$

biçiminde gösterilebilir. Burada  $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip}$  orijinal değişkenleri,  $a_1, a_2, \dots, a_p$  ise bu değişkenlere ilişkin katsayıları göstermektedir. Bu fonksiyon bulunurken, kümeler arası varyansın küme içi varyansa en büyüklenmesi gerekir. Yani,

$$F = \text{Max} \left( \frac{\text{Kümeler Arası Varyans}}{\text{Küme İçi Varyans}} \right) \dots\dots\dots(3.28.)$$

oranının en büyük olması istenir. Bu düşünceyle  $a_j$  katsayılarının bulunmasında kullanılan ilk eşitlik Fisher tarafından aşağıdaki biçimde verilmiştir:

$$f(a_1, a_2, \dots, a_p) = \frac{a'Ba}{a'Wa} \dots\dots\dots(3.29.)$$

Burada  $a: p \times 1$  boyutlu katsayılar vektörü,  $B: p \times p$  boyutlu (her küme ortalama vektörünün genel ortalama vektöründen farklarından elde edilen) kümeler arası varyans matrisi,

eğer,

$$C = \frac{1}{(n_1 + n_2 - 2)} W \dots\dots\dots(3.30.)$$

ve  $\bar{x}_j^{(1)}, \bar{x}_j^{(2)}$  sırasıyla birinci ve ikinci kümenin j'inci değişken ortalamaları iken,

$$d_j = (\bar{x}_j^{(1)} - \bar{x}_j^{(2)}) \dots\dots\dots(3.31.)$$

$$d' = (d_1, d_2, \dots, d_p) \dots\dots\dots(3.32.)$$

olarak alınırsa (3.29.) nolu eşitlik yukarıdaki (3.30), (3.31) ve (3.32) eşitliklerindeki karşılık değerleri yerine konulduğunda (3.33)'deki biçimde yazılabilir.

$$f(a_1, a_2, \dots, a_p) = \frac{n_1 n_2 a' d d' a}{(n_1 + n_2) a' C a} \dots\dots\dots(3.33.)$$

Bu eşitlik, p bilinmeyenli denklem sistemidir. İki kümenin küme içi varyanslarının (kovaryans) eşitliği varsayımından,

$$d = C.a \text{ 'dan}$$

$$a = C^{-1}d \dots\dots\dots(3.34.)$$

olduğu gösterilebilir. Bu durumda katsayılar, küme içi kovaryans matrisinden bir C matrisinin tersi ile küme ortalamaları vektörlerinden elde edilen fark değerleri vektörlerinin çarpımından elde edilebilir. Yani birinci küme için ayırma fonksiyonu ortalaması (3.27.) nolu eşitlikte  $x_i$ 'ler yerine bu kümenin ortalama değerleri, ikinci küme için ayırma fonksiyonu ortalaması yine aynı eşitlikte  $x_i$ 'ler yerine ikinci kümenin ortalama değerleri verilerek bulunur.

$$\begin{aligned}\bar{y}^{(1)} &= a_1\bar{x}_1^{(1)} + a_2\bar{x}_2^{(1)} + \dots + a_p\bar{x}_p^{(1)} \\ \bar{y}^{(2)} &= a_1\bar{x}_1^{(2)} + a_2\bar{x}_2^{(2)} + \dots + a_p\bar{x}_p^{(2)}\end{aligned}\dots\dots\dots(3.35.)$$

İki kümenin varyans-kovaryans matrislerinin ortak olması durumunda, bulunan ayırma fonksiyonunun varyansı da ortak olacaktır. Fonksiyonundaki  $y$ 'nin varyansı karesel biçimde matris notasyonu ile,

$$Var(y) = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p c_{ij} a_i a_j = a' C a \dots\dots\dots(3.36.)$$

olarak yazılabilir. (3.34.) nolu gösterimden yararlanarak,

$$Var(y) = d' C^{-1} C C^{-1} d = d' C^{-1} d \dots\dots\dots(3.37.)$$

elde edilir. Aynı biçimde  $d = C a$  ve  $d' = (\bar{x}^{(1)} - \bar{x}^{(2)})'$  eşitliğinden,

$$Var(y) = d' C^{-1} C a = d a' \dots\dots\dots(3.38.)$$

$$Var(y) = d a' = (\bar{x}^{(1)} - \bar{x}^{(2)})' a = \bar{x}^{(1)'} a - \bar{x}^{(2)'} a = \bar{y}^{(1)} - \bar{y}^{(2)} \dots\dots\dots(3.39.)$$

sonuçlarıyla iki küme için ayırma fonksiyonu ve varyansına ulaşılır (Tatlídil, 1996).

### 3.2.5.2. İki'den Fazla Küme Olması Durumunda Doğrusal Ayırma Çözümü (Çoklu Doğrusal Ayırma Çözümü)

İki'den çok küme olması durumunda kullanılan ayırma analizi teknikleri, iki küme için geliştirilenlerin genelleştirilmiş biçimleridir. Bu durumda da yine  $p$  değişkenli, iki'den çok sonlu sayıda ana kütle bulunmaktadır. Birimler, ana kütleler arasında ayırma gücü en büyük olacak biçimde belli sayıda doğrusal bağıntı yardımıyla sınıflandırılmaktadır. Birimlere ait  $p$  değişkenli,  $p$  boyutlu uzayda tanımlayacak öyle eksenler bulunmalı ki, veri toplulukları bu eksenler boyunca birbirinden olabildiğince ayrılabilir. Ayırma çözümü, bu eksenleri belirtecek doğrusal bağıntılara ait katsayıların bulunması ile ilgilidir. İki'den çok küme olması durumunda bulunacak ayırıcı (diskriminant) fonksiyon sayısı;  $g$  küme sayısını,  $p$  değişken sayısını göstermek üzere  $\min(g-1, p)$  tane olacaktır (Tatlıdil, 1996).

Çoklu ayırma çözümü, iki küme için uygulanabilen ayırma analizi tekniğinin genelleştirilmiş şekli olup, birden fazla değişkene göre üç veya daha çok küme arasındaki farklılıkları araştıran çok değişkenli istatistiksel tekniktir. Ayırma çözümünde en önemli konu küme arasındaki farklılıkların belirlenmesinde kullanılacak olan ayırma fonksiyonlarının elde edilerek yorumlanmasıdır. Ayırma çözümü birimlerin kümelerine sınıflandırılması işlemine temel teşkil ettiğinden istatistik bilimi açısından elde edilen ayırma fonksiyonlarına “karar fonksiyonu” adı da verilmektedir (Çakmak, 1986).

### 3.2.6. Karesel Ayırma Çözümü

İki ya da daha fazla kümenin kovaryans matrisleri eşit değilse karesel ayırma analizi uygulanır. Kümelerin kovaryans matrislerinin eşit olup olmadığını anlamak için Bartlett ya da Box M testi uygulanır.



### 3.2.6.1. İki Küme Olması Durumunda Karesel Ayırma Çözümlemesi

Değişkenlerin normal dağıldığı varsayımıyla, kümelerin varyans-kovaryans matrislerinin farklı olmaları durumunda kullanılır. Karesel ayırma fonksiyonu eşitlik 3.40'da verilmiştir.

$$Q(x) = \frac{1}{2} \log \frac{|S_j|}{|S_i|} - \frac{1}{2} (\bar{x}^{(i)'} S_i^{-1} \bar{x}^{(i)} - \bar{x}^{(j)'} S_j^{-1} \bar{x}^{(j)} + x' (S_i^{-1} \bar{x}^{(i)} - S_j^{-1} \bar{x}^{(j)})) - \frac{1}{2} x' (S_i^{-1} - S_j^{-1}) x$$

..... (3.40 .)

Başlangıçta iki küme durumu için geliştirilmiş olan 3.40'daki fonksiyon, ikişerli alınarak çok küme durumu içinde kullanılabilir. 3.40'deki fonksiyon  $S_i$  ve  $S_j$  sırasıyla  $i$ 'inci ve  $j$ 'inci kümelere ilişkin varyans-kovaryans matrisleridir. Eğer 3.40'deki eşitlikte  $S_i = S_j = S$  alınacak olursa, karesel fonksiyonun doğrusal fonksiyona eşit olacağı kolaylıkla görülebilir (Tatlıdil, 1996).

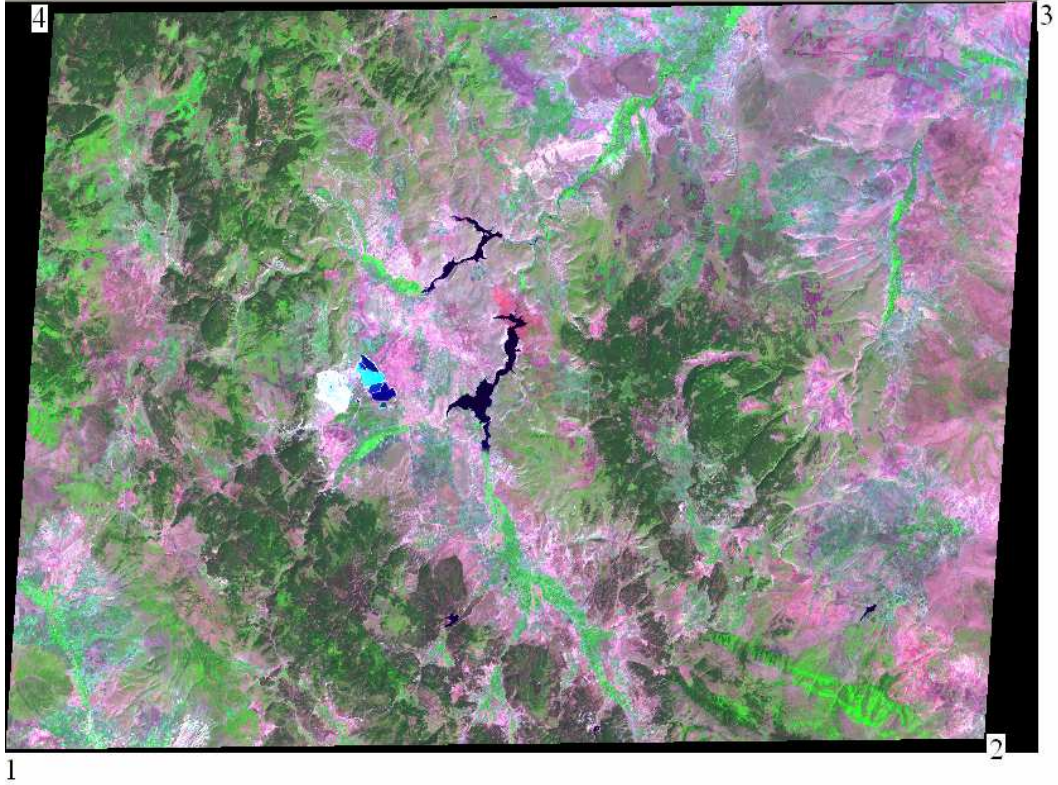
### 3.2.6.2. İki'den Fazla Küme Olması Durumunda Karesel Ayırma Çözümlemesi (Çoklu Karesel Ayırma Çözümlemesi)

Çoklu karesel ayırma çözümlemesi küme sayısı en az üç ise yani en az üç küme olup, en az iki ayırma fonksiyonu olduğunda sözkonusudur. Eğer  $k$  adet küme varsa, ayırma fonksiyonu sayısı da  $k-1$  olur (Nakip, 2003). Küme sayısı ikiden fazlaysa uygulanacak olan ayırma analizi çoklu ayırma analizidir. Kovaryans matrislerinin eşit olup olmadığı Box M ya da Bartlett anlamlılık sınamasıyla anlaşılır. Kovaryans matrisleri eşitse doğrusal ayırma analizi, eşit değilse karesel ayırma analizi kullanılır.

## 4. UYGULAMA

### 4.1. Çalışma Alanının Sınırları

Yapılacak tüm çözümlene tekniklerinde sınırları Şekil 4.1.'de (1,2,3,4) gösterilen Landsat 1999 Ekim ayı Eskişehir/Kırka çevresinin 7,4,3 bant kombinasyonlu koordinatlı görüntüsü kullanılmıştır, UTM, European 1950, 36. bölge projeksiyon sistemine göre 1 noktası için (267685;4335874), 2 noktası için (312717;4336378), 3 noktası için (314902;4370103) ve 4 noktası için (269953;4369599) ile sınırlı olan alan çalışma alanıdır. Bazı sapmaların olabileceği Bölüm 4.3' de anlatılacaktır.



Şekil 4.1. Çalışma Alanının Sınırları

## **4.2. Eskişehir/Kırka Çevresi Çalışma Alanına İlişkin Uzaktan Algılanmış Uydu Görüntüsünün Açıklanması**

Eskişehir/Kırka çevresi çalışma alanına ilişkin uzaktan algılanmış uydu görüntüsü ve bu görüntüye ait çalışma alanında 10 farklı jeolojik küme mevcuttur. Uydu görüntüsündeki her bir piksel (birim) için 30x30 m<sup>2</sup>'lik bir yer gerçeği karşılık gelmektedir. Yer gerçeğine 10 farklı jeolojik kümenin tespiti için bir jeoloji mühendisi ile (C.Ayday, 2004, sözlü görüşme) ön bilgilendirmesiz kümeleme analizleri yapılmış ve çıkan sonuçların piksel bazındaki güvenilirlik düzeyleri incelenerek 10 farklı küme olduğuna karar verilmiştir. Bu 10 küme sırasıyla; bor madeni kümesi, atık havuzu-1 kümesi, atık havuzu-2 kümesi, atık havuzu-3 kümesi, orman/ağaç kümesi, toprak kümesi, Tarla-1 (sulu tarım) kümesi, Tarla-2 (susuz tarım) kümesi, toprak kümesi, kayalık kümesi, su/gölet kümesi'dir. Bu kümelerden her birinin varlığı diğerlerinin kümeleme çözümlemesi sonuçlarını etkiler.

### **4.2.1. Çalışma Alanı Bor Madenine İlişkin Jeolojik Durumun Açıklanması**

Türkiye'deki önemli boraks yatakları arasında yapısal açıdan farklılıklar bulunsa da, Eskişehir/Kırka Etibank boraks maden ocağında olduğu gibi genel olarak çakıl taşı, kum taşı, volkanik kül (tüf), tüfit, kil taşı ve kireçtaşı ile ara katmanlı olup genelde üzerleri kireçtaşı ya da kil taşıyla örtülüdür (Tübitak, 2002).

Bölgenin jeolojik durumu nedeniyle yeraltında bor madeni bulunma ihtimali olan koordinatların yeryüzündeki durumu, yani yeryüzü izi killi ya da kireç taşıdır. Şu an faaliyette olan Eti Bank Eskişehir/Kırka boraks maden işletmesindeki bor madeni alanı kille karışıktır.



**Şekil 4.2.** Eskişehir/Kırka Eti Bank Boraks işletmesinde killi-borlu yer gerçeği fotoğrafı



**Şekil 4.3.** Eskişehir/Kırka Eti Bank Boraks işletmesinde killi-borlu başka bir yer gerçeği fotoğrafı

Bu çalışmada bor madeni ön bilgilendirme alanları Eskişehir/Kırka Eti Bank Boraks işletmesindeki alandan seçilmiştir. Yapılan çözümler sonucunda ortaya çıkan alanların ortak özelliklerinin Eskişehir/Kırka Eti Bank Boraks işletmesindeki alana benzer şekilde killi ya da kireçli birimler içerdiği yapılan arazi kontrollerinde görülmüştür. Malzeme açısından killi-borlu birim ile killi ve kireç taşı birimlerin uydu tarafından algılanan gözlem değerleri birbirlerine benzer. Bor madeni çeşitlerine göre yeryüzünde ya da yeraltında bulunabilir. Yeraltındaki bor madenin çalışma alanındaki jeolojik yapı nedeniyle nedeniyle yeryüzü izi; killi, kireçli yapıdır (Bkz. Ek-1.5). Bu durum çalışma alanındaki Sarıkaya formasyonunda göze çarpmakla birlikte jeoloji

mühendislerinden edinilen bilgilerden Sarıkaya formasyonunun sınırları tam olarak belli değildir (Y.Zafer, 2005, sözlü görüşme). İşletme sahasının alanının oldukça geniş olması ve bu sahanın sınırlarının yeniden düzenlenecek olması bu konuda önemli bir kanıttır.

#### **4.2.2. Çalışma Alanı Bitki Örtüsü Görüntüsünün Açıklanması**

Farklı bitki türleri, içerdikleri mineraller, su v.b. özelliklerine göre farklı yansımalara sahiplerdir. Bu da uzaktan algılama tekniğiyle türlerin belirlenip haritalanmasına olanak vermektedir. Bitki örtüsü farklı dalga boylarında farklı yansımalar verir. Görünür bölgede (0,4-0,7 mikrometre) fazla miktarda enerjiyi soğurmakta, kızıl ötesi bölgede (0,7-1,3 mikrometre) ise görünür bölgeye göre enerjiyi daha az soğurmaktadır. Başka bir deyişe canlı bitkiler görünür bölgede ışığı daha az yansıtmakta, çünkü gelen enerjiyi fotosentez için kullanmakta, buna karşılık kızılötesi bölgede daha fazla yansıtılmaktadır (Ay, 1996). Bu yüzden bitkiler genellikle yeşil, sonbaharda ise yapraklarda görülen klorofil kaybı nedeniyle sarı, turuncu vb. renklerde görünürler. Yansıma miktarı, bitkinin klorofil miktarına, su içeriğine yaprak kalınlığına ve hücre dokusuna bağlı olarak değişim gösterdiğinden, bitkinin bu özelliklerine bağlı olarak ayırt edilmesi mümkün olmaktadır. Birçok bitki hastalığı hücre dokusunu değiştirdiğinden, yansıma özelliğinde de farklılıklar görülmekte ve bu yolla sağlıklı ve hastalıklı bitkiler kolaylıkla ayırt edilebilmektedir (Bilge, 1997).

#### **4.2.3. Çalışma Alanı Kayalar ve Kayaçların Görüntüsünün Açıklanması**

Jeolojik özelliklerin uzaktan algılama tekniğiyle belirlenebilmesi için laboratuarda (bilgisayar ortamında) ve alanda ölçülen yansıma değerlerinin dalga boyunun bir fonksiyon olarak gösterilen grafiklerden yararlanılmaktadır. Kayaç türleri görülür bölgede birbirine yakın yansıma verdiği halde kızılötesi bölgede farklı yansıma değeri verirler (Ay, 1996).

Çalışma alanında 7,4,3 bant kombinasyonunda kayalık alanların rengi koyu kahve rengidir.

#### **4.2.4. Çalışma Alanı Toprak Görüntüsünün Açıklanması**

Toprak içerdiği farklı mineraller, su, renk ve ton, eğim, drenaj ve üzerindeki bitki türlerine göre çok farklı yansıma vermektedir ( Ay, 1996).

Toprak rengi, toprağın dokusuna (pürüzlü veya düz oluşuna) içerdiği su miktarına, demir oksit (pas rengi) ve organik madde (gübre gibi) varlığına bağlı olarak değişim göstermektedir (Bilge, 1997).

Çalışma alanındaki toprak rengi 7.4.3 bant kombinasyonunda pembe renkli olarak gözükmekte ve bu çalışmada 4. bant toprakta bor varlığının araştırılması görevini üstlenmektedir.

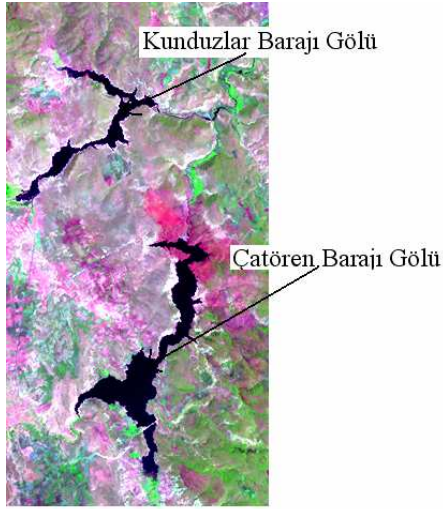
#### **4.2.5. Çalışma Alanı Su Görüntüsünün Açıklanması**

Su yüzeylerinden olan yansıma karakteristikleri ile sadece su yüzeyleri değil, suyun belirli derinliklerindeki özellikleri hakkında da bilgi sağlanabilmektedir. Suyun klorofil içeriği, askıdaki organik ve inorganik parçacıkların miktarıyla suyun derinliği güneş ışınlarının yansımalarını etkilemektedir.

Su yüzeyine gelen güneş ışınlarının bir kısmı geri yansır, ancak, radyasyonun önemli bir kısmı ise su içerisinde iletilir. Suyun derinliklerine kadar nüfuz eden, bu radyasyon, sudaki parçacıklar tarafından soğrulur (yutulur) veya dağıtılır. Işık tabana kadar ulaşmadığı derin sularda, ışık geçirgenliği sadece askıda madde gibi suya bulanıklık veren maddelerden etkilenir (Bilge, 1997).

Su yüzeyinde askıda bulunan kil, kum ve mineraller yeşil ve kırmızı dalga boyunda gelen enerjiyi önemli miktarda geri yansıtırlar. Bu nedenle görünür bölgede bulanık su berrak suya göre daha parlak görünür (Ay, 1996).

Bu çalışmada su yer gerçeğinin ön bilgilendirilmesinde varlığını kesin olarak bildiğimiz Kunduzlar ve Çatören barajı göllerine ait su yansıma değerlerinden faydalanılmıştır.

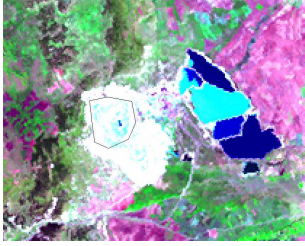


**Şekil 4.4.** Eskişehir/Kırka Çevresi Landsat uydusu 1999 Ekim ayı uydu görüntüsünden Kunduzlar ve Çat Ören Barajı göletlerinin görünümü

Çalışmada su ön bilgilendirme alanları için varlığının kesin su olmasından emin olduğumuz Kunduzlar ve Çat ören barajı göletleri seçilmiştir.

#### **4.2.6. Çalışma Alanı Bor Madeni Görüntüsünün Açıklanması**

1999 Landsat ekim ayı Eskişehir/Kırka ve çevresinin uydu verisindeki bor madenin ön bilgilendirilmesi kesin bor olduğunu bildiğimiz Etibank Kırka boraks işletmelerindeki açık bor ocağından yapılmıştır. Bor madeni 7,4 ve 3 'lü bant sisteminde yani 7. bant kırmızı, 4. bant yeşil, ve 3. bant mavi aralık değerine gelmiş haliyle özellikle mavi ve yeşil bant aralığı değişkenin almış olduğu değer olan (0-256) arası değerlerde 255'e yakın yansıma değeri vermektedir. Bunun nedeni borun güneş ışığını çok iyi yansıtan parlak bir mineral olmasından ileri gelmektedir. Bu çalışmada 7. ve 3. bantlar jeolojik araştırmalarda iyi sonuçlar verdiği için bor madeni araştırılması için kullanılmıştır.



**Şekil 4.5.** Etibank/Kırka-Boraks işletme sahası içindeki açık bor ocağı ( işaretli) ve bor madenin parlaklığının gözle de ayırt edilmesi.

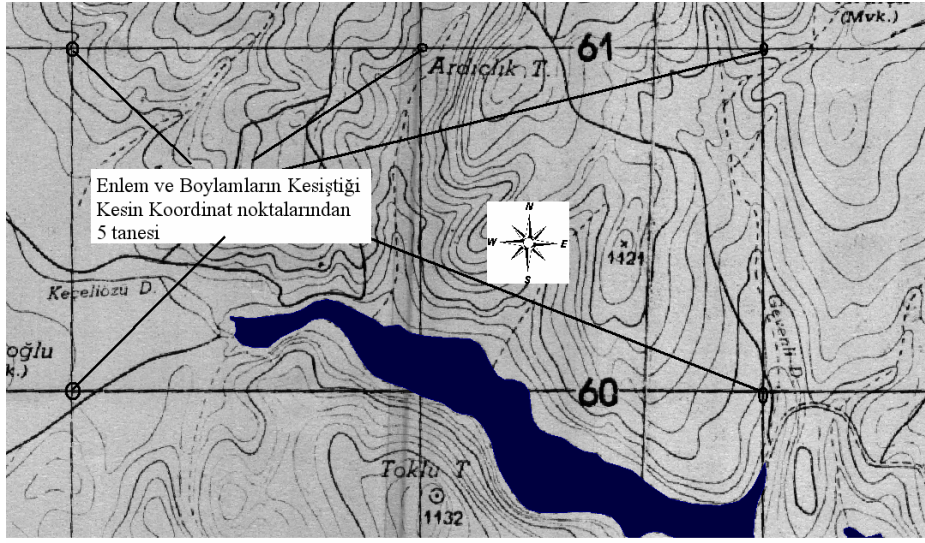
### 4.3. Uydu Görüntüsünün Koordinatlandırılması (Rektifiyesi)

Koordinatlandırma işleminin önemi yapılacak olan kümeleme ve çoklu karesel ayırma çözümlene teknikleri ve uzaktan algılanmış uydu verisi yardımıyla Eskişehir/Kırka çevresinde bor madeni araştırması sonuçlarındaki ataması yapılan piksel kümelerin koordinatlarının gerçeğe uygun çıkmasıdır.

Bu çalışmada kullanılan uydu görüntüsünün atmosferik düzeltmeleri yapılmış ancak rektifiyesiz (koordinatsız) bir veri biçimindedir. Dolayısıyla yapılacak olan çözümler sonuçları için yer gerçeği koordinatları yoktur. Bu durumda ilk adım görüntüye koordinatlandırma yaparak, yapılacak çözümlene sonuçlarının yer gerçeği ile aynı koordinat değeri vermesi sağlanır.

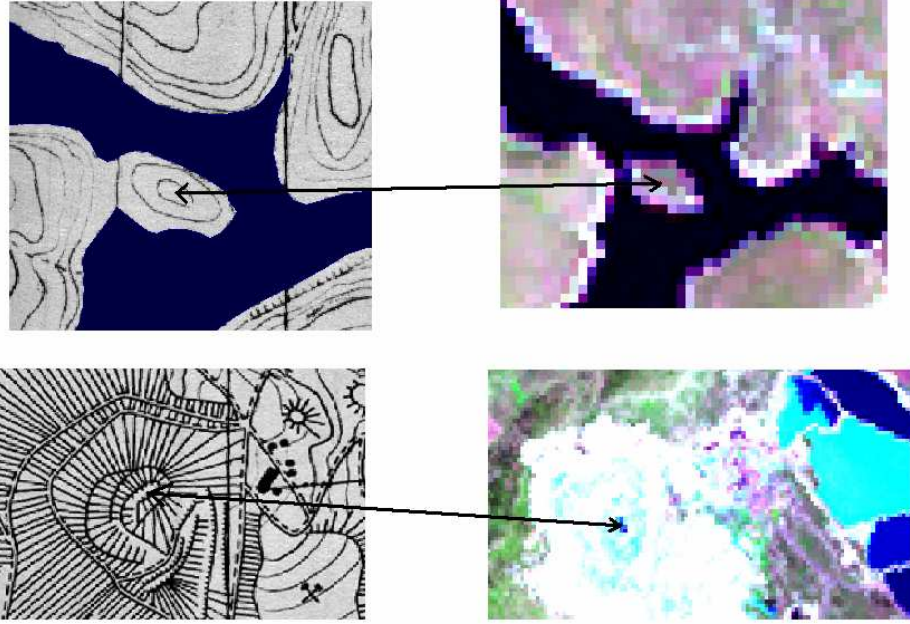
Koordinatlandırma yapmak için ilk önce Eskişehir/Kırka çevresinin koordinatlı olan topografik haritasının J25-a4 ve J24-b3 paftaları taranarak bu çalışmanın coğrafi bilgi sistemi düzenlemesi kullanıldığı Geomedia paket programında herhangi bir hata olasılığını en aza indirmek için 20 kesin noktadan koordinatlanması yapılmıştır. Bu 20 kesin noktanın koordinatlandırılması enlem ve boyları çizgilerinin kesişim noktalarında 1/1 hassasiyette büyütülerek yapılmıştır.





**Şekil 4.6.** Koordinatlandırmada nirengi olarak kullanılan 20 enlem ve boylam noktalarından 5 tanesi ve Kunduzlar barajı gölü bir kısmı (Sayısallaştırılmış haliyle)

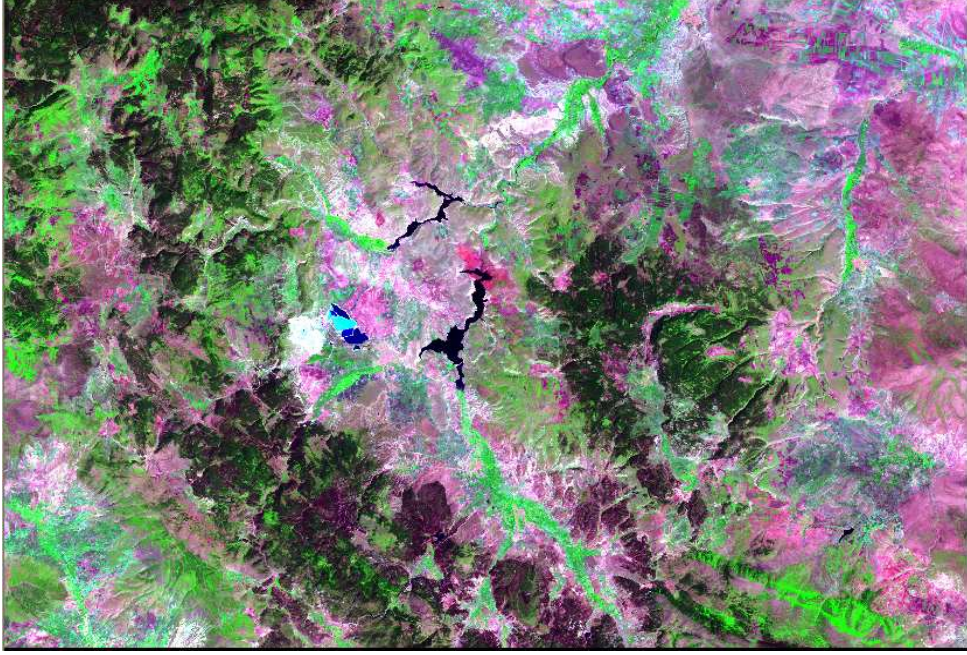
Böylece yapılan koordinatlandırma topografik haritanın her noktasında geçerli hale gelmiştir. Daha sonra Uydu görüntü ve veri analiz programı olan Image Analyst'deki görüntü noktalarıyla (piksel) koordinatlı topolojik haritanın görüntü noktalarından 4 adet piksele koordinat verilmiştir. Böylece Eskişehir /Kırka Çevresi Landsat uydusu 1999 Ekim ayı uydu görüntüsü koordinatlı hale getirilmiştir. Bölüm-2 de anlatıldığı gibi dikkat edilmesi gerekli nokta topografik harita görüntü formatı vektör tipi görüntü formatında olduğu için koordinatlandırma uydu görüntüsü görüntü formatı olan raster tipi veriye göre daha kesin koordinatlı olacaktır. Çünkü raster tipi görüntü formatı piksellerden oluşmuş olup, vektör görüntü formatındaki kesin olan bir noktanın raster tipi görüntü formatında karşılığı koordinatlandırma esnasında bir piksele karşılık gelmektedir. Aslında bir piksel bir adet kesin nokta değil  $30 \times 30 = 900$  metre karelik bir alanı göstermektedir. Bu yüzden koordinatlandırmada yer gerçeklerine kıyasla bazı hatalar mevcut olabilir. Dört uydu gören bir GPS (konum belirleme) aletinin 0-20 metrelik hatalar yaptığı dikkate alınırsa bu hatalar normal olarak karşılanabilir.



**Şekil 4.7.** Koordinatlanmış Vektör tipli görüntü formatındaki ( Eskişehir J25-a4 ve J24- b3 topografik harita paftaları ) noktaların Raster tipi görüntü formatındaki uydu görüntüsünün koordinatlandırılması için nirengi belirleme işlemindeki 2 nokta seçimi

Şekil 4.7’de 2 nokta için uydu görüntüsünün koordinatlandırılması gösterilmiştir. Şekil 4.7.’deki gösterildiği gibi 2 nokta ile yapılan koordinatlandırma toplam 4 nokta ile yapılırken tüm görüntü ve bu görüntüye ait olan her piksel koordinatlandırılmış olur.

Şekil 4.8.’de Landsat 1999 Ekim ayı Eskişehir/Kırka çevresinin 7,4,3 bant kombinasyonlu koordinatsız görüntüsü, Şekil 4.9’de ise Landsat 1999 Ekim ayı Eskişehir/Kırka çevresinin 7,4,3 bant kombinasyonlu koordinatlı görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.8. Landsat 1999 Ekim ayı Eskişehir/Kırka çevresinin 7,4,3 bant kombinasyonlu koordinatsız görüntüsü



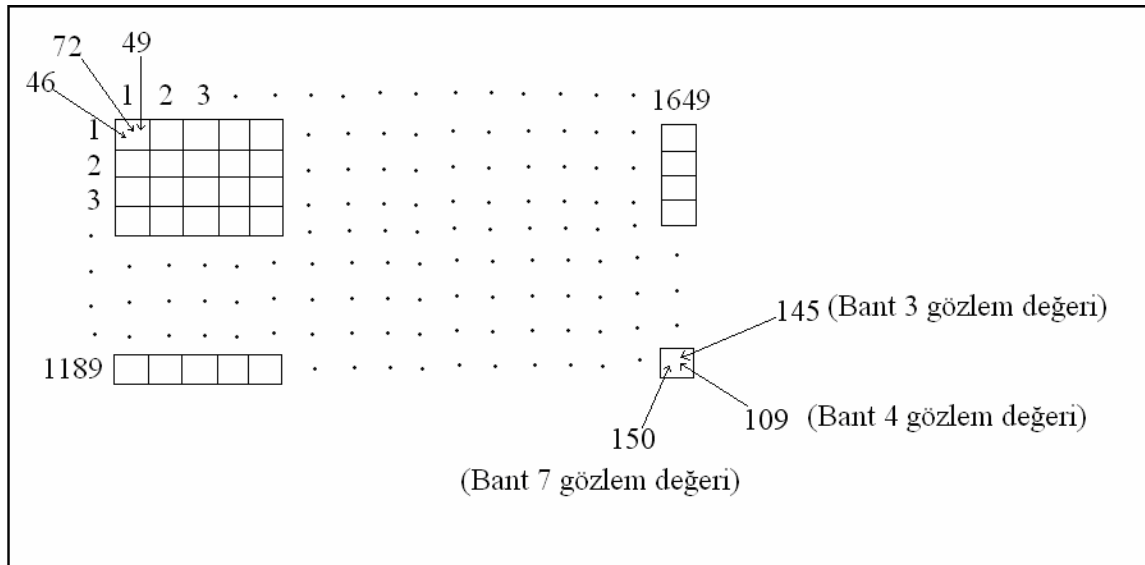
Şekil 4.9. Landsat 1999 Ekim ayı Eskişehir/Kırka çevresinin 7,4,3 bant kombinasyonlu koordinatlı görüntüsü

Şekil 4.8.'deki koordinatsız uydu görüntüsü Şekil 4.9'daki gibi koordinatlandırılarak görüntüye yer gerçeği anlamı yüklenmiştir. Böylece yapılacak çözümlerinin sonuçlarının koordinatları yer gerçeği koordinatlarına sahip olacaktır.

Koordinatlandırma işlemi Bölüm-2 de anlatıldığı gibi, Eskişehir/Kırka ve çevresi kuzey yarım kürede ve 36. Zone (Bölge) hattında bulunduğu ve uluslar arası harita anlaşmalarıyla ilgili bölge için 1950 European sistemi belirlendiğinden projeksiyon sistemi UTM (Universal Transver Mercator), European 1950 ve 36. Zone (36. Bölge) uygun olarak yapılmıştır.

#### 4.4. Uydu Görüntüsünün Veriye Dönüştürülmesi

Landsat 1999 Ekim ayı Eskişehir/Kırka çevresinin 7,4,3 bant kombinasyonlu görüntüsündeki çalışma alanı, her bir satırda 1649 her bir sütunda 1189 adet gözlem birimi (piksel)'den oluşmakta ve çalışma alanında  $1649 \times 1189 = 1.960.661$  adet gözlem birimi (piksel) yer almaktadır. Çalışma alanı içerisindeki 1.960.661 adet gözlem birimi (piksel)'in her birinde değişken olan her bir bantın (7,4 ve 3) almış olduğu değişken değerleri (0-256 arası) mevcuttur.



Şekil 4.10. Çalışma alanındaki uydu verisi

Şekil 4.10.'da görüldüğü gibi, her gözlem birimi üç adet değişkenin (bant 7, bant 4 ve bant 3) almış olduğu değere sahiptir. Her gözlem biriminin üç adet değişken için almış olduğu değer bileşimi bir renk tonunu ifade eder. Her gözlem biriminde üç adet değişkenin almış olduğu değerler değişince gözlem değerinin de renk tonu değişecektir. Değişkenlerin almış oldukları değerler dolayısıyla renk çeşitliliği değişmesi yer gerçeklerine ve sahip oldukları spektral aralıklara bağlı olarak değişmektedir. Başka bir ifadeyle gözlem değerlerine bağlı olarak renklerin değişimi yer gerçeklerinin malzeme özelliklerine ve bantların spektral özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Her bir gözlem değerinin karşılığı olan renkler tüm gözlem değerleri bir araya geldiğinde görüntüyü oluşturur. Dolayısıyla görüntü aslında gözlem değerlerine bağlı olarak

değişen renk tonlarının bütünü oluşturmaktaiken gözlem değerleri de görüntü değerlerine bağılı olarak değişen renk tonlarının bütünü oluşturmaktadır. Uydu verisinin görüntüye, görüntünün de uydu verisine dönüştürülmesindeki temel prensip bu esasa dayanır.

#### **4.5. Uydu Verisinin Çözümlemesi**

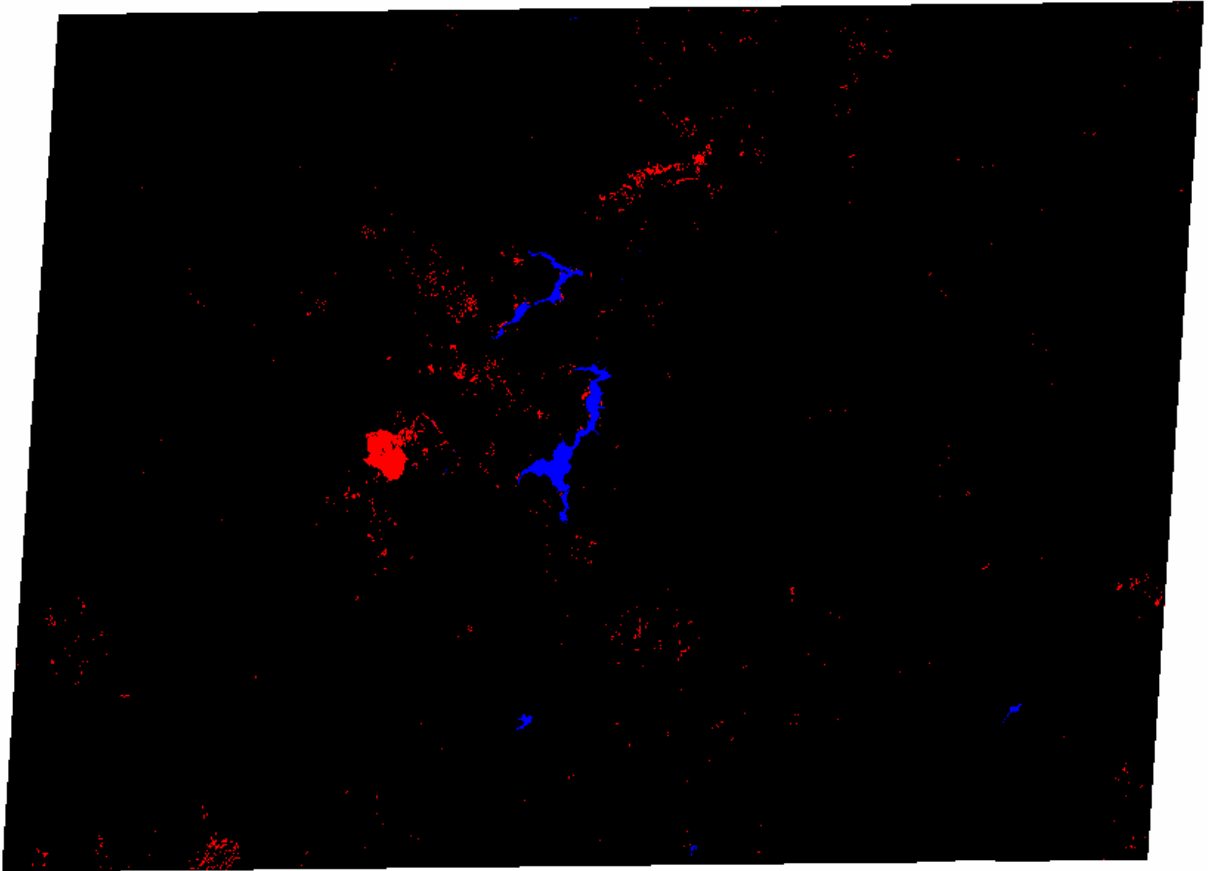
Bu bölümde Landsat 1999 Ekim ayı Eskişehir/Kırka çevresinin 7,4,3 bant kombinasyonlu koordinatlı hale getirilmiş olan uydu görüntüsüne ait verilere ön bilgilendirmeli ve ön bilgilendirmesiz olarak en kısa uzaklık çözümle tekniğı ve en çok olabilirlik tekniğıyle çözümlendikten sonra hiçbir uydu görüntüsü paket programında olmayan çoklu karesel ayırma tekniğıyle çözümlenerek elde edilen istatistiksel ve koordinatsal bulgularla bu doğrultudaki arazi kontrolleri verilecektir.

##### **4.5.1. Uydu Verisinin Ön Bilgilendirmesiz Kümeleme Tekniğıyle Çözümlemesi**

Eskişehir/Kırka çevresinin 7,4,3 bant kombinasyonlu koordinatlı hale getirilmiş uydu görüntüsüne ait verilere ön bilgilendirmesiz olarak çözümlenmesi Bölüm-3' de anlatıldığı gibi Image Analysis paket programıyla gerçekleştirilmiştir. İlk önce K-ortalamlar tekniğıyle mevcut uydu verisi kümelere ayrılmış daha sonra bu kümelere göre tüm uydu verisi önce en yakın uzaklık tekniğıyle, daha sonra en çok olabilirlik tekniğıyle çözümlenmiştir. Bu kümeleme sonucundaki kümeler topografik harita yardımıyla hangi yer gerçeğı kümesine dahil olduğu belirlenmiştir.

#### 4.5.1.1. Uydu Verisinin En Yakın Uzaklık Tekniğiyle Çözömlenmesi

Landsat 1999 Ekim ayı Eskişehir/Kırka çevresinin 7,4,3 bant kombinasyonlu koordinatlı görüntüsüne ait veriler üzerinde yapılan ön bilgilendirmesiz en yakın uzaklık tekniğiyle analiz sonucunda ulaşılan sonuçlar görüntü olarak Şekil 4.11.'de verilmiştir.



Şekil 4.11. En yakın uzaklık tekniğiyle ön bilgilendirmesiz kümeleme çözümleme sonucunda ortaya çıkan görüntü

Normalde bor madeni yansıması beyazdır. Burada araştırılan küme olan bor madeninin ön plana çıkması için kırmızı olarak renklendirilmiş, diğer kümeler siyah renkte gösterilmiş ve nirengi olması içinde Kunduzlar ve Çat Ören barajı göllerine mavi renk verilmiştir.

#### 4.5.1.1.1. Uydu Verisi Çözümlemesinin İstatistiksel Bulguları

Şekil 4.9.'daki çalışma alanındaki uydu görüntüsüne ait veri çözümlemesinin istatistiksel hata analizi Çizelge 4.1.'de özetlenmiştir.

**Çizelge 4.1** En kısa uzaklık tekniğiyle ön bilgilendirmesiz kümeleme çözümlemesi sonuçları için istatistiksel hata analizi

küme(Group)	Boraks	Atık Havuzu-1	Atık Havuzu-2	Atık Havuzu-3	Orman	Tarla-1	Tarla-2	Toprak	Kayalık	Su-Gölet	Kümesiz	Toplam
<b>Boraks</b>	%94.24	0%	0%	0%	0%	%0.11	0%	0%	%4.24	0%	%1.41	100%
<b>Atık Havuzu-1</b>	0%	%96.94	0%	0%	0%	0%	0%	%0.44	0%	0%	%1.75	100%
<b>Atık Havuzu-2</b>	0%	%1.13	%98.61	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	%0.26	100%
<b>Atık Havuzu-3</b>	0%	0%	0%	%95.20	0%	0%	0%	0%	0%	0%	%4.80	100%
<b>Orman</b>	0%	0%	0%	0%	%96.94	%0.65	%2.56	0%	%0.03	%1.11	%1.27	100%
<b>Tarla-1</b>	%0.20	0%	0%	0%	%5.64	%92.18	0%	0%	%0.72	0%	%1.26	100%
<b>Tarla-2</b>	%5.76	0%	0%	0%	0%	0%	%93.74	0%	0%	0%	%0.50	100%
<b>Toprak</b>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	%100	0%	0%	%0	100%
<b>Kayalık</b>	%4.82	0%	0%	0%	%17.48	%5.79	0%	0%	%86.85	0%	%2.55	100%
<b>Su-Gölet</b>	0%	0%	%2.15	0%	%0.81	0%	0%	0%	0%	%95.63	%1.41	100%

Ortalama Güvenilirlik= %95.03

Çizelge 4.1. çözümlenmiş gözlem değerleri (piksel) bazında hata çizelgesidir. Çizelge 4.1.'e bakıldığında Boraks için çözümleme sonucunda boraks olarak atanan gözlem birimleri (piksellerin) %94.24'ü çözümlenmiş görüntü üzerinde boraks olarak gözükmekteyken, %0.11'i tarla-1 kümesinde (grubunda) %4.24'ü kayalık grubunda yer almış. %1.41'i ise her hangi bir kümeye atanamamıştır. Çizelge 4.1.'deki tüm güvenilirlikler görüntü üzerindedir. Gerçek güvenilirlik arazideki sondaj sonuçlarına göre bulunur.



#### 4.5.1.1.2. Uydu Verisi Çözümlemesinin Coğrafi Bulguları

Şekil 4.9.'a göre bor madeni yansıması beyazdır. Araştırılan küme olan bor madeni ön plana çıkması için kırmızı olarak renklendirilmiş, diğer kümeler beyaz renkte gösterilmiş ve nirengi olması içinde Kunduzlar ve Çat Ören barajı göllerine mavi renk verilmiştir.

Kırmızı pikseller bölgenin jeolojisi itibariyle (Bkz. Ek 1.4.) altında (tinkal) ve yüzeyde (üleksit) bor madeni olması muhtemel yerlerdir. En yakın uzaklık tekniğiyle ön bilgilendirmesiz kümeleme yapılarak tahmini küme sayısı (10) verilmiş ve bu bilgi doğrultusunda paket program tarafından kümeleme yapılmıştır. Kümeleme sonucunda işletmeyi de içine alan bor madeni alanı işletmenin içindeki kille karışık bor madeni yansıma değerlerine göre paket program tarafından değerlendirmeye alınmıştır. Kırmızı renkle gösterilen her pikselin altı bor madeni diye bir iddia yoktur. Malzeme açısından işletme içerisindeki killi bor'a benzer yansıma değerine sahip yer gerçekleri kümeleme çözümlemesi sonucunda ortaya çıkmış olabilir. Örneğin Kırka/Boraks işletmesinin yanında Kocatepe'de bulunan mermer/kireç ocaklarındaki mermerin yansıma değeri killi bor yansıma değerine yaklaşık değer verdiği için kümeleme sonucunda muhtemel bor madeni kümesi (kırmızı pikseller) olarak ortaya çıkmıştır. Fakat muhtemel bor madeni kümesi (kırmızı pikseller) kümeleme sonucunda kil çıkmış olsa bile bölgenin jeolojisini itibariyle (Bkz. Ek 1.4.) araştırılması gerekir ki kırmızı piksellerin hiçbirinin yüzeyinde ve yüzey altında bor madeni yoktur diye de bir iddia olamaz. Bunun en büyük ispatı ilgili uydu verisinin çözümlemesi sonucu ortaya çıkmış muhtemel bor alanlarının arazi kontrolünde bulunduktan sonra EM-1, EM-2, EM-3 (Bkz. Ek 2.) olarak adlandırılan bor madenlerinin bulunmuş olmasıdır.

Kısaca işletme haricindeki koordinatları aşağıda verilen kırmızı piksellerin bulunduğu yer gerçeklerine Etibank, MTA gibi kuruluşlar sondaj yapmalı ve bu verileri değerlendirmelidir.

En yakın uzaklık kümeleme tekniğiyle ön bilgilendirmesiz olarak yapılan çözümleme sonucundaki doğrultuda; Projeksiyon sistemi, UTM, European 1950, 36. bölge koordinatları tüm sonuçlarda aynı olmak üzere araziye gidildiğinde bulunduktan sonra EM-1 olarak adlandırılan, ve koordinatı (282252,4351715) olan bor madenine

(287465,4357548) koordinatında bulunduktan sonra EM-2 olarak adlandırılan bor madenine, (281980,4351218) koordinatında bulunduktan sonra EM-3 olarak adlandırılan, bor madenine rastlanmıştır.

Bunun yanında (282643,4352596) koordinatı Eti/Boraks işletme açık ocağını doğrularken, (274076,4359037) koordinatında bir zamanlar kolemanit olarak işletilen yer doğrulanmaktadır. Kolemanit olarak işletilen yerin koordinatları Eti Maden işletmeleri Kırka bor işletmesi mühendislerince doğrulanmıştır (Y. Zafer, 2004, sözlü görüşme).

Ayrıca Kunduzlar barajı göleti civarında;

(287913, 4359914 noktası merkez olmak üzere 149 metre yarıçaplı daire), (290827, 4359395 noktası merkez olmak üzere 90 metre yarıçaplı daire), (287908,4358139 noktası merkez olmak üzere 70 metre yarıçaplı daire), (287902,4358501 noktası merkez olmak üzere 46 metre yarıçaplı daire), (288473,4358229 noktası merkez olmak üzere 50 metre yarıçaplı daire), (8289252,4358281 noktası merkez olmak üzere 85 metre yarıçaplı daire), (289698,4358549 noktası merkez olmak üzere 107 metre yarıçaplı daire), (285998,4358245 noktası merkez olmak üzere 647 metre yarıçaplı daire), (285998,4357908 noktası merkez olmak üzere 1046 metre yarıçaplı daire)

Çat Ören barajı göleti civarında;

(290589, 4354665 noktası merkez olmak üzere 246 metre yarıçaplı daire), (291227, 4353522 noktası merkez olmak üzere 102 metre yarıçaplı daire), (291266, 4354380 noktası merkez olmak üzere 76 metre yarıçaplı daire), (290793,4353795 noktası merkez olmak üzere 49 metre yarıçaplı daire), (290589,4354597), (291242,4354321), (290850,4348710), (292752,4345165), (294482, 4344563), (276205,4336588)

Kunduzlar barajı göleti, Çat Ören barajı göleti, Etibank Kırka boraks işletmesi üçgeninin ortası civarında;

(287846, 4354629 noktası merkez olmak üzere 1190 metre yarıçaplı daire), (285964, 4355336 noktası merkez olmak üzere 974 metre yarıçaplı daire), (290807, 4359367 noktası merkez olmak üzere 50 metre yarıçaplı daire), (289676, 4358541 noktası merkez olmak üzere 75 metre yarıçaplı daire), (287907,4358106 noktası merkez olmak üzere 50 metre yarıçaplı daire), (287936,4359846 noktası merkez olmak üzere 33 metre yarıçaplı daire), (285790,4357772 noktası merkez olmak üzere 35 metre yarıçaplı

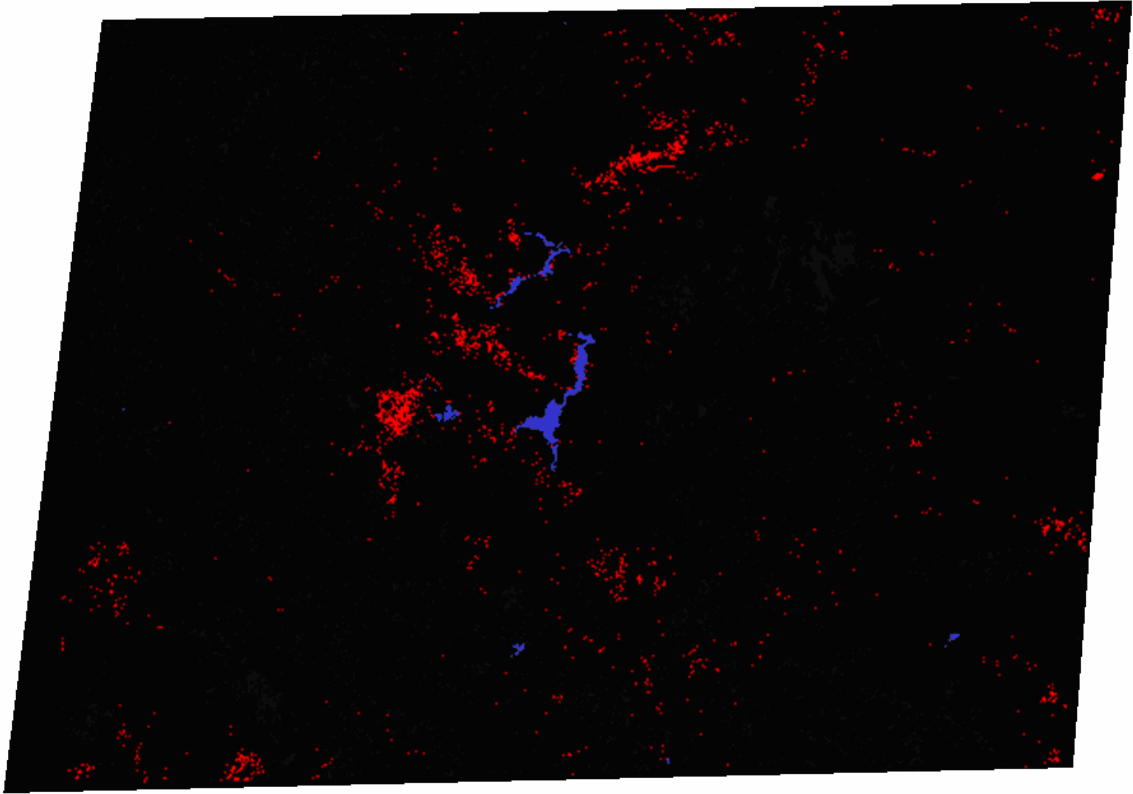
daire), (286225,4355293 noktası merkez olmak üzere 35 metre yarıçaplı daire), (288835,4353959 noktası merkez olmak üzere 45 metre yarıçaplı daire),

Bu koordinatların dışında;

(286166, 4358077 noktası merkez olmak üzere 1198 metre yarıçaplı daire), (284253, 4359367 noktası merkez olmak üzere 1037 metre yarıçaplı daire), (287269, 4360208 noktası merkez olmak üzere 842 metre yarıçaplı daire), (291097,4361803 noktası merkez olmak üzere 629 metre yarıçaplı daire), (292416,4362920 noktası merkez olmak üzere 464 metre yarıçaplı daire), (293527,4363427 noktası merkez olmak üzere 629 metre yarıçaplı daire), (295012,4363862 noktası merkez olmak üzere 517 metre yarıçaplı daire), (296708,4364152 noktası merkez olmak üzere 812 metre yarıçaplı daire), (294490,4365327 noktası merkez olmak üzere 463 metre yarıçaplı daire), (295157, 4364848 noktası merkez olmak üzere 482 metre yarıçaplı daire), (276220, 4336660 noktası merkez olmak üzere 848 metre yarıçaplı daire), (269698, 4345293 noktası merkez olmak üzere 870 metre yarıçaplı daire), (271631,4336967 noktası merkez olmak üzere 563 metre yarıçaplı daire), (312379,4347143 noktası merkez olmak üzere 1368 metre yarıçaplı daire), (311790,4339658 noktası merkez olmak üzere 820 metre yarıçaplı daire), (311874,4347059 noktası merkez olmak üzere 1272 metre yarıçaplı daire), (305741,4351012 noktası merkez olmak üzere 500 metre yarıçaplı daire), (3144105,4369768 noktası merkez olmak üzere 350 metre yarıçaplı daire), (2762949,4336436 noktası merkez olmak üzere 812 metrelik yarıçaplı daire), (285724,435518 noktası merkez olmak üzere 405 metrelik yarıçaplı daire), (285791, 4358068 noktası merkez olmak üzere 658 metrelik yarıçaplı daire), (293254,4363431 noktası merkez olmak üzere 1232 metrelik yarıçaplı daire), (295059,4363931 noktası merkez olmak üzere 600 metrelik yarıçaplı daire) koordinat noktaları (bazı sapmaların olabileceği Bölüm 4.3.'de anlatılmıştı) araştırılması gereken (sondaj yapılması) bor yataklarının bulunabilme ihtimali olan koordinatlardır.

#### 4.5.1.2. Uydu Verisinin En Çok Olabilirlik Tekniğiyle Çözömlenmesi

Landsat 1999 Ekim ayı Eskişehir/Kırka çevresinin 7,4,3 bant kombinasyonlu koordinatlı veri görüntüsü üzerinde yapılan ön bilgilendirmesiz en çok olabilirlik kümeleme analizi sonucunda ulaşılan sonuçlar görüntü olarak Şekil 4.12.'de verilmiştir



Şekil 4.12. En çok olabilirlik tekniğiyle ön bilgilendirmesiz kümeleme çözümlenme sonucunda ortaya çıkan görüntü

#### 4.5.1.2.1. Uydu Verisi Çözümlemesinin İstatistiksel Bulguları

Uydu verisi çözümlemesinin istatistiksel hata analizi Çizelge 4.2.'de özetlenmiştir.

**Çizelge 4.2.** En çok olabilirlik tekniğiyle ön bilgilendirmesiz kümeleme çözümlemesi sonuçları için istatistiksel hata analizi

Küme (Grup)	Boraks	Atık Havuzu-1	Atık Havuzu-2	Atık Havuzu-3	Orman	Tarla-1	Tarla-2	Toprak	Kayalık	Su-Gölet	Kümesiz	Toplam
<b>Boraks</b>	%91.27	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%2.18	%0	%0	%6.55	100%
<b>Atık Havuzu-1</b>	0%	%93.17	%0.73	0%	0%	0%	0%	0%	0%	%1.38	%4.72	100%
<b>Atık Havuzu-2</b>	%0	%1.29	%87.83	0%	0%	%0.35	0%	0%	%5.74	0%	%4.80	100%
<b>Atık Havuzu-3</b>	%0	0%	0%	%95.93	0%	%1.33	0%	0%	0%	0%	%2.73	100%
<b>Orman</b>	0%	%0.46	0%	0%	%90.77	%0	%4.12	%0	%0	%0	%4.65	100%
<b>Tarla-1</b>	%0	%0	%0	%3.59	%0	%90.77	%0	%0	%1.58	%0	%4.07	100%
<b>Tarla-2</b>	%2.78	%0	%0	%0	%0	%0	%93.83	%0	%0	%0	%3.39	100%
<b>Toprak</b>	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%100	%0	%0	%0	100%
<b>Kayalık</b>	%0	%0	%1.41	%0	%0	%3.79	%0	%0	%89.22	%0	%5.58	100%
<b>Su-Gölet</b>	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%85.60	%14.40	100%

Ortalama Güvenilirlik= %91.84

Çizelge 4.2. çözümlenmiş gözlem değerleri (piksel) bazında hata çizelgesidir. Çizelge 4.2.'e bakıldığında Boraks için çözümleme sonucunda boraks olarak atanan gözlem birimleri (piksellerin) %91.27'si çözümlenmiş görüntü üzerinde boraks olarak gözükmekteyken, %2.18'i toprak kümesinde yer almış. %6.55'i ise her hangi bir gruba atanamamıştır. Çizelge 4.2.'deki tüm güvenilirlikler görüntü üzerindedir.

#### 4.5.1.2.2. Uydu Verisi Çözümlemesinin Coğrafi Bulguları

En çok olabilirlik tekniğiyle ön bilgilendirmesiz olarak yapılan çözümleme sonucundaki doğrultuda; Projeksiyon sistemi, UTM, European 1950, 36. Bölge koordinatları tüm sonuçlarda aynı olmak üzere araziye gidildiğinde bulunduktan sonra en kısa uzaklık tekniğinin analizi sonuçlarındaki gibi EM-1 olarak adlandırılan, ve koordinatı (282252,4351715) olan bor madenine (287465,4357548) koordinatında

bulunduktan sonra EM-2 olarak adlandırılan bor madenine, (281980,4351218) koordinatında bulunduktan sonra EM-3 olarak adlandırılan, bor madenine rastlanmıştır.

Bunun yanında en kısa uzaklık tekniği analizi sonuçlarındaki gibi (282643, 4352596) koordinatı Eti/Boraks işletme açık ocağını doğrularken, (274076,4359037) koordinatında bir zamanlar kolemanit açık ocağı olarak kullanılan doğrulanmaktadır.

Ayrıca ; Kunduzlar barajı göleti civarında;

(287913,4359914 noktası merkez olmak üzere 149 metre yarıçaplı daire), (290827, 4359395 noktası merkez olmak üzere 90 metre yarıçaplı daire), (287908,4358139 noktası merkez olmak üzere 70 metre yarıçaplı daire), (287902,4358501 noktası merkez olmak üzere 46 metre yarıçaplı daire), (288473,4358229 noktası merkez olmak üzere 50 metre yarıçaplı daire), (8289252,4358281 noktası merkez olmak üzere 85 metre yarıçaplı daire), (289698,4358549 noktası merkez olmak üzere 107 metre yarıçaplı daire), (285998,4358245 noktası merkez olmak üzere 647 metre yarıçaplı daire), (285998,4357908 noktası merkez olmak üzere 1046 metre yarıçaplı daire)

Çat Ören barajı göleti civarında;

(290589, 4354665 noktası merkez olmak üzere 246 metre yarıçaplı daire), (291227, 4353522 noktası merkez olmak üzere 102 metre yarıçaplı daire), (291266,4354380 noktası merkez olmak üzere 76 metre yarıçaplı daire), (290793,4353795 noktası merkez olmak üzere 49 metre yarıçaplı daire), (290589,4354597), (291242,4354321), (290850,4348710), (292752,4345165), (294482, 4344563), (276205,4336588),

Kunduzlar barajı göleti, Çat Ören barajı göleti, Etibank Kırka boraks işletmesi üçgeninin ortası civarında;

(287846, 4354629 noktası merkez olmak üzere 1190 metre yarıçaplı daire), (285964, 4355336 noktası merkez olmak üzere 974 metre yarıçaplı daire), (286754, 4355385 noktası merkez olmak üzere 750 metre yarıçaplı daire), (286082,4358497 noktası merkez olmak üzere 520 metre yarıçaplı daire), (288098,4360011 noktası merkez olmak üzere 125 metre yarıçaplı daire), (293727,4363459 noktası merkez olmak üzere 800 metre yarıçaplı daire), (297256,4369683 noktası merkez olmak üzere 100 metre yarıçaplı daire), (313807,4362702 noktası merkez olmak üzere 50 metre yarıçaplı daire), (312042,4347480 noktası merkez olmak üzere 250 metre yarıçaplı daire), (311790,4339743 noktası merkez olmak üzere 75 metre yarıçaplı daire), (292803,4345209 noktası merkez olmak üzere 250 metrelik yarıçaplı daire), (270455,

4344536 noktası merkez olmak üzere 500 metre yarıçaplı daire) koordinat noktaları (Bazı sapmaların olabileceği Bölüm 4.3.'de anlatılmıştı) araştırılması gereken (sondaj yapılması) bor yataklarının bulunabilme ihtimali olan koordinatlardır.

#### **4.5.2. Uydu Verisinin Ön Bilgilendirmeli Kümeleme Tekniğiyle Çözülmesi**

Eskişehir/Kırka çevresinin 7,4,3 bant kombinasyonlu koordinatlı uydu verisinin ön bilgilendirmeli olarak çözümlenmesi kesin olarak bildiğimiz kümeler için paket programa ön bilgi verilmiş (ön veri) daha sonra verilen ön bilgi dahilinde en yakın uzaklık tekniğiyle ve en çok olabilirlik tekniğiyle çözümlenmesi istenmiştir. Verilen ön bilgi yardımıyla paket program tüm uydu verisini en yakın uzaklık tekniğiyle ve en çok olabilirlik tekniğiyle kümelendirmiştir.

Uydu görüntüsü incelendiğinde bölgeyi tanıyan bir Jeoloji mühendisi ile yapılan çalışmada mevcut uydu görüntüsünde 10 küme olduğu gözlenmiş bu sayıya göre tüm analiz teknikleri çözümlenmiştir.

Çalışma alanı sınırları Şekil 4.1.'de belirtilen uydu verisindeki gözlenen kümeler şunlardır;

1. Bor madeni kümesi (grubu)
2. Bor madeni atık havuzu-1 (1 nolu atık havuzu) kümesi
3. Bor madeni atık havuzu-2 (2 nolu atık havuzu) kümesi
4. Bor madeni atık havuzu-3 (3 nolu atık havuzu) kümesi
5. Orman/Ağaçlık kümesi
6. Tarla-1 (Sulu Tarım) kümesi
7. Tarla-2 (Susuz tarım) kümesi
8. Toprak kümesi
9. Kayalık kümesi
10. Su/Gölet kümesi

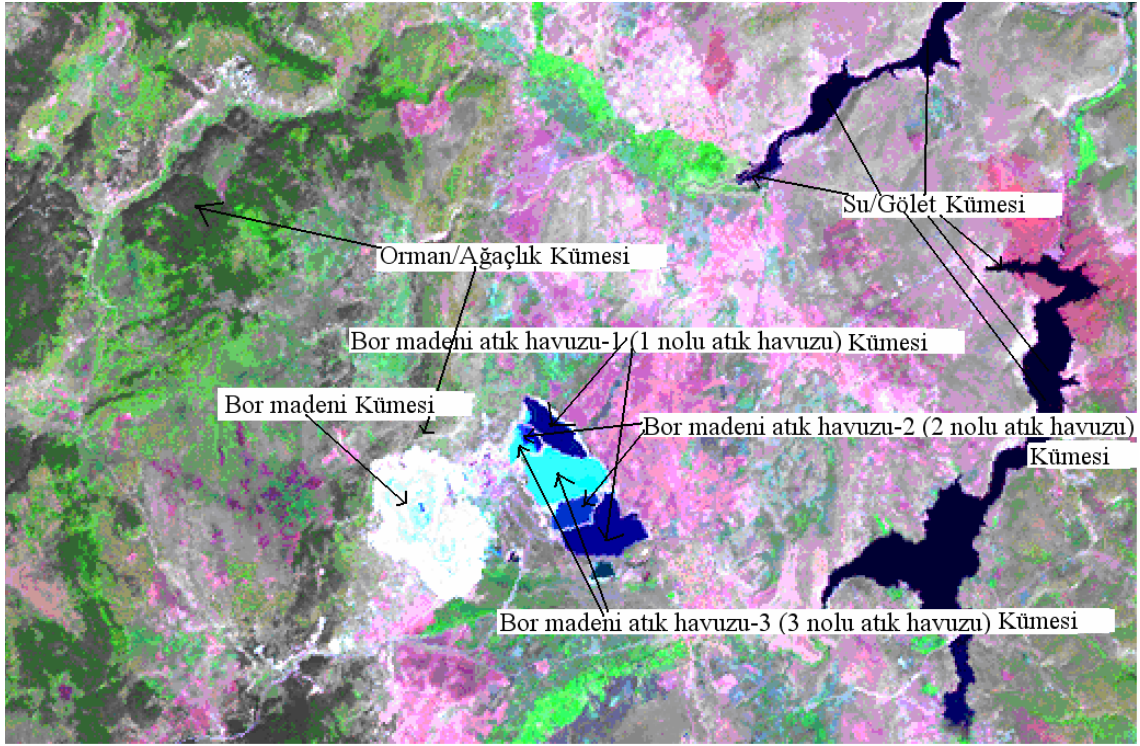
Yapılan ön bilgilendirmelerde varlığından kesin emin olduğumuz alanlar kullanılmıştır; Bor madeni kümesi için Etibank/Kırka boraks tesislerindeki açık ocak, atık havuzları için yine Etibank/Kırka boraks tesislerindeki açık ocağın yanındaki atık havuzları orman, tarla, toprak ve kayalık için işletmenin kuzey ve güney

doğrultusundaki bilinen ormanlık ve jeolojik alanlar ile su/gölet kümesi için Kunduzlar ve Çat ören barajı göletleri kullanılmış ve uydu verilerini analiz eden paket programa bu ön bilgiler verilmiştir. Şekil 4.13 ve 4.14.'de yapılan ön bilgilendirmeden bir kaç gözükmektedir.

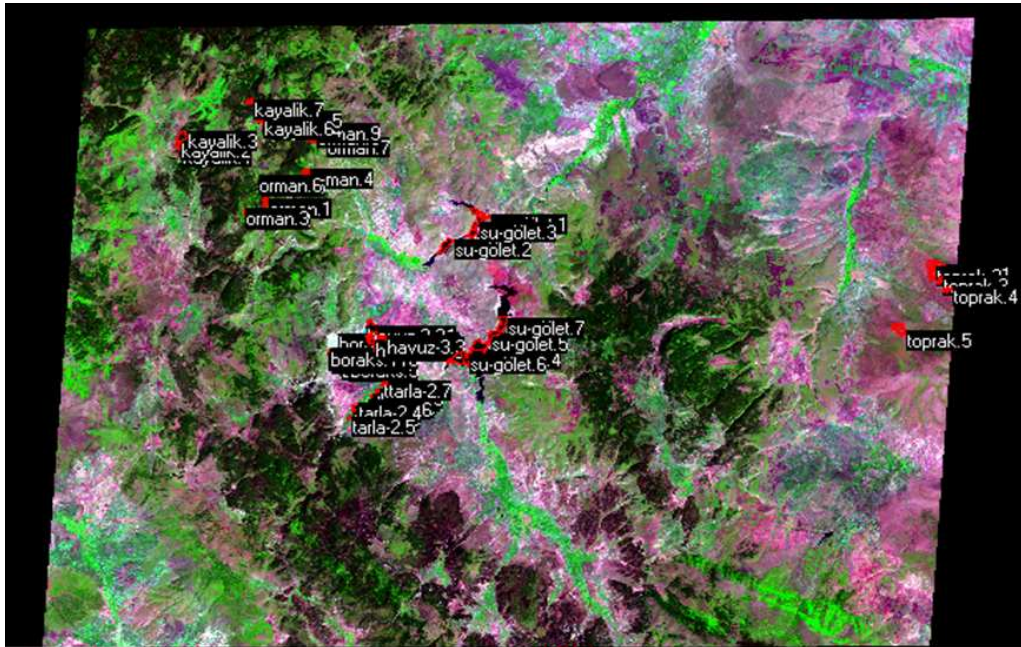


Şekil 4.13. Çalışmada alanındaki kümelerden bazıları-Yer gerçeği fotoğrafı





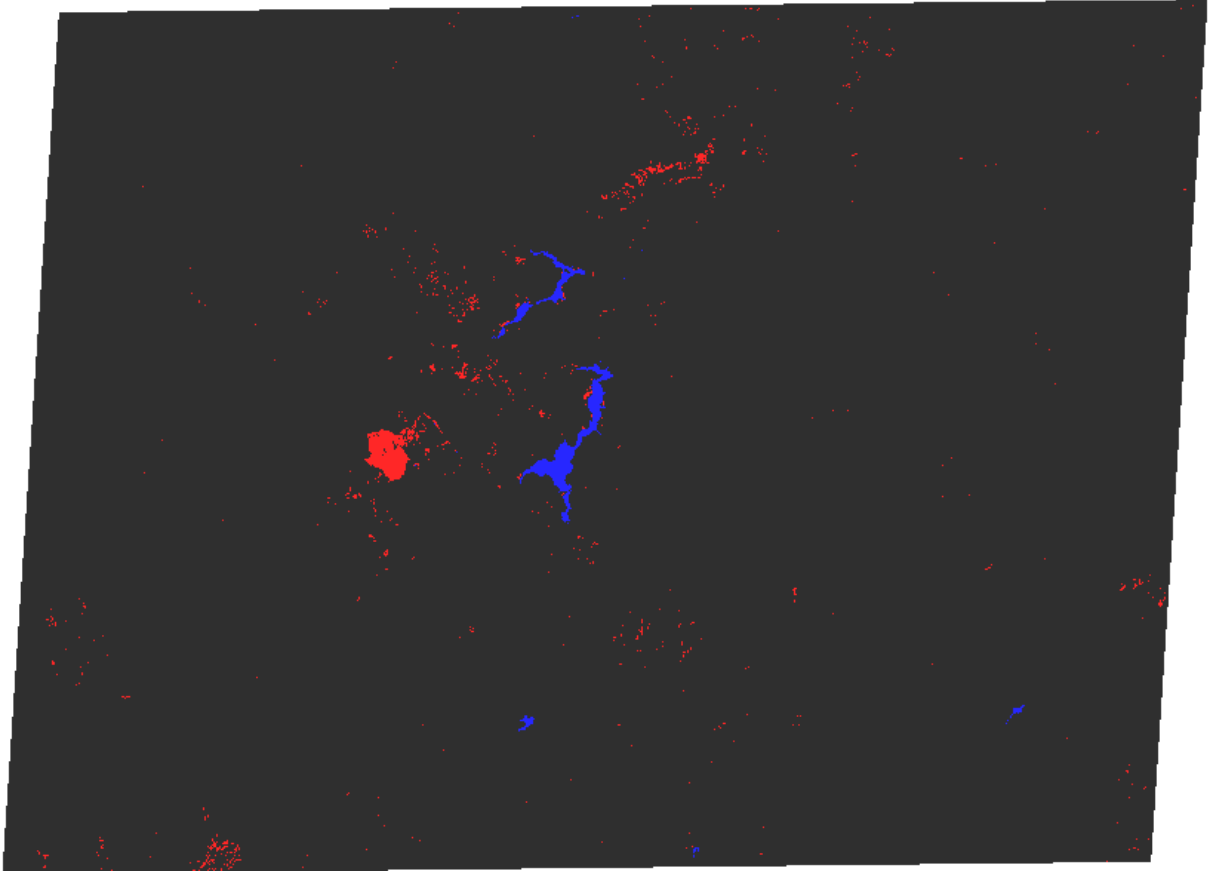
Şekil 4.14. Çalışmada alanındaki kümelerden bazıları-Uydu görüntüsü



Şekil 4.15. Image analyst paket programında mevcut veri görüntüsü için yapılan ön bilgilendirme

#### 4.5.2.1. Uydu Verisinin En yakın Uzaklık Tekniğiyle Çözömlenmesi

Landsat 1999 Ekim ayı Eskişehir/Kırka çevresinin 7,4,3 bant kombinasyonlu koordinatlı veri görüntüsü üzerinde yapılan ön bilgilendirmeli analiz en yakın uzaklık analizi sonucunda ulaşılan sonuçlar görüntü olarak Şekil 4.16.'da verilmiştir.



Şekil 4.16. En kısa uzaklık tekniğiyle ön bilgilendirmeli kümeleme çözümleme sonucu

#### 4.5.2.1.1. Uydu Verisi Çözümlemesinin İstatistiksel Bulguları

Uydu verisi çözümlemesinin istatistiksel hata analizi Çizelge 4.3.'de özetlenmiştir.

**Çizelge 4.3.** En kısa uzaklık tekniğiyle ön bilgilendirmeli kümeleme çözümlemesi sonuçları için istatistiksel hata analizi

Küme(Grup)	Boraks	Atık Havuzu-1	Atık Havuzu-2	Atık Havuzu-3	Orman	Tarla-1	Tarla-2	Toprak	Kayalık	Su-Gölet	Kümesiz	Toplam
<b>Boraks</b>	%100	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	100%
<b>Atık Havuzu-1</b>	%0	%96.42	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%3.58	100%
<b>Atık Havuzu-2</b>	%0	%0	%96.77	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%3.23	100%
<b>Atık Havuzu-3</b>	%0	%0	%0	%97.66	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%2.34	100%
<b>Orman</b>	%0	%0	%0	%0	%64.50	%0	%2.56	%0	%27.22	%0	%5.72	100%
<b>Tarla-1</b>	%0	%0	%0	%0	%0	%100	%0	%0	%0	%0	%0	100%
<b>Tarla-2</b>	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%100	%0	%0	%0	%0	100%
<b>Toprak</b>	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%98.60	%0	%0	%1.40	100%
<b>Kayalık</b>	%0	%0	%0	%0	%17.48	%0	%0	%0	%82.24	%0	%0.28	100%
<b>Su-Gölet</b>	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%96.87	%3.13	100%

Ortalama Güvenilirlik= %93.31

Çizelge 4.3. çözümlenmiş gözlem değerleri (piksel) bazında hata çizelgesidir. Çizelge 4.3.'e bakıldığında Boraks için çözümleme sonucunda boraks olarak atanan gözlem birimleri (pikselleri) %100'ü çözümlenmiş görüntü üzerinde boraks olarak gözükmektedir.

#### 4.5.2.1.2. Uydu Verisi Çözümlemesinin Coğrafi Bulguları

En çok olabilirlik tekniğiyle ön bilgilendirmesiz olarak yapılan çözümleme sonucundaki doğrultuda; Projeksiyon sistemi, UTM, European 1950, 36. Bölge koordinatları tüm sonuçlarda aynı olmak üzere araziye gidildiğinde, (287465,4357548) koordinatında bulunduktan sonra EM-2 olarak adlandırılan bor madenine, (281980,4351218) koordinatında bulunduktan sonra EM-3 olarak adlandırılan, bor madenine rastlanmıştır.

Bunun yanında en kısa uzaklık tekniği analizi sonuçlarındaki gibi (282643, 4352596) koordinatı Eti/Boraks işletme açık ocağını doğrulanmıştır.

Ayrıca Kunduzlar barajı göleti civarında;

(287913, 4359914) noktası merkez olmak üzere 149 metre yarıçaplı daire), (290827, 4359395 noktası merkez olmak üzere 90 metre yarıçaplı daire), (287908, 4358139 noktası merkez olmak üzere 70 metre yarıçaplı daire), (287902,4358501 noktası merkez olmak üzere 46 metre yarıçaplı daire), (288473,4358229 noktası merkez olmak üzere 50 metre yarıçaplı daire), (8289252,4358281 noktası merkez olmak üzere 85 metre yarıçaplı daire), (289698,4358549 noktası merkez olmak üzere 107 metre yarıçaplı daire), (285998,4358245 noktası merkez olmak üzere 647 metre yarıçaplı daire), (285998,4357908 noktası merkez olmak üzere 1046 metre yarıçaplı daire)

Çat Ören barajı göleti civarında;

290589, 4354665 noktası merkez olmak üzere 246 metre yarıçaplı daire), (291227, 4353522 noktası merkez olmak üzere 102 metre yarıçaplı daire), (291266,4354380 noktası merkez olmak üzere 76 metre yarıçaplı daire), (290793,4353795 noktası merkez olmak üzere 49 metre yarıçaplı daire), (290589,4354597), (291242,4354321), (290850,4348710), (292752,4345165), (294482, 4344563), (276205,4336588)

Kunduzlar barajı göleti, Çat Ören barajı göleti, Etibank Kırka boraks işletmesi üçgeninin ortası civarında;

(287846,4354629 noktası merkez olmak üzere 1190 metre yarıçaplı daire), (285964,4355336 noktası merkez olmak üzere 974 metre yarıçaplı daire), (290807,4359367 noktası merkez olmak üzere 50 metre yarıçaplı daire), (289676, 4358541 noktası merkez olmak üzere 75 metre yarıçaplı daire), (287907,4358106 noktası merkez olmak üzere 50 metre yarıçaplı daire), (287936, 4359846 noktası merkez olmak üzere 33 metre yarıçaplı daire), (285790,4357772 noktası merkez olmak üzere 35 metre yarıçaplı daire), (286225,4355293 noktası merkez olmak üzere 35 metre yarıçaplı daire ), (288835,4353959 noktası merkez olmak üzere 45 metre yarıçaplı daire), noktası merkez olmak üzere 55 metre yarıçaplı daire),

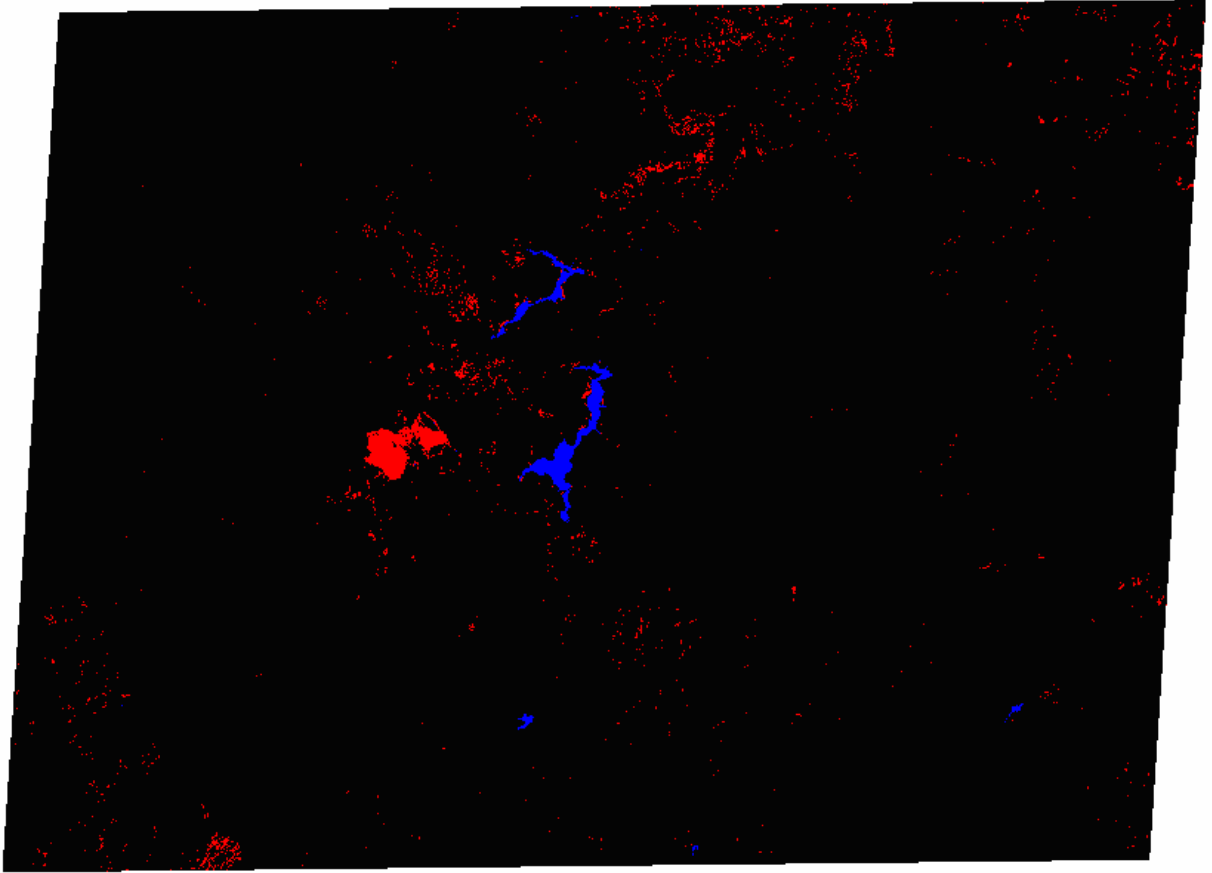
Bunun yanı sıra;

(286166, 4358077 noktası merkez olmak üzere 1198 metre yarıçaplı daire), (284253, 4359367 noktası merkez olmak üzere 1037 metre yarıçaplı daire), (287269, 4360208 noktası merkez olmak üzere 842 metre yarıçaplı daire), (291097,4361803 noktası merkez olmak üzere 629 metre yarıçaplı daire), (292416,4362920 noktası merkez olmak üzere 464 metre yarıçaplı daire), (293527,4363427 noktası merkez olmak

üzere 629 metre yarıçaplı daire), (295012,4363862 noktası merkez olmak üzere 517 metre yarıçaplı daire), (296708,4364152 noktası merkez olmak üzere 812 metre yarıçaplı daire), (294490, 4365327 noktası merkez olmak üzere 463 metre yarıçaplı daire), (295157, 4364848 noktası merkez olmak üzere 482 metre yarıçaplı daire), (276220, 4336660 noktası merkez olmak üzere 848 metre yarıçaplı daire), (269698, 4345293 noktası merkez olmak üzere 870 metre yarıçaplı daire), (271631,4336967 noktası merkez olmak üzere 563 metre yarıçaplı daire), (312379,4347143 noktası merkez olmak üzere 1368 metre yarıçaplı daire), (311790,4339658 noktası merkez olmak üzere 820 metre yarıçaplı daire), (311874,4347059 noktası merkez olmak üzere 1272 metre yarıçaplı daire), (305741,4351012 noktası merkez olmak üzere 500 metre yarıçaplı daire), (3144105,4369768 noktası merkez olmak üzere 350 metre yarıçaplı daire), (2762949,4336436 noktası merkez olmak üzere 812 metrelik yarıçaplı daire), (285724,435518 noktası merkez olmak üzere 405 metrelik yarıçaplı daire), (285791, 4358068 noktası merkez olmak üzere 658 metrelik yarıçaplı daire ), (293254,4363431 noktası merkez olmak üzere 1232 metrelik yarıçaplı daire), (295059,4363931 noktası merkez olmak üzere 600 metrelik yarıçaplı daire) koordinat noktaları (Bazı sapmaların olabileceği Bölüm 4.3'de anlatılmıştı) araştırılması gereken (sondaj yapılması) bor yataklarının bulunabilme ihtimali olan koordinatlardır.

#### 4.5.2.2. Uydu Verisinin En Çok Olabilirlik Tekniğiyle Çözömlenmesi

Landsat 1999 Ekim ayı Eskişehir/Kırka çevresinin 7,4,3 bant kombinasyonlu koordinatlı veri görüntüsü üzerinde yapılan ön bilgilendirmeli en çok olabilirlik tekniği analizi sonucunda ulaşılan sonuçlar görüntü olarak Şekil 4.17.'de verilmiştir.



Şekil 4.17. En çok olabilirlik tekniğiyle ön bilgilendirmeli kümeleme çözümlene sonucu

#### 4.5.2.2.1. Uydu Verisi Çözümlemesinin İstatistiksel Bulguları

Uydu verisi çözümlemesinin istatistiksel hata analizi Çizelge 4.4.'de özetlenmiştir.

**Çizelge 4.4.** En çok olabilirlik tekniğiyle ön bilgilendirmeli kümeleme çözümleme sonuçları için istatistiksel hata analizi

Küme(Grup)	Boraks	Atık Havuzu-1	Atık Havuzu-2	Atık Havuzu-3	Orman	Tarla-1	Tarla-2	Toprak	Kayalık	Su-Gölet	Kümesiz	Toplam
<b>Boraks</b>	%100	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	100%
<b>Atık Havuzu-1</b>	0%	%93.17	%0.47	0%	0%	0%	0%	0%	0%	%1.07	%5.08	100%
<b>Atık Havuzu-2</b>	%0	%1.30	%87.82	0%	0%	%1.37	0%	0%	%5.74	0%	%6.77	100%
<b>Atık Havuzu-3</b>	%0	0%	0%	%100	0%	%0	0%	0%	0%	0%	%0	100%
<b>Orman</b>	%0	%0	0%	0%	%88.3	%0	%0	%0	%7.37	%0	%4.33	100%
<b>Tarla-1</b>	%0	%0	%0	%2.97	%0	%100	%0	%0	%0	%0	%0	100%
<b>Tarla-2</b>	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%86.67	%0	%0	%0	%13.33	100%
<b>Toprak</b>	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%95.07	%0	%0	%4.03	100%
<b>Kayalık</b>	%0	%0	%0	%0	%0	%9.09	%0	%0	%90.91	%0	%0	100%
<b>Su-Gölet</b>	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%0	%93.93	%6.07	100%

Ortalama Güvenilirlik= %93.56

Çizelge 4.4. çözümlenmiş gözlem değerleri (piksel) bazında hata çizelgesidir. Çizelge 4.4.'e bakıldığında Boraks için çözümleme sonucunda boraks olarak atanan gözlem birimleri (piksellerin) tamamı çözümlenmiş görüntü üzerinde boraks olarak gözükmemektedir.

#### 4.5.2.2.2. Uydu Verisi Çözümlemesinin Coğrafi Bulguları

En çok olabilirlik tekniğiyle ön bilgilendirmesiz olarak yapılan çözümleme sonucundaki doğrultuda; projeksiyon sistemi, UTM, European 1950, 36. bölge koordinatları tüm sonuçlarda aynı olmak üzere araziye gidildiğinde (287465,4357548) koordinatında bulunduktan sonra EM-2 olarak adlandırılan bor madenine rastlanmıştır.

Bunun yanında en kısa uzaklık tekniği analizi sonuçlarındaki gibi (282643, 4352596) koordinatı Eti/Boraks işletme açık ocağını doğrulanmıştır.

Ayrıca ; Kunduzlar barajı göleti civarında;

(284528, 4355742 noktası merkez olmak üzere 198 metre yarıçaplı daire),(290589,4354665 noktası merkez olmak üzere 246 metre yarıçaplı daire), (288777,4353944 noktası merkez olmak üzere 169 metre yarıçaplı daire), (290934,4348844 noktası merkez olmak üzere 189 metre yarıçaplı daire), (284525, 4355760 noktası merkez olmak üzere 175 metre yarıçaplı daire), (282872, 4356094 noktası merkez olmak üzere 59 metre yarıçaplı daire), (287443,4360141), (291315, 4357906 noktası merkez olmak üzere 63 metre yarıçaplı daire), (295023,4363938 noktası merkez olmak üzere 412 metre yarıçaplı daire), (294059,4363655 noktası merkez olmak üzere 283 metre yarıçaplı daire), (292746,4363213 noktası merkez olmak üzere 369 metre yarıçaplı daire), (292203,4362756 noktası merkez olmak üzere 100 metre yarıçaplı daire), (291376,4362343 noktası merkez olmak üzere 50 metre yarıçaplı daire), (295458,4364482 noktası merkez olmak üzere 188 metre yarıçaplı daire), (294262, 4365229 noktası merkez olmak üzere 241 metre yarıçaplı daire), (282256, 4350384 noktası merkez olmak üzere 82 metre yarıçaplı daire), (282325,4350109 noktası merkez olmak üzere 140 metre yarıçaplı daire), (282908,4349761 noktası merkez olmak üzere 48 metre yarıçaplı daire), (282147,43491112 noktası merkez olmak üzere 235 metre yarıçaplı daire), (282720,4348401 noktası merkez olmak üzere 117 metre yarıçaplı daire), (282368,4347587 noktası merkez olmak üzere 35 metre yarıçaplı daire), (282731,4347667), (281650,4346667 noktası merkez olmak üzere 81 metre yarıçaplı daire), (276293,4336624 noktası merkez olmak üzere 983 metre yarıçaplı daire), (275699, 4338091 noktası merkez olmak üzere 145 metre yarıçaplı daire), (298742, 4346944 noktası merkez olmak üzere 166 metre yarıçaplı daire), (312089, 4347162 noktası merkez olmak üzere 153 metre yarıçaplı daire), (313046,4346466 noktası merkez olmak üzere 107 metre yarıçaplı daire), (306275,4347887 noktası merkez olmak üzere 104 metre yarıçaplı daire), (269706,4344146 noktası merkez olmak üzere 103 metre yarıçaplı daire), (270822,4343671 noktası merkez olmak üzere 35 metre yarıçaplı daire), (301146,4368879 noktası merkez olmak üzere 40 metre yarıçaplı daire), (301512,4368379 noktası merkez olmak üzere 45 metre yarıçaplı daire)

Çat Ören barajı göleti civarında;

(290589,4354665 noktası merkez olmak üzere 246 metre yarıçaplı daire), (291227,4353522 noktası merkez olmak üzere 102 metre yarıçaplı daire),



(291266,4354380 noktası merkez olmak üzere 76 metre yarıçaplı daire),  
(290793,4353795 noktası merkez olmak üzere 49 metre yarıçaplı daire)

Kunduzlar barajı göleti, Çat Ören barajı göleti, Etibank Kırka boraks işletmesi  
üçgeninin ortası civarı ve diğer koordinatlarda;

(284528, 4355742 noktası merkez olmak üzere 198 metre yarıçaplı daire), (290589, 4354665 noktası merkez olmak üzere 246 metre yarıçaplı daire), (288777,4353944 noktası merkez olmak üzere 169 metre yarıçaplı daire), (290934,4348844 noktası merkez olmak üzere 189 metre yarıçaplı daire), (284525, 4355760 noktası merkez olmak üzere 175 metre yarıçaplı daire), (282872, 4356094 noktası merkez olmak üzere 59 metre yarıçaplı daire), (287443,4360141), (291315,4357906 noktası merkez olmak üzere 63 metre yarıçaplı daire), (295023,4363938 noktası merkez olmak üzere 412 metre yarıçaplı daire), (294059,4363655 noktası merkez olmak üzere 283 metre yarıçaplı daire), (292746,4363213 noktası merkez olmak üzere 369 metre yarıçaplı daire), (292203,4362756 noktası merkez olmak üzere 100 metre yarıçaplı daire), (291376, 4362343 noktası merkez olmak üzere 50 metre yarıçaplı daire), (295458, 4364482 noktası merkez olmak üzere 188 metre yarıçaplı daire), (294262,4365229 noktası merkez olmak üzere 241 metre yarıçaplı daire), (282256,4350384 noktası merkez olmak üzere 82 metre yarıçaplı daire), (282325,4350109 noktası merkez olmak üzere 140 metre yarıçaplı daire), (282908,4349761 noktası merkez olmak üzere 48 metre yarıçaplı daire), (282147, 43491112 noktası merkez olmak üzere 235 metre yarıçaplı daire), (282720,4348401 noktası merkez olmak üzere 117 metre yarıçaplı daire), (282368,4347587 noktası merkez olmak üzere 35 metre yarıçaplı daire), (282731,4347667), (281650,4346667 noktası merkez olmak üzere 81 metre yarıçaplı daire), (276293,4336624 noktası merkez olmak üzere 983 metre yarıçaplı daire), (275699, 4338091 noktası merkez olmak üzere 145 metre yarıçaplı daire), (298742, 4346944 noktası merkez olmak üzere 166 metre yarıçaplı daire), (312089,4347162 noktası merkez olmak üzere 153 metre yarıçaplı daire), (313046,4346466 noktası merkez olmak üzere 107 metre yarıçaplı daire), (306275,4347887 noktası merkez olmak üzere 104 metre yarıçaplı daire), (269706,4344146 noktası merkez olmak üzere 103 metre yarıçaplı daire), (270822,4343671 noktası merkez olmak üzere 35 metre yarıçaplı daire), (301146,4368879 noktası merkez olmak üzere 40 metre yarıçaplı daire), (301512,4368379 noktası merkez olmak üzere 45 metre yarıçaplı daire)

koordinat noktaları (bazı sapmaların olabileceği bölüm 4.3.'de anlatılmıştı) araştırılması gereken (sondaj yapılması) bor yataklarının bulunabilme ihtimali olan koordinatlardır.

#### 4.6. Uydu Verisinin Çoklu Karesel Ayırma Tekniğiyle Çözülmesi

Bölüm 3.2.6.'da anlatılan çoklu karesel ayırma (multiple quadratic discriminant analysis) hiçbir uzaktan algılama ve görüntü işleme paket programı tarafından otomatik olarak yapılmamaktadır. Ancak ayırma analizi ayırıcı fonksiyonlarıyla yeni gözlemlerin hangi kümelere atanacağını bulunmasından sonra her bir küme için kurulacak algoritma sonucu renk sayısal skoru verilir, bu skorlar ASCII formatında kayıt edildikten sonra sayısal ASCII verileri görüntüye dönüştürülebilir. Sayısal ASCII verilerinin görüntüye dönüştürülmüş hali hiç şüphesiz gruplanmış yani ayırma (diskriminant) fonksiyonları sayesinde ilgili kümelere atanmış görüntüdür.

Verilerin bulunduğu Landsat 1999 Ekim ayı Eskişehir/Kırka çevresinin uydu görüntüsü satır olarak 1649, sütun olarak 1189 pikselden oluşmakta, yani tüm görüntü  $1649 \times 1189 = 1,960,661$  adet pikselden yani istatistiksel birimden oluşmaktadır.

Daha önceki analiz çözümlerinde 10 küme kullanılmıştır. Ayırma analizi ayırıcı fonksiyonları bu 10 küme için uygulanıp 9 adet ayırıcı fonksiyon bulunabilir. Ancak amacımız bor madeni olması muhtemel yerleri tespit etmek olduğu için ve küme sayısının dördü geçmemesi tavsiye edildiği için (Nakip, 2003) aşağıdaki 10 küme 3 kümeye indirilebilir.

1. Bor madeni kümesi
2. Bor madeni atık havuzu-1 (1 nolu atık havuzu) kümesi
3. Bor madeni atık havuzu-2 (2 nolu atık havuzu) kümesi
4. Bor madeni atık havuzu-3 (3 nolu atık havuzu) kümesi
5. Orman/Ağaçlık kümesi
6. Tarla-1 (Sulu Tarım) kümesi
7. Tarla-2 (Susuz tarım) kümesi
8. Toprak kümesi
9. Kayalık kümesi
10. Su/Gölet kümesi

bu durumda indirgenmiş gruplar şu şekildedir.

1. Bor madeni kümesi
2. “Diğer” kümesi
3. Su/ Gölet kümesi

2. küme bor madeni atık havuzu-1 (1 nolu atık havuzu) kümesi, bor madeni atık havuzu-2 (2 nolu atık havuzu) kümesi, bor madeni atık havuzu-3 (3 nolu atık havuzu) kümesi, orman/ağaçlık kümesi, tarla-1 (sulu tarım) kümesi, tarla-2 (susuz tarım) kümesi, toprak kümesi ve kayalık kümesinin bileşiminden oluşmuş ve “diğer” küme denilmiştir.

3. küme olan su/gölet kümesi, yapılacak ayırma analizi sonucunda elde edilecek görüntüde bir nirengi alanı olması açısından (Çatören ve Kunduzlar barajı göletleri ve diğer su alanları) pratiklik sağlaması için 2. küme olan “diğer” kümeye dahil edilmemiştir.

Ayırma analizi için ilk önce 200 adetlik (Bkz. Ek 1.3.) ön bilgilendirme verisi seçilmiş, bu veriyle elde edilen ayırma fonksiyonları Landsat 1999 Ekim ayı Eskişehir/Kırka çevresinin uydu görüntüsüne ait 1,960,661 adet veriye uygulanarak çözümlenme sağlanmıştır.

Çoklu ayırma analizinin uygulanabilmesi için gerekli kabullenmelerin geçerliliği Bölüm 3.2.1.’de anlatıldığı gibi araştırılırsa;

-Her küme ayırıcı değişkenler üzerinde çok değişkenli normal dağılmış bir yığından gelmiştir (Erdas Field Guide, 1994; Küçüka, 1985).

- İki veya daha fazla küme :  $g \geq 2$  , (3 küme) mevcuttur.

- Her küme için en az iki birim :  $n_k \geq 2$  , her küme için ikiden çok fazla sayıda birim (piksel) mevcuttur.

- Ayırıcı değişkenlerin sayısı :  $0 < p < (N - 2)$  doğrular.  $0 < 3$  (bant7,bant4,bant3) < 3’den çok büyük ve (N-2)’den küçüktür.

- Ayırıcı değişkenler aralıklı ölçekle ölçülmüştür.

- Hiçbir ayırıcı değişken diğer ayırıcı değişkenlerin doğrusal bileşimi değildir. Bant7, Bant4 ve Bant3 birbirlerinin doğrusal bileşimi değildir.

Ayırma analizi için yukarıda sıralananların sağlandığı görülür. Şartların sağlandığının görülmesinden sonra yapılacak olan ayırma fonksiyonlarının doğrusal mı

(linear) yoksa karesel mi (quadratic) olacaktır. Bunu belirlemek için 3 kümenin kovaryans matrislerinin eşit olup olmadığı sınıranır. Üç küme ayırma fonksiyonunu oluşturmak için yapılan ön bilgilendirme ve bu ön bilgilendirmeye ilişkin değerler Ek 1.3.'de verilmiştir. Bu ön bilgilendirme verilerine dayanarak Box M testi yapıldığında,

$H_0$  : Üç anakütlenin kovaryans matrisleri eşittir. ( $Kov_1=Kov_2=Kov_3$ )

$H_1$  : Üç anakütlenin kovaryans matrisleri eşit değildir.

(En az bir  $Kov_i \neq Kov_1, Kov_2, Kov_3$   $i=1,2,3$ )

anamlılık(sig.)  $p \cong 0$  ve  $p < 0,05$  olduğundan  $H_0$  önsavı %5 anlamlılık seviyesinde red edilir (Bkz. Çizelge 4.7)

SPSS 9.0 paket programı ile elde edilmiş Box M testinin sonucuna göre (Bkz. Çizelge 4.7.) küme kovaryans matrisleri eşit değildir. Bu yüzden çoklu karesel ayırma analizi uygulanır.

Box M testinden sonra yapılacak test ayırma fonksiyonlarının yeterli ayırım gücüne sahip olup olmayacağını test edilmesidir. Bölüm 3. de anlatılan Wilk's Lamda testi uygulanırsa;

$H_0$  : Anakütle boyutunda 1 nolu fonksiyon ayırıcı güce sahip değildir.

$H_1$  : Anakütle boyutunda 1 nolu fonksiyon ayırıcı güce sahiptir.

1. fonksiyon için anlamlılık(sig.)  $p \cong 0$  ve  $p < 0,05$  olduğundan  $H_0$  önsavı %5 anlamlılık seviyesinde red edilir. (Bkz. Çizelge 4.9.)

$H_0$  : Anakütle boyutunda 2 nolu fonksiyon ayırıcı güce sahip değildir.

$H_1$  : Anakütle boyutunda 2 nolu fonksiyon ayırıcı güce sahiptir.

2. fonksiyon için anlamlılık(sig.)  $p \cong 0,011$  ve  $p < 0,05$  olduğundan  $H_0$  önsavı %5 anlam seviyesinde red edilir (Bkz. Çizelge 4.9.)

Bu durumda çoklu karesel ayırma fonksiyonları ve bu fonksiyonların anlamlı bir ayırma gücüne sahiptir. 1. fonksiyonun anlamlılığı ve Ki-Kare değeri 2. fonksiyonunkinden yüksek olduğu için ayırma gücü daha yüksektir. Çoklu karesel ayırma fonksiyonları ile 1.960.661 adet piksel ilgili üç kümeden birine atanır (Bkz. Çizelge 4.9.)

Atama işlemi yapıldıktan sonra 7,4,3 bant kombinasyonunda 1. küme için beyaz 2. küme için siyah ve 3. küme için mavi renkleri verecek olan ve algoritmada yer alacak olan değerler Çizelge 4.5. de verilmiştir.

**Çizelge 4.5.** Bant 7,bant4, bant3 kombinasyonunda Beyaz, Siyah ve Mavi rengi veren sayısal değerler

RENK/BANT	BANT7	BANT4	BANT3
BEYAZ	74	51	51
SİYAH	24	46	45
MAVİ	24	64	106

İşte bu sınır renk değerleri sayesinde ayırma analiziyle ilgili gruplara atanmış olan 1.960.661 adet piksel ilgili grup numaralarıyla renk verisi dönüşümüne uğrayacaktır.

Her bir bant için renk dönüşüm algoritması şu şekildedir;

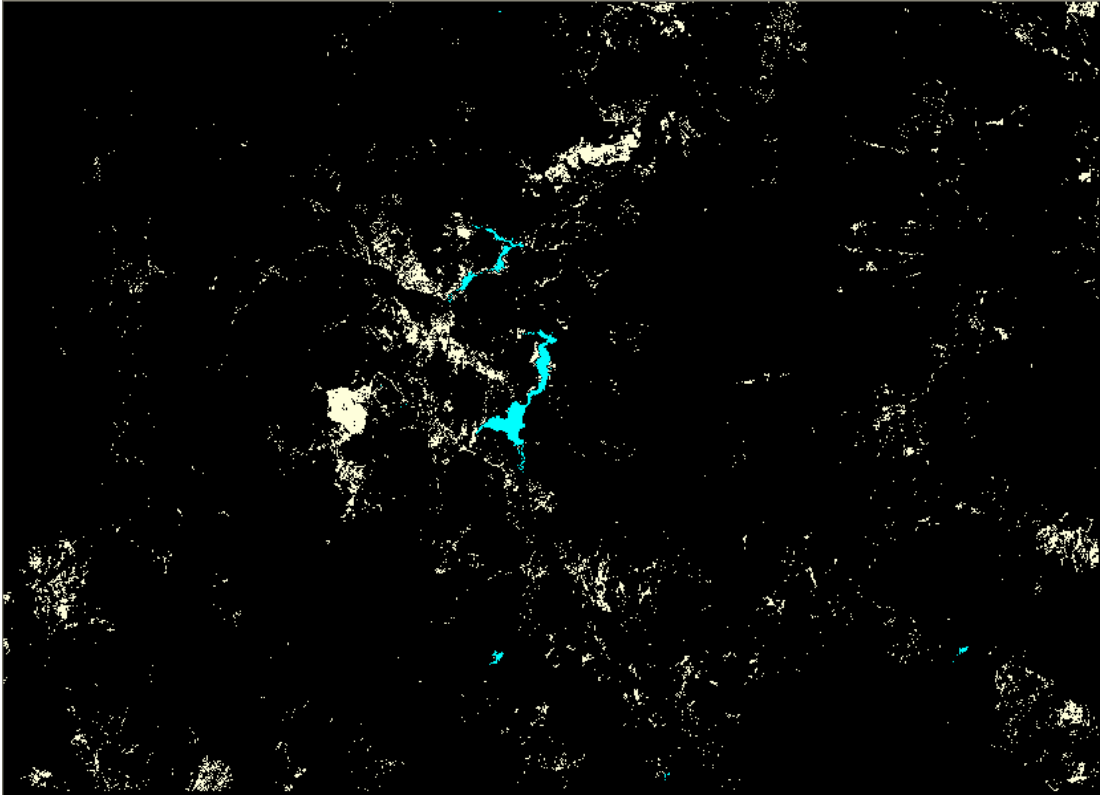
Bant 7 için : EĞER(Küme=2;24;EĞER(Küme=1;74;24))

Bant 4 için : EĞER(Küme=2;46;EĞER(Küme=1;51;64))

Bant 3 için : EĞER(Küme=2;45;EĞER(Küme=1;51;106))

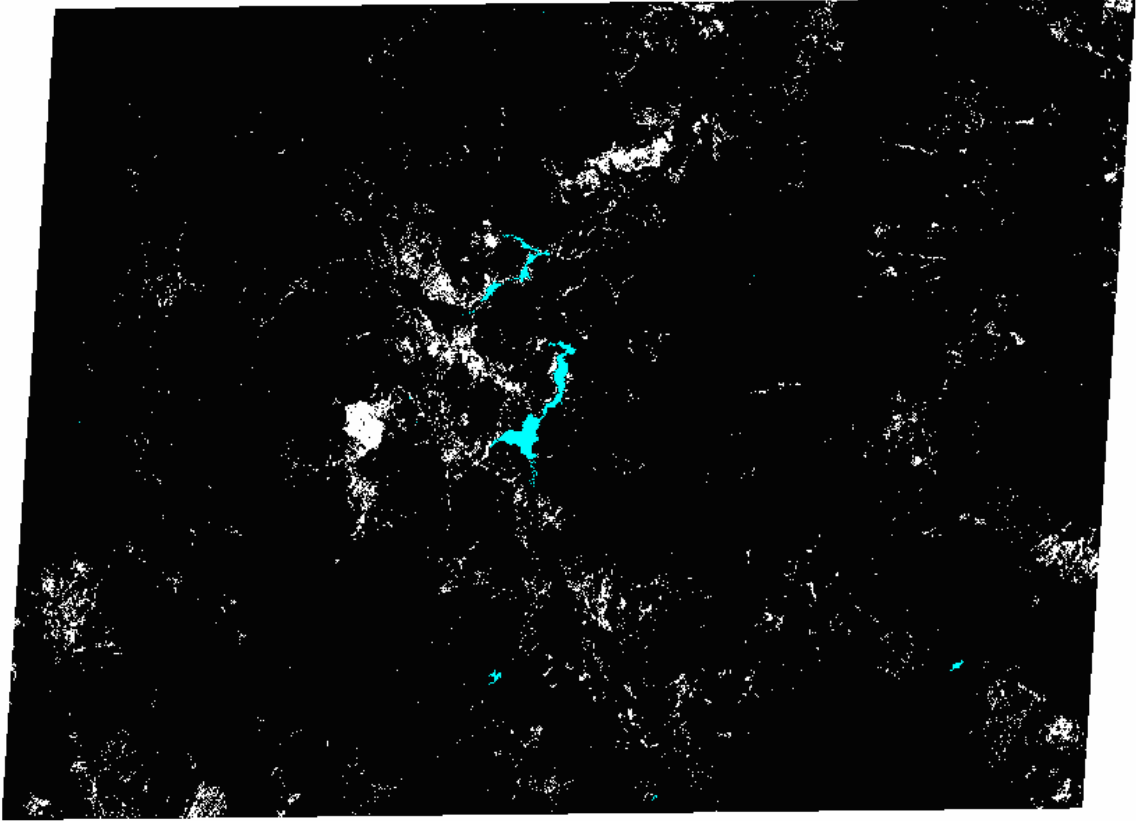
Çoklu karesel ayırma fonksiyonlarıyla 1.960.661 adet piksel ilgili kümeye atandıktan sonra küme numaralarıyla Çizelge 4.5.'deki renk düzenine yukarıdaki formüsel dönüşüm ile ulaşır.

Daha sonra Bant7, Bant 4 ve Bant 3 sayısal renk değerleri \*.txt yani ASCII formatında kayıt edilir. Image Analyst programı ASCII dosyasını yani ayırma analiziyle gruplanmış sayısal değerlerini görüntüye dönüştürme özelliği sayesinde görüntüye dönüştürülür. Uydu verisinin çoklu karesel ayırma çözümü tekniğiyle çözümlenmiş ve görüntüye dönüştürülmüş koordinatsız (rektifiyesiz) hali Şekil 4.18'de gösterilmiştir.



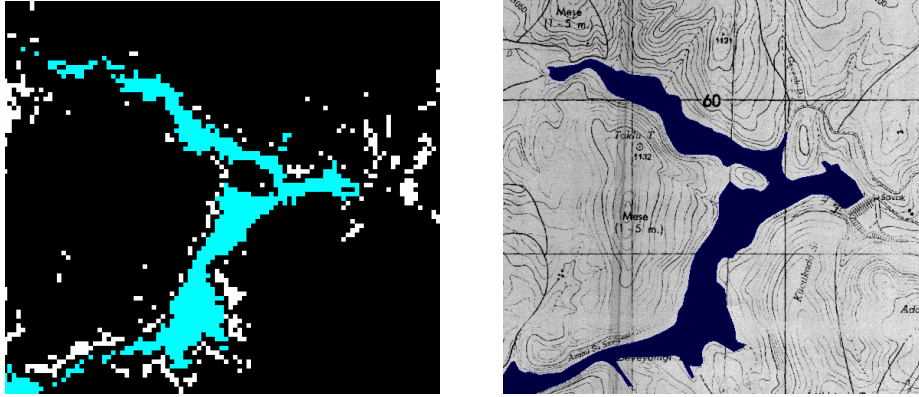
**Şekil 4.18.** Çoklu karesel ayırma çözümüyle çözümlenmiş uydu verisinin koordinatsız (rektifiyesiz) görüntüsü

Bu görüntü koordinatlandırılınca Şekil 4.19.'daki çoklu karesel ayırma çözümüyle çözümlenmiş uydu verisinin koordinatlı sonuç görüntüsüne ulaşılır.



**Şekil 4.19.** Çoklu karesel ayırma çözümlemesi tekniğiyle çözümlenmiş uydu verisinin koordinatlı (rektifiyeli) görüntüsü

Çoklu karesel ayırma çözümlemesi tekniğiyle çözümlenmiş uydu verisinin koordinatlı (rektifiyeli) görüntüsüne bakıldığında, Eti bor kırka boraks işletme yerinin, Çat ören ve Kunduzlar barajı göletlerinin ve diğer irili ufaklı su alanlarının topografik haritayla aynı olduğu gözükür. Bu bize ayırma analizi kabullenmelerinin ve varsayımının sağlandığının, uygun çözümleme tekniğini uygulandığının (çoklu karesel ayırma analizi) ve ayırma fonksiyonu denklemlerinin yeterli bir ayırma gücüne sahip olduğunun görsel bir ispatını oluşturur. Su seviyelerindeki değişiklik, çözünürlük gücü, raster ve vektör tipi veri farkı dikkate alındığında ayırma analizi tekniğiyle çözümlenmiş uydu verisinin koordinatlı (rektifiyeli) görüntüsünün Kunduzlar barajı göletinin bir kısmı ile aynı gölet için ve alan için topolojik görüntünün görsel karşılaştırmaları Şekil 4.20.'de verilmiştir.



Şekil 4.20. Kunduzlar barajı göletinin bir kısmının çoklu karesel ayırma analizi tekniğiyle çözümlenmiş halinin görüntüsü ve topografik haritadaki görüntüsü

#### 4.6.1. Uydu Verisi Çözümlemesinin İstatistiksel Bulguları

Çalışma alanı içerisindeki uydu verisinin üç kümeye indirgenmiş kovaryans matrisleri Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. 3 kümenin kovaryans matrisleri

GRUP		BANT7	BANT4	BANT3
1,00	BANT7	599,924	106,942	2,671
	BANT4	106,942	1122,432	22,553
	BANT3	2,671	22,553	1,250
2,00	BANT7	1498,379	287,486	-507,417
	BANT4	287,486	2164,485	1110,060
	BANT3	-507,417	1110,060	4244,688
3,00	BANT7	7,103	,668	-,403
	BANT4	,668	2,747	1,795
	BANT3	-,403	1,795	8,134
Total	BANT7	2844,703	1918,464	1585,752
	BANT4	1918,464	3727,170	3062,117
	BANT3	1585,752	3062,117	5928,266

Daha sonra kovaryans matrislerinin eşitliğine dair  $H_0$  önsavı için Box M testi uygulandığında, Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi eşit olmadığı sonucuna varılır.



**Çizelge 4.7.** Kovaryans matrislerinin eşitliğine dair  $H_0$  önsavı için Box M testi sonucu

Box's M		431,953
F	Approx.	33,880
	df1	12
	df2	10753,290
	Sig.	,000

Elde edilen sonuçlardan çoklu karesel ayırma analizi uygulanması gerektiği anlaşıldıktan sonra çoklu karesel ayırma katsayıları bulunur. Bu katsayılar Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.8.** Çoklu karesel ayırma katsayıları

	Function	
	1	2
BANT7	,021	-,018
BANT4	,007	,023
BANT3	,010	-,005
(Constant)	-3,035	-,444

Katsayılar sayesinde çoklu karesel ayırma denklemleri bulunur. Üç adet küme (grup) olduğuna göre iki adet çoklu karesel ayırma denklemi bulunur. Bu denklemler;

$$\hat{y}_1 = -3,035 + bant7 * 0,21 + bant4 * 0,007 + bant3 * 0,01$$

$$\hat{y}_2 = -0,444 - bant7 * 0,018 + bant4 * 0,023 - bant3 * 0,005$$

dir.

Ayırma denklemlerinin yeterli ayırım gücüne sahip olmadığına dair  $H_0$  önsavı için uygulanan test sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

**Çizelge 4.9.** Ayırma denklemlerinin yeterli ayırım gücüne sahip olmadığına dair  $H_0$  önsavı için uygulanan sına sonuçları

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1 through 2	,261	263,482	6	,000
2	,955	9,091	2	,011

#### 4.6.2. Uydu Verisi Çözümlemesinin Coğrafi Bulguları

Çoklu karesel ayırma analizi sonucundaki doğrultuda; Projeksiyon sistemi, UTM, European 1950, 36. Bölge koordinatları tüm sonuçlarda aynı olmak üzere araziye gidildiğinde bulunduktan sonra EM-1 olarak adlandırılan, ve koordinatı (282252,4351715) olan bor madenine (287465,4357548) koordinatında bulunduktan sonra EM-2 olarak adlandırılan bor madenine , (281980,4351218) koordinatında bulunduktan sonra EM-3 olarak adlandırılan, bor madenine rastlanmıştır.

Bunun yanında (282643, 4352596) koordinatı Eti/Boraks işletme açık ocağını doğrularken, (274076,4359037) koordinatında bir zamanlar kolemanit açık ocağı olarak kullanılan yer doğrulanmaktadır.

Ayrıca Kunduzlar barajı göleti civarında;

(286905,4357325 noktası merkez olmak üzere 309 metre yarıçaplı daire), (287348, 4357456 noktası merkez olmak üzere 298 metre yarıçaplı daire), (287971, 4358202 noktası merkez olmak üzere 591 metre yarıçaplı daire), (288790,4358442 noktası merkez olmak üzere 305 metre yarıçaplı daire), (289537,4359174 noktası merkez olmak üzere 346 metre yarıçaplı daire), (289624,4359631 noktası merkez olmak üzere 56 metre yarıçaplı daire), (289312,4359754 noktası merkez olmak üzere 56 metre yarıçaplı daire), (289044,4360000 noktası merkez olmak üzere 594 metre yarıçaplı daire), (287884,4360783 noktası merkez olmak üzere 211 metre yarıçaplı daire), (288392, 4360290 noktası merkez olmak üzere 153 metre yarıçaplı daire), (289138, 4360290 noktası merkez olmak üzere 36 metre yarıçaplı daire), (289588,4359921 noktası merkez olmak üzere 87 metre yarıçaplı daire), (289878,4359739 noktası merkez olmak üzere 124 metre yarıçaplı daire), (290153,4359551 noktası merkez olmak üzere 156 metre yarıçaplı daire), (290646,4359689 noktası merkez olmak üzere 265 metre yarıçaplı daire), (290494,4359268 noktası merkez olmak üzere 229 metre yarıçaplı daire), (289747, 4359014 noktası merkez olmak üzere 87 metre yarıçaplı daire), (289697, 4358797 noktası merkez olmak üzere 153 metre yarıçaplı daire), (289769, 4358485 noktası merkez olmak üzere 230 metre yarıçaplı daire), (289450,4358224 noktası merkez olmak üzere 320 metre yarıçaplı daire), (288986,4358282 noktası merkez olmak üzere 113 metre yarıçaplı daire), (287913,4357354 noktası merkez olmak üzere 241 metre yarıçaplı daire),(287507,435216 noktası merkez olmak üzere 166 metre

yarıçaplı daire), (287326,4356854 noktası merkez olmak üzere 166 metre yarıçaplı daire), (286985,435680 noktası merkez olmak üzere 65 metre yarıçaplı daire), (286826,4356948 noktası merkez olmak üzere 56 metre yarıçaplı daire)

Çat Ören barajı göleti civarı ;

(290124,4355698 noktası merkez olmak üzere 398 metre yarıçaplı daire), (289711, 4355774 noktası merkez olmak üzere 182 metre yarıçaplı daire), (290776,4355302 noktası merkez olmak üzere 128 metre yarıçaplı daire), (290538,4355317 noktası merkez olmak üzere 53 metre yarıçaplı daire), (290726,4355103 noktası merkez olmak üzere 138 metre yarıçaplı daire), (290726,4355103 noktası merkez olmak üzere 138 metre yarıçaplı daire), (290737,4354965 noktası merkez olmak üzere 170 metre yarıçaplı daire), (290795,4354741 noktası merkez olmak üzere 78 metre yarıçaplı daire), (290672,4354741 noktası merkez olmak üzere 168 metre yarıçaplı daire), (290480, 4354472 noktası merkez olmak üzere 110 metre yarıçaplı daire), (290614, 4354407 noktası merkez olmak üzere 68 metre yarıçaplı daire), (290585,4354298 noktası merkez olmak üzere 47 metre yarıçaplı daire), (290791,4353831 noktası merkez olmak üzere 251 metre yarıçaplı daire), (290458,4353363 noktası merkez olmak üzere 159 metre yarıçaplı daire), (290258,4353149 noktası merkez olmak üzere 205 metre yarıçaplı daire), (290019, 4352812 noktası merkez olmak üzere 136 metre yarıçaplı daire), (289660,4353080 noktası merkez olmak üzere 189 metre yarıçaplı daire), (289352, 4352355 noktası merkez olmak üzere 64 metre yarıçaplı daire), (288848, 4352290 noktası merkez olmak üzere 86 metre yarıçaplı daire), (288352,435188 noktası merkez olmak üzere 288 metre yarıçaplı daire), (288000,4351750 noktası merkez olmak üzere 287 metre yarıçaplı daire), (287928,4351279 noktası merkez olmak üzere 149 metre yarıçaplı daire), (287833,4351003 noktası merkez olmak üzere 241 metre yarıçaplı daire), (288083,4350731 noktası merkez olmak üzere 113 metre yarıçaplı daire), (288098,4351213 noktası merkez olmak üzere 105 metre yarıçaplı daire), (288170, 4351424 noktası merkez olmak üzere 100 metre yarıçaplı daire), (288352, 4351166 noktası merkez olmak üzere 75 metre yarıçaplı daire), (288790,4351126 noktası merkez olmak üzere 115 metre yarıçaplı daire), (288777,4350811 noktası merkez olmak üzere 39 metre yarıçaplı daire), (289693,4350804 noktası merkez olmak üzere 116 metre yarıçaplı daire), (290052,4351050 noktası merkez olmak üzere 101 metre yarıçaplı daire), (290534,4350996 noktası merkez olmak üzere 113 metre

yarıçaplı daire), (291197,4352968 noktası merkez olmak üzere 391 metre yarıçaplı daire), (291491,4353595 noktası merkez olmak üzere 394 metre yarıçaplı daire), (291335,4354349 noktası merkez olmak üzere 242 metre yarıçaplı daire), (292049,4356288 noktası merkez olmak üzere 453 metre yarıçaplı daire)

Kunduzlar barajı göleti, Çat Ören barajı göleti, Etibank Kırka boraks işletmesi üçgeninin ortası civarında;

(288556, 4354108 noktası merkez olmak üzere 978 metre yarıçaplı daire), (287169, 4355126 noktası merkez olmak üzere 999 metre yarıçaplı daire), (287086,4356179 noktası merkez olmak üzere 902 metre yarıçaplı daire), (285491,4356471 noktası merkez olmak üzere 1848 metre yarıçaplı daire)

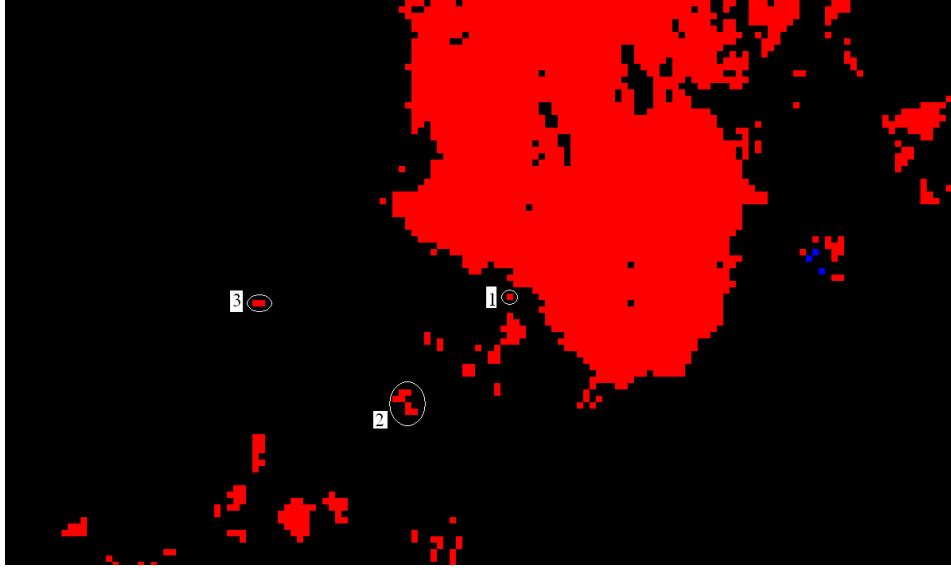
Bunun haricinde (291315,4357906 noktası merkez olmak üzere 63 metre yarıçaplı daire), (295023, 4363938 noktası merkez olmak üzere 412 metre yarıçaplı daire), (294059, 4363655 noktası merkez olmak üzere 283 metre yarıçaplı daire), (292746, 4363213 noktası merkez olmak üzere 369 metre yarıçaplı daire), (292203,4362756 noktası merkez olmak üzere 100 metre yarıçaplı daire), (291376,4362343 noktası merkez olmak üzere 50 metre yarıçaplı daire), (295458,4364482 noktası merkez olmak üzere 188 metre yarıçaplı daire), (294262,4365229 noktası merkez olmak üzere 241 metre yarıçaplı daire), (282256,4350384 noktası merkez olmak üzere 82 metre yarıçaplı daire), (282325, 4350109 noktası merkez olmak üzere 140 metre yarıçaplı daire), (282908, 4349761 noktası merkez olmak üzere 48 metre yarıçaplı daire), (282147, 43491112 noktası merkez olmak üzere 235 metre yarıçaplı daire), (282720,4348401 noktası merkez olmak üzere 117 metre yarıçaplı daire), (282368,4347587 noktası merkez olmak üzere 35 metre yarıçaplı daire), (282731,4347667), (281650,4346667 noktası merkez olmak üzere 81 metre yarıçaplı daire), (276293,4336624 noktası merkez olmak üzere 983 metre yarıçaplı daire), (275699,4338091 noktası merkez olmak üzere 145 metre yarıçaplı daire), (298742,4346944 noktası merkez olmak üzere 166 metre yarıçaplı daire), (312089,4347162 noktası merkez olmak üzere 153 metre yarıçaplı daire), (313046, 4346466 noktası merkez olmak üzere 107 metre yarıçaplı daire), (306275, 4347887 noktası merkez olmak üzere 104 metre yarıçaplı daire), (269706, 4344146 noktası merkez olmak üzere 103 metre yarıçaplı daire), (270822,4343671 noktası merkez olmak üzere 35 metre yarıçaplı daire), (301146,4368879 noktası merkez

olmak üzere 40 metre yarıçaplı daire), (301512,4368379 noktası merkez olmak üzere 45 metre yarıçaplı daire)

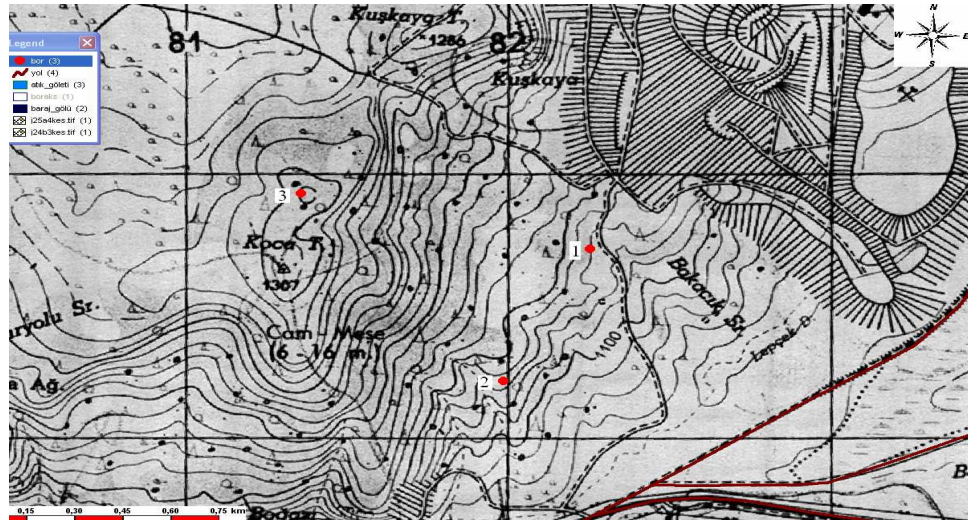
Koordinat noktaları (bazı sapmaların olabileceği Bölüm 4.3.'de anlatılmıştı) araştırılması gereken (sondaj yapılması) bor yataklarının bulunabilme ihtimali olan koordinatlardır. Tüm çözümlenmelerde yarıçaplı dairenin karasal alanları dikkate alınmıştır.

Çözümleme sonuçlarına göre yapılan arazi kontrolleri sırasında bulunduktan sonra EM-1, EM-2 ve EM-3 (Bkz. Ek 2) olarak isimlendirilen bor madenlerinin coğrafi bulguları aşağıdaki gibidir.

Yapılan tüm çözümleme sonuçlarında ve bu sonuçlar doğrultusunda yapılan arazi kontrolü sonuçlarında EM-1, EM-2, EM-3 (Bkz. Ek 2) bulunmuştur. EM-1, Projeksiyon sistemi, UTM, European 1950, 36. Bölge koordinatlarıyla (282252,4351715) noktası civarında bulunmuştur. Arazi kontrolü sırasında, bu koordinat noktasında bir sondaj denemesi yapıldığı gözlemlenmiştir. Daha sonra bu sondaj çalışmasının Etibank Kırka/Boraks işletmesi tarafından yapıldığı anlaşılmıştır. Bu alanın üstü kil tabakasıyla kaplı olup 0-1 metre derinliğinde bor madeni olan EM-1 bulunmuştur (Bkz. Ek 1.1.). Daha sonra çözümleme sonucundaki muhtemel bor madeni alanı olarak gözlemlenen 1307 rakımlı Kocatepe mevkinde (281350,4351926) çıkılırken, (281980,4351218) koordinatlarına kümeleme çözümlenmeleri sonucunda muhtemel bor madeni gözüktüğü için uğranmış killi/kireçli bir yüzeyle karşılaşmış ve yüzeyde EM-3 (Bkz. EK 2 ve EK 1.1.) bulunmuştur. EM-3'ün üleksit tipi boraks yapısına benzediği ve yüzeyde bulunabileceği Etibank Kırka/Boraks işletmesi mühendisleri tarafından onaylanmıştır (Y. Zafer, 2005, sözlü görüşme), (Bkz Ek 1.1.). 1307 rakımlı Kocatepe mevkinde (281350, 4351926) çıkıldığında bu mevkide sadece terkedilmiş bir mermer/kireç ocağı bulunduğu (Bkz. Ek 1.1.) tespit edilmiştir. Bunun nedeni ise Landsat -5 TM uydusunun işletme açık ocaktaki kille karışık bor madeni yansıma değerini mermerin yansıma değeriyle aynı olarak algılamasıdır.



Şekil 4.21. Çözümlmeler sonucunda çözümlenmiş uydu görüntüsü üzerinde bor madeni bulunan yerler (1-2) ile mermer ocağı (3)

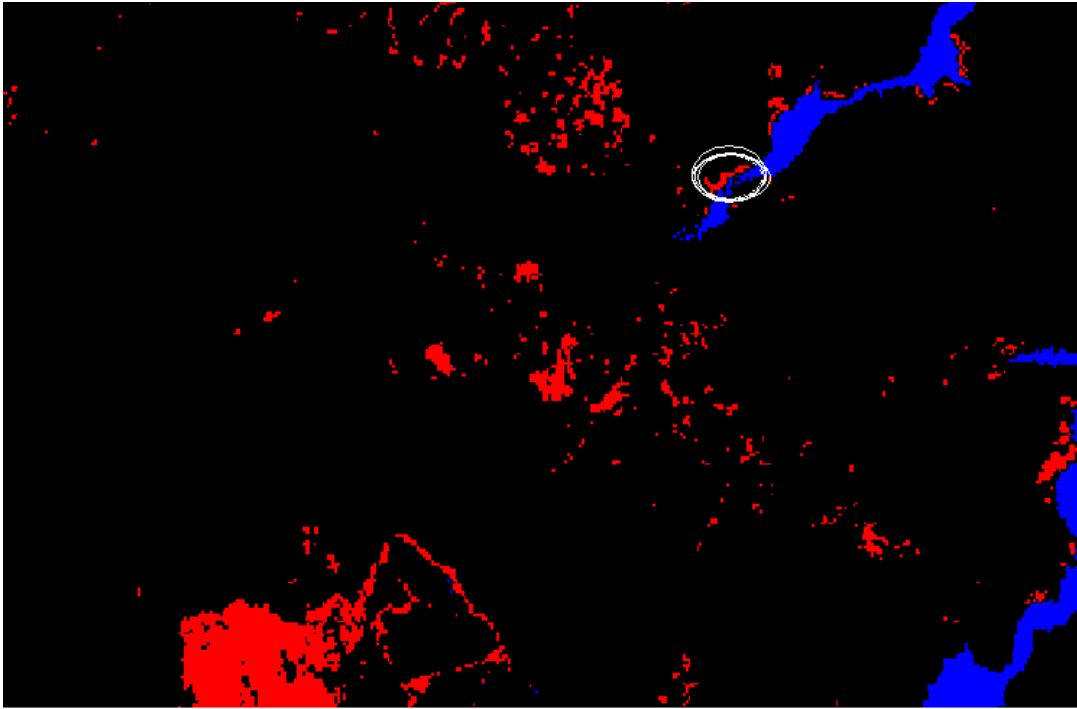


Şekil 4.22. Çözümlmeler sonucunda arazi kontrollerindeki bor madeni bulunan yerlerin ve mermer ocağının topografik haritada gösterimi (1-2) ile mermer ocağı (3)

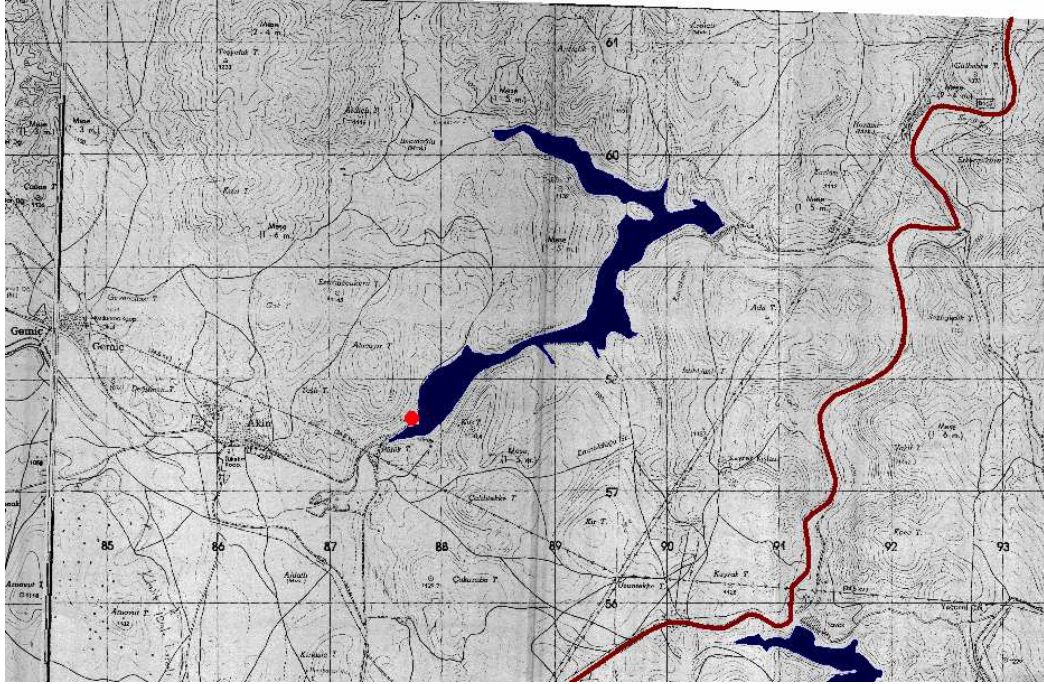
Mermer ocağı haricinde muhtemel bor alanları arasında ön bilgilendirmesiz kümeleme analizlerinde ortaya çıkan iki önemli nokta daha vardır. Bunlardan ilki EM-2'nin bulunduğu Kunduzlar barajı göletinin güney tarafındaki (287465,4357548) noktası ve civarındaki tüfit tabakaları ve kil tabakalarının bulunduğu alandır. Bu alan

jeolojik yapı itibariyle işletme Eti Bor Kırka/Boraks işletmesinin açık ocağının içinde bulunan 1950’li yıllardan kalma eski İngiliz ocağının tabakalı yapısını andırmaktadır (Bkz. Ek 1.1.). Bu bölgede yapılan çözümlene doğrultusundaki arazi çalışmalarında bulunan tüfit tabakalarına yapılan kimyasal analizler sonucunda Binde 7.7’lik  $B_2O_3$  (Boraks) bor izine rastlanmıştır (Bkz. Ek 2) ve bulunduktan sonra EM-2 denilmiş olup bu tabaklar tıpkı bor madeni gibi eski çağlardan günümüze kadar ulaşmıştır. Yeryüzüne ise toprak kayması ile çıkmıştır. Bu alandaki tüfit tabakalarının bir diğer önemli özelliği olan üzerlerinde bitki fosilleri ile içeriğinde bor madeni, kuvars, kil ve kireçtaşı bulundurması bu bölgenin muhtemel bor rezervi açısından önemini arttırmaktadır.

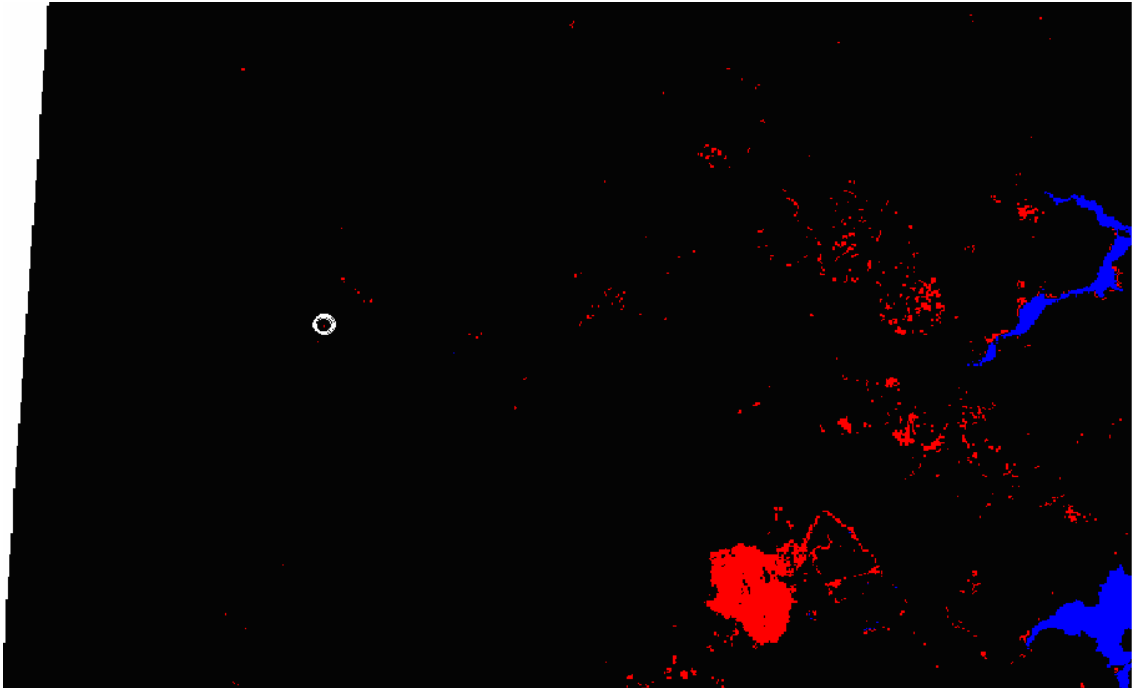
Çözümlenmeler sonucunda (274076,4359037) civarında daha sonra Eti bor Kırka/Boraks işletmesi mühendislerince doğrulanmış (Y. Zafer, 2005, sözlü görüşme) bu noktanın bir zamanlar üretilen ve şu anda üretilmeyen kolemanit bor minerali olduğudur. Bu nokta çözümlenmiş uydu verisi görüntüsünde Eti bor Kırka boraks işletmesinin açık bor ocağının kuzey batısında ve 9800 metrelik mesafe ilersinde muhtemel bor alanı olarak gözükmektedir.



**Şekil 4.23.** Çözümlenmeler sonucunda EM-2 olarak isimlendirilen bor madeninin bulunduğu yer

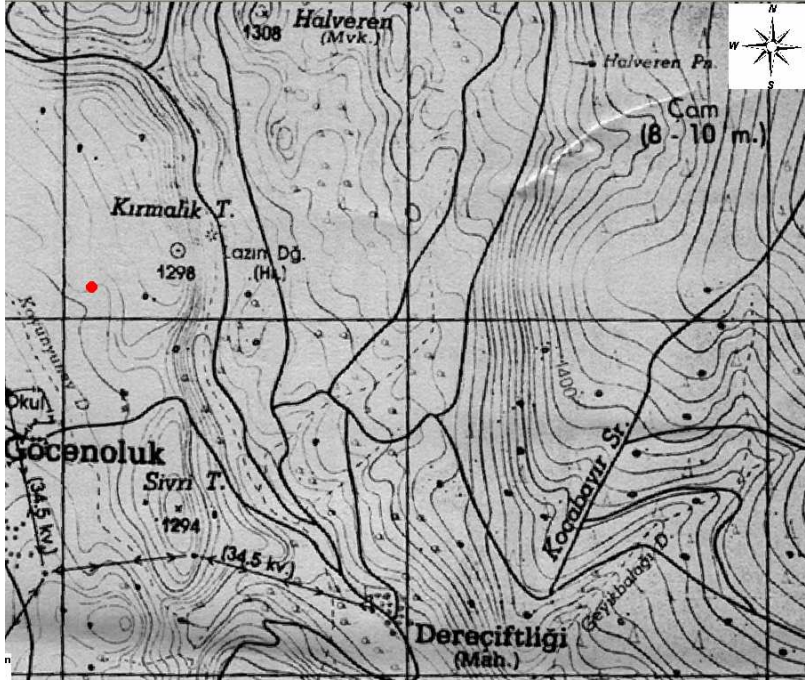


**Şekil 4.24.** Çözümler sonucunda Kunduzlar barajı göletinin güneyinde EM-2'nin bulunduğu yerin topografik haritayla gösterimi (Kırmızı nokta)



**Şekil 4.25.** Eskiden Etibank Kırka/Boraks işletmesi tarafından işletilen kolemanit tipi mineralin bulunduğu yerin (işaretili) yapılan çözümler sonucunda doğrulanması





Şekil 4.26. Eskiden Etibank Kırka/Boraks işletmesi tarafından işletilen kolemanit minerali bulunduğu yerin topografik haritada gösterimi (Kırmızı işaretli)

## 5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bor madeni günümüzde en önemli ve stratejik madenler arasındadır. Bu çalışma Eskişehir/Kırka civarında yaklaşık 1765 kilometrekarelik alanda bor madeninin varlığının araştırılmasına dair bir tezdır. Yeryüzünü tarayan uzaktan algılama uyduları dünyayı uzaydan inceledikleri için uzaktan algılama uydularından elde edilen veriler yeryüzünden elde edilen gözlemlere göre çok daha büyük bir avantaja sahiptir. Uzaktan algılama uydularından elde edilen veriler günümüzde hemen hemen her bilimsel disiplinde kullanılan çok değişkenli istatistiksel tekniklerle birleştiğinde ortaya çıkan çözümlene sonucu bizi amacımıza ulaştırır.

Bu tezde Eskişehir/Kırka çevresindeki bor madeni araştırılması çalışma alanı için uzaktan algılanmış Lansat 5-TM uydusuna ait uydu verisine çok değişkenli istatistiksel teknikler uygulanarak yapılmıştır.

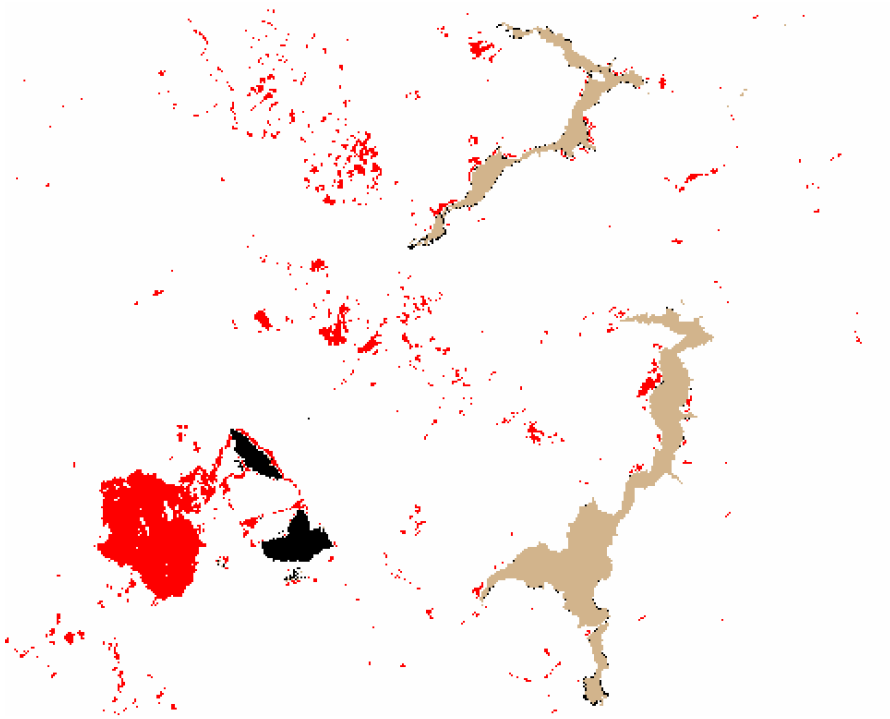
Çok değişkenli istatistiksel tekniklerden En kısa uzaklık tekniği, En çok olasılık tekniği ve Ayırma analizi tekniği kullanılmıştır. Bu üç teknikten özellikle ayırma analizi tekniği günümüzde hiçbir uydu verisi çözümlene paket programında bulunmamaktadır. Eskişehir/Kırka çevresindeki ilgili çalışma alanındaki uydu verisi (1.960.661(piksel)x3 (bant)=5.881.983 adet) 'nin bir kısmı (200 adet) çoklu karesel ayırma fonksiyonlarının bulunması için kullanılmış, elde edilen çoklu karesel ayırma fonksiyonu araştırdığımız bor madeni grubuna hangi piksellerin hangi koordinatlarla atandığının bulunmasında kullanılmıştır. 5,881,983 adet veriyi kullanarak görüntü verisine dönüştürmek oldukça dikkat ve sabır gerektiren bir iştir. Çoklu karesel ayırma fonksiyonundan elde edilen sonuçlar (atanan gruplar) için her gruba bir renk değeri verilmiş ve bu değere ulaşmak için kurulan algoritma tekrar 5,881,983 adet veriye uygulanarak ASCII, yani txt uzantılı dosya olarak kaydedilmiştir. Txt uzantılı dosyalar (Notepad) 'a kayıt yapılırken renk verisine dönüştürülmüş değerlere numara vermek mümkün olmadığından yapılan en ufak hatada tekrar başa dönülmüştür. Daha sonra txt uzantılı dosya karşılık geldiği her bir bant seviyesine göre eşleştirilerek (bant7, bant4, bant3) kümelere atanması tamamlanmış veri 3 bant kombinasyonunda image analyst paket programında açılarak görüntüye dönüştürülmüştür. Son olarak görüntü

koordinatlandırılarak, çözümlenen veriye yer gerçeği anlamı yüklenmiştir. Ortaya çıkan görüntü için topografik haritayla yapılan eşleştirmenin gerçeğe görsel olarak çok uygun olması, örneğin gölleri ve işletme açık maden ocağını en ince ayrıntısına kadar görsel olarak vermesi yapılan çalışmanın başarısını göstermektedir.

Çalışmada bor madenini bulmak için ilgili tekniklerle elde edilen çözümlenmeler sonucunda, çözümlenme sonuçlarının gerçekte doğru olup olmadığını kontrol etmek üzere Arazi kontrolü yapılmıştır. Arazi kontrolü yapılırken doğa şartlarının elverdiği yerlere gidilebilmiştir. Yapılan arazi çalışmasına koordinatları belirlemek için Gps (konum belirleme aleti) ile gidilmiştir. Gerçekten de çözümlenme sonuçlarının gösterdiği koordinatlardan 3 tanesine gidildiğinde (EM1, EM2, EM3 ) bor madenine ulaşılmıştır Bkz Ek.2. Bu örneklemin Eti Bor işletmelerinde analiz ettirildiğinde bor oldukları anlaşılmıştır. Bor madeni kendi içindeki bor tiplerine bağlı olarak, yüzeyde olabildiği gibi yüzeyin altında da bulunabilir. Bulunan 3 tip bor örneğinin haricindeki kontrolü yapılabilen alanlarda çözümlenme sonucundaki koordinatlı piksellere denk gelen alanların killi, kireç taşı, çöklü kireç taşı.... gibi beyaz yansıma değerine sahip çalışma alanının formasyonu nedeniyle (Sarıkaya Formasyonu) bu alanların altında bor madeni olma ihtimali olan yerlerdir. Yani yerin altındaki bor madeninin formasyon gereği yer yüzündeki izi; büyük olasılıkla killi, kireç taşı...(bu yer gerçekleri yansıma değerleri açık bor ocağındaki killi-borun uydu kayıt yansıma değerine oldukça yakındır) olan, yerlerdir.

Bu durumda çok değişkenli istatistiksel tekniklerle yapılan çözümlenme sonuçlarında belirlenen tüm koordinatlarda sondaj araştırılması yapılması gerekmektedir. Bunlardan Çat Ören Kunduzlar barajı göletleri Etibank bor işletmesi açık ocak üçgeninin ortalarıyla, Çat Ören barajı göletinin kuzey doğusundaki yerlerde yüksek yoğunluk gözükmektedir.

Bu çalışmada önemli bir sonuç daha vardır: Çat Ören ve Kunduzlar barajı göletlerindeki bor kirliliği, ya da muhtemel bor alanı gölet sularının içinde de gözükmektedir (Uğurluoğlu, 2004; Onacak, 1990) 'ın iki göletteki bor kirliliğini araştıran tezleri bunu yansıtmaktadır. Şekil S.1 atık havuzu 1' kümesi ön plana çıkartılarak yapılan uydu verisi çözümlenmesinde iki göletteki bor kirliliğini ya da muhtemel bor alanını göstermektedir.



**Şekil S.1** Çatören ve Kunduzlar barajı göletlerindeki muhtemel bor alanı ya da bor kirlilik alanları (siyah)

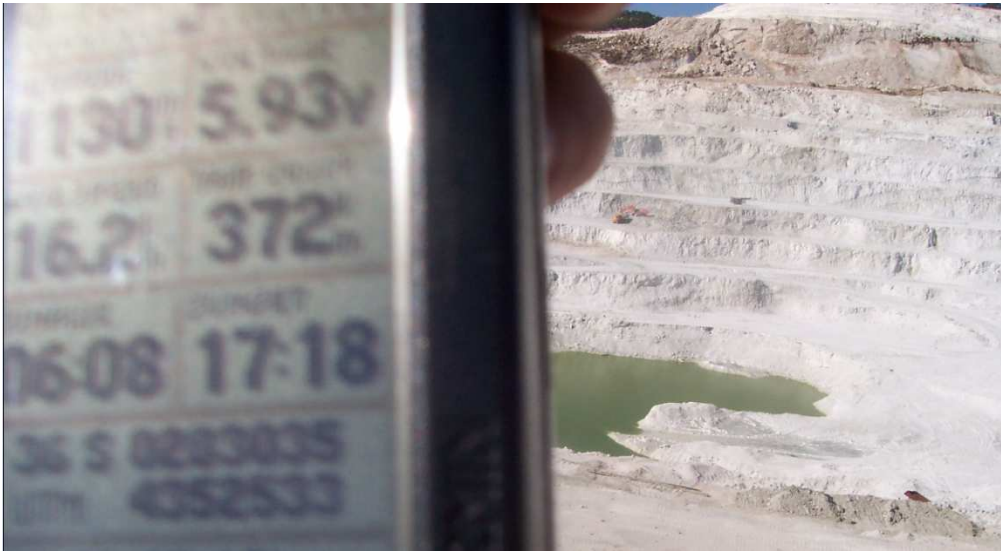
## 6.EKLER

### Ek1. BOR ARAZİ ÇALIŞMASI

#### Ek1.1 Bor Araştırması Arazi Kontrolünün Gerçeklik Kanıtları (Fotoğrafları)



Ek 1.1.1 Etibank Kırka/Boraks açık işletme maden ocağı ve en üst tabakadaki killi birim



Ek 1.1.2 Etibank Kırka/Boraks açık işletme sahasının uydu verisiyle çok değişkenli istatistiksel tekniklerle yapılan çözümleme sonucundaki koordinatlarının Gps (küresel konum belirleme) aletiyle doğrulanması



Ek 1.1.3 Etibank Kırka/Boraks açık işletme sahasındaki kille iç içe bulunan bor madenleri



Ek 1.1.4 EM-1 ve EM-3'ün bulunduğu yerin uzaktan fotoğrafı



Ek 1.1.5 EM-1'in bulunduğu daha önceden sondaj yapılan yer



Ek 1.1.6 EM-1 in bulunduğu sondaj alanındaki bor madenleri



Ek 1.1.7 Kocatepe mevki (Mermerli/kireç taşı alan)



Ek 1.1.8 Kocatepe mevki (fotoğrafın çekildiği yer)





Ek 1.1.9 Kocatepe mevkinin uzaktan fotoğrafı



Ek 1.1.10 EM-2'ler ve bulunduğu yer borlu-tüfit tabakaları (Kunduzlar barajı göleti güney kıyısı)



Ek 1.1.11 EM-2'nin bulunduğu yer borlu tüfit tabakaları (kunduzlar barajı göleti kıyısı)



Ek 1.1.12 EM-2'lerin bulunduğu yerin devamı ve aynı formasyon



Ek 1.1.13 İşletme içindeki eski İngiliz ocağı ve tabakalı killi bor yapısı



Ek 1.1.14 Uydu verisine uygulanan çok değişkenli istatistiksel çözümleme sonuçlarında çıkan atık havuzu kıyılarındaki borlu-killi alanlar (karşı kıyı)



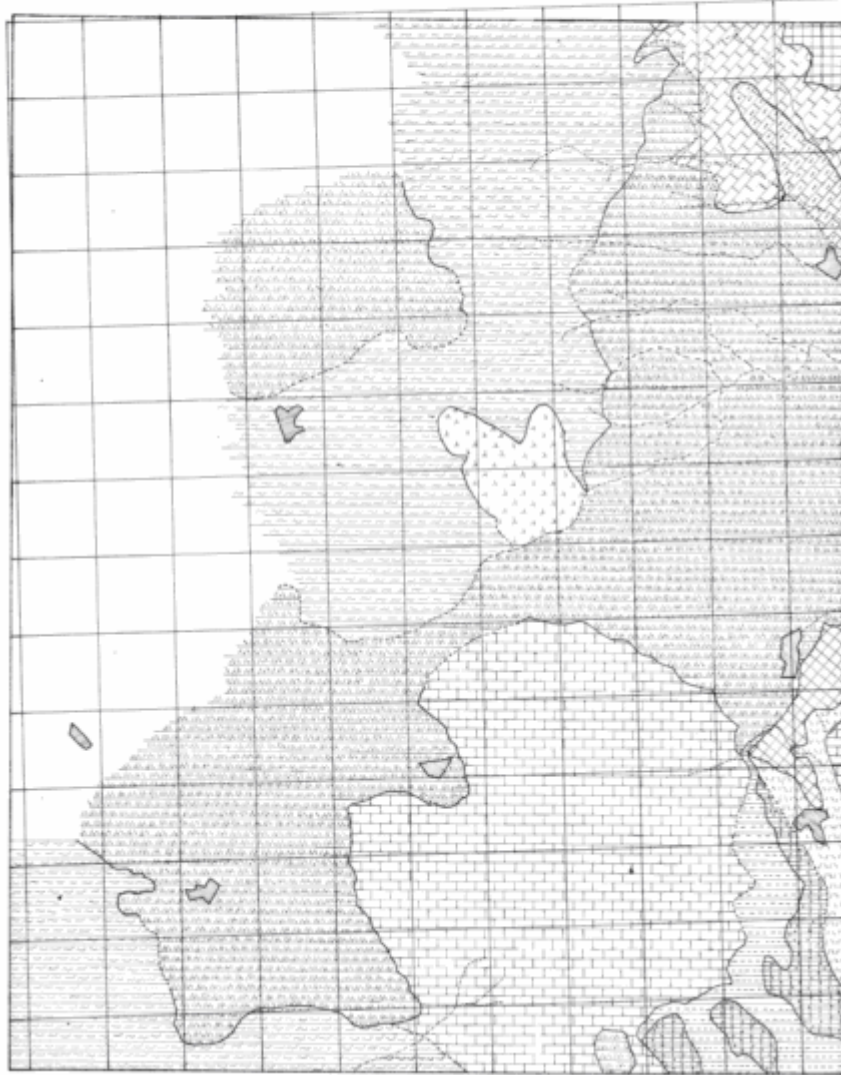
Ek 1.1.15 EM-3'ün bulunduğu yer



Ek 1.1.16 EM-3

Ek1.2. Bölgenin Jeoloji Haritası

## ESKİŞEHİR J 24 -b4 JEOLOJİ HARİTASI



### Ek 1.3. Çoklu karesel ayırma çözümlemesi için ön bilgilendirme değerleri

	bant7	bant4	bant3	küme	dis_1	dis1_1	dis2_1	dis1_2	dis2_2	dis3_2
1	169,00	240,00	255,00	1,00	1,00	4,65931	,66920	,99998	,00002	,00000
2	174,00	245,00	255,00	1,00	1,00	4,79881	,69275	,99998	,00002	,00000
3	174,00	247,00	255,00	1,00	1,00	4,81223	,73670	,99998	,00002	,00000
4	178,00	256,00	255,00	1,00	1,00	4,95739	,87241	,99999	,00001	,00000
5	187,00	224,00	255,00	1,00	1,00	4,93332	-,02709	,99999	,00001	,00000
6	190,00	227,00	255,00	1,00	1,00	5,01702	-,01296	1,00000	,00000	,00000
7	202,00	213,00	255,00	1,00	1,00	5,17732	-,56373	1,00000	,00000	,00000
8	144,00	206,00	255,00	1,00	1,00	3,90140	,34468	,99941	,00059	,00000
9	136,00	203,00	255,00	1,00	1,00	3,71176	,42187	,99828	,00172	,00000
10	139,00	191,00	255,00	1,00	1,00	3,69478	,09140	,99841	,00159	,00000
11	160,00	176,00	255,00	1,00	1,00	4,03907	-,63670	,99979	,00021	,00000
12	182,00	180,00	255,00	1,00	1,00	4,53206	-,94659	,99998	,00002	,00000
13	177,00	207,00	255,00	1,00	1,00	4,60733	-,23500	,99998	,00002	,00000
14	211,00	196,00	255,00	1,00	1,00	5,25392	-1,10863	1,00000	,00000	,00000
15	207,00	195,00	255,00	1,00	1,00	5,16245	-1,05855	1,00000	,00000	,00000
16	212,00	187,00	255,00	1,00	1,00	5,21470	-1,33365	1,00000	,00000	,00000
17	168,00	152,00	255,00	1,00	1,00	4,04749	-1,33415	,99977	,00023	,00000
18	164,00	119,00	250,00	1,00	1,00	3,69218	-1,99345	,99771	,00229	,00000
19	127,00	197,00	255,00	1,00	1,00	3,48079	,44839	,99332	,00668	,00000
20	182,00	233,00	255,00	1,00	1,00	4,88778	,27098	,99999	,00001	,00000
21	13,00	35,00	101,00	2,00	2,00	-1,53356	-,39784	,00000	1,00000	,00000
22	13,00	32,00	104,00	2,00	2,00	-1,52425	-,48222	,00000	1,00000	,00000
23	11,00	32,00	105,00	2,00	2,00	-1,55681	-,45084	,00000	1,00000	,00000
24	14,00	34,00	104,00	2,00	2,00	-1,48964	-,45453	,00000	1,00000	,00000
25	14,00	33,00	102,00	2,00	2,00	-1,51598	-,46720	,00000	1,00000	,00000
26	13,00	34,00	103,00	2,00	2,00	-1,52064	-,43112	,00000	1,00000	,00000
27	12,00	32,00	105,00	2,00	2,00	-1,53562	-,46911	,00000	1,00000	,00000
28	12,00	33,00	105,00	2,00	2,00	-1,52891	-,44613	,00000	1,00000	,00000
29	9,00	29,00	98,00	2,00	2,00	-1,68803	-,44717	,00000	1,00000	,00000
30	13,00	31,00	99,00	2,00	2,00	-1,58004	-,47943	,00000	1,00000	,00000
31	12,00	32,00	105,00	2,00	2,00	-1,53562	-,46911	,00000	1,00000	,00000
32	13,00	33,00	104,00	2,00	2,00	-1,51754	-,45924	,00000	1,00000	,00000
33	12,00	32,00	100,00	2,00	2,00	-1,58470	-,44334	,00000	1,00000	,00000
34	13,00	32,00	102,00	2,00	2,00	-1,54388	-,47191	,00000	1,00000	,00000
35	12,00	32,00	104,00	2,00	2,00	-1,54544	-,46395	,00000	1,00000	,00000
36	12,00	32,00	98,00	2,00	2,00	-1,60433	-,43304	,00000	1,00000	,00000
37	12,00	31,00	104,00	2,00	2,00	-1,55215	-,48693	,00000	1,00000	,00000
38	16,00	33,00	98,00	2,00	2,00	-1,51286	-,48312	,00000	1,00000	,00000
39	9,00	32,00	102,00	2,00	2,00	-1,62863	-,39886	,00000	1,00000	,00000
40	18,00	33,00	104,00	2,00	2,00	-1,41160	-,55056	,00000	1,00000	,00000
41	14,00	44,00	171,00	2,00	2,00	-,76489	-,57001	,00000	1,00000	,00000
42	10,00	46,00	191,00	2,00	2,00	-,63992	-,55406	,00000	1,00000	,00000
43	15,00	67,00	254,00	2,00	2,00	,22533	-,48754	,00000	1,00000	,00000
44	10,00	64,00	252,00	2,00	2,00	,07963	-,45484	,00000	1,00000	,00000
45	15,00	49,00	188,00	2,00	2,00	-,54329	-,56100	,00000	1,00000	,00000
46	15,00	43,00	162,00	2,00	2,00	-,83876	-,56487	,00000	1,00000	,00000
47	12,00	37,00	143,00	2,00	2,00	-1,12908	-,56003	,00000	1,00000	,00000
48	10,00	28,00	138,00	2,00	2,00	-1,28094	-,69450	,00000	1,00000	,00000
49	10,00	28,00	138,00	2,00	2,00	-1,28094	-,69450	,00000	1,00000	,00000

	bant7	bant4	bant3	kume	dis_1	dis1_1	dis2_1	dis1_2	dis2_2	dis3_2
50	16,00	26,00	124,00	2,00	2,00	-1,30465	-.77789	,00000	1,00000	,00000
51	11,00	51,00	146,00	2,00	2,00	-1,02686	-.22560	,00000	1,00000	,00000
52	12,00	51,00	146,00	2,00	2,00	-1,00567	-.24387	,00000	1,00000	,00000
53	11,00	49,00	146,00	2,00	2,00	-1,04029	-.27155	,00000	1,00000	,00000
54	9,00	50,00	148,00	2,00	2,00	-1,05632	-.22236	,00000	1,00000	,00000
55	12,00	49,00	151,00	2,00	2,00	-.97002	-.31557	,00000	1,00000	,00000
56	12,00	47,00	148,00	2,00	2,00	-1,01289	-.34606	,00000	1,00000	,00000
57	13,00	46,00	145,00	2,00	2,00	-1,02786	-.37184	,00000	1,00000	,00000
58	19,00	49,00	151,00	2,00	2,00	-.82170	-.44341	,00000	1,00000	,00000
59	10,00	48,00	143,00	2,00	2,00	-1,09763	-.26080	,00000	1,00000	,00000
60	12,00	48,00	146,00	2,00	2,00	-1,02581	-.31278	,00000	1,00000	,00000
61	33,00	173,00	255,00	2,00	2,00	1,32798	1,61372	,00000	1,00000	,00000
62	20,00	174,00	255,00	2,00	2,00	1,05924	1,87410	,00000	1,00000	,00000
63	23,00	172,00	255,00	2,00	2,00	1,10938	1,77337	,00000	1,00000	,00000
64	24,00	171,00	255,00	2,00	2,00	1,12386	1,73213	,00000	1,00000	,00000
65	21,00	171,00	255,00	2,00	2,00	1,06029	1,78692	,00000	1,00000	,00000
66	22,00	169,00	255,00	2,00	2,00	1,06806	1,72271	,00000	1,00000	,00000
67	23,00	167,00	255,00	2,00	2,00	1,07582	1,65850	,00000	1,00000	,00000
68	29,00	170,00	255,00	2,00	2,00	1,22309	1,61785	,00000	1,00000	,00000
69	23,00	168,00	255,00	2,00	2,00	1,08254	1,68148	,00000	1,00000	,00000
70	24,00	171,00	255,00	2,00	2,00	1,12386	1,73213	,00000	1,00000	,00000
71	21,00	170,00	255,00	2,00	2,00	1,05358	1,76395	,00000	1,00000	,00000
72	26,00	165,00	255,00	2,00	2,00	1,12597	1,55777	,00000	1,00000	,00000
73	28,00	163,00	255,00	2,00	2,00	1,15492	1,47530	,00000	1,00000	,00000
74	21,00	174,00	255,00	2,00	2,00	1,08043	1,85584	,00000	1,00000	,00000
75	23,00	177,00	255,00	2,00	2,00	1,14294	1,88823	,00000	1,00000	,00000
76	20,00	178,00	255,00	2,00	2,00	1,08609	1,96599	,00000	1,00000	,00000
77	95,00	139,00	247,00	2,00	2,00	2,33495	-.25842	,04682	,95318	,00000
78	78,00	149,00	255,00	2,00	2,00	2,12039	,24055	,00677	,99323	,00000
79	45,00	158,00	255,00	2,00	2,00	1,48157	1,04997	,00001	,99999	,00000
80	37,00	61,00	45,00	2,00	2,00	-1,40019	,04969	,00000	1,00000	,00000
81	34,00	60,00	43,00	2,00	2,00	-1,49010	,09180	,00000	1,00000	,00000
82	31,00	61,00	42,00	2,00	2,00	-1,55677	,17472	,00000	1,00000	,00000
83	32,00	60,00	43,00	2,00	2,00	-1,53247	,12833	,00000	1,00000	,00000
84	31,00	62,00	47,00	2,00	2,00	-1,50098	,17193	,00000	1,00000	,00000
85	32,00	64,00	45,00	2,00	2,00	-1,48800	,20992	,00000	1,00000	,00000
86	34,00	59,00	42,00	2,00	2,00	-1,50662	,07398	,00000	1,00000	,00000
87	31,00	62,00	40,00	2,00	2,00	-1,56969	,20800	,00000	1,00000	,00000
88	30,00	62,00	44,00	2,00	2,00	-1,55161	,20565	,00000	1,00000	,00000
89	30,00	62,00	44,00	2,00	2,00	-1,55161	,20565	,00000	1,00000	,00000
90	28,00	62,00	44,00	2,00	2,00	-1,59399	,24217	,00000	1,00000	,00000
91	27,00	59,00	41,00	2,00	2,00	-1,66476	,20697	,00000	1,00000	,00000
92	29,00	63,00	42,00	2,00	2,00	-1,58572	,25719	,00000	1,00000	,00000
93	32,00	64,00	46,00	2,00	2,00	-1,47618	,20476	,00000	1,00000	,00000
94	35,00	61,00	37,00	2,00	2,00	-1,52109	,12743	,00000	1,00000	,00000
95	33,00	65,00	43,00	2,00	2,00	-1,47773	,22493	,00000	1,00000	,00000
96	45,00	78,00	45,00	2,00	2,00	-1,11658	,29413	,00000	1,00000	,00000
97	37,00	82,00	47,00	2,00	2,00	-1,23961	,52181	,00000	1,00000	,00000
98	40,00	71,00	46,00	2,00	2,00	-1,25969	,21948	,00000	1,00000	,00000
99	38,00	70,00	47,00	2,00	2,00	-1,29897	,22787	,00000	1,00000	,00000

	bant7	bant4	bant3	küme	dis_1	dis1_1	dis2_1	dis1_2	dis2_2	dis3_2
100	41,00	147,00	63,00	2,00	2,00	-,56156	1,85957	,00000	1,00000	,00000
101	69,00	145,00	87,00	2,00	2,00	,25387	1,17861	,00000	1,00000	,00000
102	59,00	155,00	80,00	2,00	2,00	,04039	1,62703	,00000	1,00000	,00000
103	54,00	159,00	70,00	2,00	2,00	-,13686	1,86176	,00000	1,00000	,00000
104	51,00	154,00	64,00	2,00	2,00	-,29287	1,83260	,00000	1,00000	,00000
105	32,00	155,00	60,00	2,00	2,00	-,72801	2,22317	,00000	1,00000	,00000
106	42,00	158,00	65,00	2,00	2,00	-,44691	2,08370	,00000	1,00000	,00000
107	79,00	163,00	90,00	2,00	2,00	,61601	1,39404	,00000	1,00000	,00000
108	56,00	168,00	63,00	2,00	2,00	-,10278	2,06806	,00000	1,00000	,00000
109	48,00	163,00	69,00	2,00	2,00	-,24696	2,06838	,00000	1,00000	,00000
110	51,00	160,00	68,00	2,00	2,00	-,21334	1,94983	,00000	1,00000	,00000
111	64,00	158,00	73,00	2,00	2,00	,09776	1,64071	,00000	1,00000	,00000
112	51,00	164,00	69,00	2,00	2,00	-,17668	2,03657	,00000	1,00000	,00000
113	61,00	156,00	83,00	2,00	2,00	,11893	1,59803	,00000	1,00000	,00000
114	59,00	142,00	82,00	2,00	2,00	-,02723	1,31808	,00000	1,00000	,00000
115	70,00	140,00	86,00	2,00	2,00	,23168	1,05064	,00000	1,00000	,00000
116	68,00	149,00	56,00	2,00	2,00	-,04475	1,44849	,00000	1,00000	,00000
117	49,00	148,00	68,00	2,00	2,00	-,33626	1,71068	,00000	1,00000	,00000
118	43,00	158,00	58,00	2,00	2,00	-,49443	2,10150	,00000	1,00000	,00000
119	144,00	150,00	60,00	2,00	2,00	1,61156	,06290	,00006	,99994	,00000
120	51,00	110,00	63,00	2,00	2,00	-,59800	,82694	,00000	1,00000	,00000
121	62,00	111,00	73,00	2,00	2,00	-,26006	,59750	,00000	1,00000	,00000
122	52,00	114,00	66,00	2,00	2,00	-,52052	,88511	,00000	1,00000	,00000
123	51,00	108,00	65,00	2,00	2,00	-,59179	,77069	,00000	1,00000	,00000
124	53,00	107,00	63,00	2,00	2,00	-,57576	,72150	,00000	1,00000	,00000
125	60,00	107,00	73,00	2,00	2,00	-,32929	,54214	,00000	1,00000	,00000
126	66,00	102,00	80,00	2,00	2,00	-,16701	,28163	,00000	1,00000	,00000
127	72,00	98,00	89,00	2,00	2,00	,02162	,03379	,00000	1,00000	,00000
128	65,00	106,00	74,00	2,00	2,00	-,22024	,42270	,00000	1,00000	,00000
129	59,00	107,00	69,00	2,00	2,00	-,38974	,58101	,00000	1,00000	,00000
130	57,00	97,00	60,00	2,00	2,00	-,58757	,43418	,00000	1,00000	,00000
131	50,00	96,00	62,00	2,00	2,00	-,72297	,52874	,00000	1,00000	,00000
132	57,00	98,00	75,00	2,00	2,00	-,43363	,37986	,00000	1,00000	,00000
133	78,00	116,00	75,00	2,00	2,00	,13214	,40986	,00000	1,00000	,00000
134	64,00	110,00	78,00	2,00	2,00	-,17532	,51225	,00000	1,00000	,00000
135	62,00	98,00	80,00	2,00	2,00	-,27861	,26279	,00000	1,00000	,00000
136	62,00	98,00	80,00	2,00	2,00	-,27861	,26279	,00000	1,00000	,00000
137	59,00	95,00	74,00	2,00	2,00	-,42120	,27957	,00000	1,00000	,00000
138	39,00	108,00	60,00	2,00	2,00	-,89513	1,01560	,00000	1,00000	,00000
139	41,00	106,00	61,00	2,00	2,00	-,85637	,92798	,00000	1,00000	,00000
140	46,00	121,00	61,00	2,00	2,00	-,64975	1,18126	,00000	1,00000	,00000
141	123,00	76,00	101,00	2,00	2,00	1,07236	-,146483	,00000	1,00000	,00000
142	123,00	78,00	107,00	2,00	2,00	1,14468	-,144979	,00000	1,00000	,00000
143	127,00	79,00	107,00	2,00	2,00	1,23614	-,149987	,00000	1,00000	,00000
144	127,00	80,00	105,00	2,00	2,00	1,22322	-,146659	,00000	1,00000	,00000
145	129,00	82,00	110,00	2,00	2,00	1,32810	-,148293	,00000	1,00000	,00000
146	133,00	81,00	116,00	2,00	2,00	1,46504	-,160987	,00001	,99999	,00000
147	137,00	82,00	113,00	2,00	2,00	1,52706	-,164449	,00002	,99998	,00000
148	135,00	82,00	116,00	2,00	2,00	1,51412	-,162342	,00002	,99998	,00000
149	132,00	83,00	115,00	2,00	2,00	1,44746	-,154051	,00001	,99999	,00000



	bant7	bant4	bant3	kume	dis_1	dist_1	dis2_1	dis1_2	dis2_2	dis3_2
150	131,00	83,00	115,00	2,00	2,00	1,42627	-1,52225	,00001	,99999	,00000
151	136,00	81,00	114,00	2,00	2,00	1,50897	-1,65435	,00002	,99998	,00000
152	138,00	83,00	117,00	2,00	2,00	1,59422	-1,66039	,00004	,99996	,00000
153	138,00	81,00	118,00	2,00	2,00	1,59061	-1,71149	,00003	,99997	,00000
154	142,00	86,00	126,00	2,00	2,00	1,78744	-1,71089	,00023	,99977	,00000
155	139,00	85,00	123,00	2,00	2,00	1,68772	-1,66362	,00009	,99991	,00000
156	133,00	82,00	116,00	2,00	2,00	1,47175	-1,58690	,00001	,99999	,00000
157	131,00	83,00	113,00	2,00	2,00	1,40664	-1,51194	,00001	,99999	,00000
158	138,00	82,00	114,00	2,00	2,00	1,55806	-1,66791	,00003	,99997	,00000
159	138,00	82,00	120,00	2,00	2,00	1,61695	-1,69882	,00004	,99996	,00000
160	133,00	82,00	117,00	2,00	2,00	1,48156	-1,59205	,00001	,99999	,00000
161	64,00	64,00	61,00	2,00	2,00	-,65092	-,45692	,00000	1,00000	,00000
162	82,00	70,00	77,00	2,00	2,00	-,07221	-,73024	,00000	1,00000	,00000
163	89,00	74,00	89,00	2,00	2,00	,22074	-,82802	,00000	1,00000	,00000
164	63,00	61,00	59,00	2,00	2,00	-,71187	-,49727	,00000	1,00000	,00000
165	59,00	57,00	58,00	2,00	2,00	-,83329	-,51096	,00000	1,00000	,00000
166	58,00	58,00	55,00	2,00	2,00	-,87721	-,45427	,00000	1,00000	,00000
167	58,00	62,00	57,00	2,00	2,00	-,83073	-,37268	,00000	1,00000	,00000
168	61,00	62,00	70,00	2,00	2,00	-,63957	-,49445	,00000	1,00000	,00000
169	60,00	61,00	61,00	2,00	2,00	-,75581	-,45279	,00000	1,00000	,00000
170	67,00	61,00	60,00	2,00	2,00	-,61730	-,57547	,00000	1,00000	,00000
171	57,00	59,00	55,00	2,00	2,00	-,89169	-,41303	,00000	1,00000	,00000
172	89,00	55,00	75,00	2,00	2,00	-,04419	-1,19237	,00000	1,00000	,00000
173	81,00	66,00	70,00	2,00	2,00	-,18895	-,76781	,00000	1,00000	,00000
174	83,00	66,00	72,00	2,00	2,00	-,12694	-,81464	,00000	1,00000	,00000
175	65,00	58,00	57,00	2,00	2,00	-,70926	-,59241	,00000	1,00000	,00000
176	61,00	56,00	57,00	2,00	2,00	-,80744	-,56531	,00000	1,00000	,00000
177	62,00	61,00	62,00	2,00	2,00	-,70361	-,49447	,00000	1,00000	,00000
178	60,00	61,00	52,00	2,00	2,00	-,84414	-,40642	,00000	1,00000	,00000
179	64,00	60,00	61,00	2,00	2,00	-,67776	-,54881	,00000	1,00000	,00000
180	72,00	71,00	76,00	2,00	2,00	-,28720	-,51949	,00000	1,00000	,00000
181	6,00	15,00	47,00	3,00	3,00	-2,34614	-,45124	,00000	,00507	,99493
182	16,00	13,00	35,00	3,00	3,00	-2,26546	-,61798	,00000	,00077	,99923
183	15,00	15,00	42,00	3,00	3,00	-2,20452	-,58984	,00000	,00055	,99945
184	15,00	14,00	44,00	3,00	3,00	-2,19160	-,62311	,00000	,00072	,99928

	bant7	bant4	bant3	küme	dis_1	dis1_1	dis2_1	dis1_2	dis2_2	dis3_2
185	13,00	15,00	42,00	3,00	3,00	-2,24690	-,55331	,00000	,00048	,99952
186	17,00	15,00	41,00	3,00	3,00	-2,17196	-,62121	,00000	,00091	,99909
187	15,00	12,00	41,00	3,00	3,00	-2,23447	-,65360	,00000	,00149	,99851
188	12,00	14,00	39,00	3,00	3,00	-2,30424	-,54257	,00000	,00056	,99944
189	14,00	13,00	43,00	3,00	3,00	-2,22932	-,62267	,00000	,00063	,99937
190	14,00	14,00	39,00	3,00	3,00	-2,26187	-,57909	,00000	,00042	,99958
191	14,00	15,00	40,00	3,00	3,00	-2,24534	-,56127	,00000	,00044	,99956
192	10,00	9,00	37,00	3,00	3,00	-2,39981	-,61060	,00000	,06666	,93334
193	14,00	15,00	41,00	3,00	3,00	-2,23553	-,56642	,00000	,00046	,99954
194	15,00	15,00	40,00	3,00	3,00	-2,22415	-,57953	,00000	,00046	,99954
195	14,00	14,00	44,00	3,00	3,00	-2,21279	-,60485	,00000	,00052	,99948
196	13,00	15,00	43,00	3,00	3,00	-2,23708	-,56846	,00000	,00049	,99951
197	13,00	15,00	41,00	3,00	3,00	-2,25671	-,54816	,00000	,00048	,99952
198	15,00	15,00	43,00	3,00	3,00	-2,19471	-,59499	,00000	,00062	,99938
199	17,00	17,00	44,00	3,00	3,00	-2,12909	-,59072	,00000	,00375	,99625
200	9,00	16,00	37,00	3,00	3,00	-2,37402	-,43153	,00000	,01294	,98706

**Ek 1.4.** Çalışma Alanının Kırka Ovası Genelleştirilmiş Stratigrafik Dikme Kesiti (Uğurluoğlu, 2005).

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	ORTALAMA KALINLIK (m)	KAYAÇ TÜRÜ	AÇIKLAMALAR	
SENOZOYİK	KUVATERNER	PLİYOSEN	FETİYE	SARIKAYA	20	Alüvyon	UYUMSUZLUK	
					100	Karasal ve gösel tuf kırıntıları içeren resedimante tuf-tüfit	UYUMSUZLUK	
	NEOJEN	ORTA-ÜST MIYOSEN	SARIKAYA	230	Kalın tabakalı, çört yumrulu/bantlı kireçtaşı	230	İnce tabakalı, yer yer çört yumrulu, dolomitik kireçtaşı	Laminasyonlu kilitaşı/marn-dolomit ardalanması
					Borat mercekli, biyotitli tuf arakatlı, laminalı dolomiti kilitaşı/marn		Laminasyonlu kilitaşı/marn-dolomit ardalanması	
					İnce tabakalı, yer yer çört yumrulu, dolomitik kireçtaşı			
		ALT MIYOSEN	KARAÖREN	200	Riyolitik bileşimli, kahverengi karasal tüfler ile beyaz-yeşil renkli, pomzalı, zeolitli, ince ve iri taneli gösel tüfler	200		
	MIYOSEN ÖNCESİ	TEMEL KAYAÇLAR					Temel Kireçtaşı (Fosilli kireçtaşı, Kristalize kireçtaşı)	
							Temel Metamorfiti (Şist, metakumtaşı)	

**Ek.2. UYDU VERİSİNİN ÇOK DEĞİŞKENLİ İSTATİSTİKSEL  
TEKNİKLERLE ÇÖZÜMLENMESİNDEN SONRA  
BU DOĞRULTUDA İŞLETME DIŞINDAN YAPILAN  
ARAZİ KONTROLÜNDE ÇALIŞMA ALANININ İÇİNDE  
BULUNAN MADENLERİN BOR MADENİ OLDUĞUNA  
DAİR RESMİ EVRAK**

ROM : ET1 BOR MADEN İŞLETMESİ FAKS NO. : 902226812202 KAS. 10 2004 14:58 S1

ETİ MADEN İŞLETMELERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ Sayfa No : 1/1  
KIRKA BOR İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ Yürürlük Tarihi : 01.02.2004  
PLANLAMA VE KOORDİNASYON MÜDÜRLÜĞÜ Revizyon Tarihi : 00.00.0000  
LABORATUAR AR-GE BAŞMÜHENDİSLİĞİ Revizyon No : 00  
Doküman No : LB.DN.05

ANALİZ RAPORU		Tarih : 09.11.2004
05.11.2003 tarihinde Etüt Kontrol Başmühendisiği'nden Servisimize gönderilen numunede yapılan analiz sonucu :		
<u>NUMUNE ADI</u>	<u>% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	
EM - 1	36,42	
EM - 2	0,77	
EM - 3	41,45	

Ihsan CAYIRDOĞLU  
Lab. AR-GE Başmüh.

## 7. KAYNAKLAR DİZİNİ

AY A., Şubat 1996,“Uzaktan Algılama Teknikleriyle Ürün Alanlarının Tahmininde Battese-Fuller Kestiricilerinin İncelenmesi ve Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi-, S:2-15

AYHAN E., KARSLI F. TUNÇ E., 2003. Uzaktan Algılanmış Görüntülerde Sınıflama ve Analiz. Hrt.GN.K.lığı,Harita Dergisi Sayı:130,S:32-38

BAYRAM B. “İstanbul Örneğinde Uydu Görüntülerinin Coğrafi Bilgi Sistemi İle Bütünleştirilmesi”, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, 25 Eylül 1998, İstanbul, S:5-6

BİLGE F., Eylül 1997 , “Porsuk Baraj Gölü Su Kalitesi İzleme Çalışmalarında Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanılması”, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, S:38-39

ÇAKMAK Z. 1986. Çoklu Ayırma ve Sınıflandırma Analizi-Eğitimde Öğrencilerin Meslek Seçiminde Uygulanması, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, Doktora Tezi, S:9-16

ÇÖMLEKÇİ N., 1994, Temel İstatistik, Eskişehir. 2. Basım, S:14-44

D.A.LANGREBE., 1978, “In Swain and Davis”

“Erdas Field Guide™”, 2002, Sixth edition, Atlanta Georgia, USA, p:233

“Erdas Field Guide”, July 1990 , Versiyon 7.4 ,S:156

HALLIDAY, D., RESNICK, R. “Fundamental of Phycis” USA, 1981., p:660-661

İNAL C., ERDİ A., YILDIZ F., 2002 Eylül. Topografya-Ölçme bilgisi .İstanbul. 3.

Baskı, 2-3

KÜÇÜKA G.F. 1985. Lansat Uydusu Aracılığı ile Elde Edilen Görüntülerin

Sınıflandırılmaları ve Bunlara ilişkin Bilgisayar Programlarının Hazırlanması,

Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir/Bornova, Yüksek Lisans Tezi,

S:11-13

MAKTAV, D., SUNAR F. (Çevirenler), SWAIN, P.H., DAVIS S.M. (Ed.) ,1991,

“Uzaktan Algılama-Kantitatif Yaklaşım” , İstanbul, Hürriyet Ofset A.Ş.,

NAKİP M. 2003. Pazarlama Araştırması Teknikler ve (SPSS destekli) Uygulamalar,

Ankara, S:462, 480

ONACAK T. 1990. Borlu Atıksuların Kırka/(Eskişehir) Yöresi Yüzey Sularının

Etkileri, Hacettepe Üniversite Jeoloji Mühendisliği, Ankara, S:56

ÖZMEN A., TÜRKYILMAZ S. 2000. Hasta Gruplarının Belirlenmesi ve Hastalık

Teşhisinde Ayırma Analizi Uygulaması, Eskişehir, İktisadi ve İdari Bilimler

Dergisi, Cilt 16, Sayı 1-2, S:561-593

NAKİP M. 2003. Pazarlama Araştırması Teknikler ve (SPSS destekli) Uygulamalar,

Ankara, S:462, 480

SONGU C., 1995. Ölçme Bilgisi. Ankara., S:7

TUBİTAK BİLİM VE TEKNİK DERGİSİ, 2002 Mayıs ,

[www.biltektubitak.gov.tr/merak\\_ettikleriniz/S:414-438.pdf](http://www.biltektubitak.gov.tr/merak_ettikleriniz/S:414-438.pdf)

**KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)**

- UĞURLUOĞLU D. 2004. Kırka Borat Yataklarının Bölgedeki Yüzey ve Yer altı sularının Bor içeriğine Etkileri ve Zamansal Değişimin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği, Eskişehir, S:75,81,114
- YOMRALIOĞLU T., 2002. Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar. Trabzon. 2. Baskı , 48-58