

İKONOS, ASTER VE LANDSAT UYDU VERİLERİNİN MANYEZİT ARAŞTIRMALARINDA KARŞILAŞTIRILMASI: MİHALIÇCIK-ESKİŞEHİR-TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Doğan AYDAL ve İpek USLU (TAŞDELEN)

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Beşevler, ANKARA
aydal@eng.ankara.edu.tr

ÖZET: Bu çalışmanın amacı, çeşitli sınıflama ve filtreleme teknikleri kullanarak, Ikonos, Aster ve Landsat 7 ETM+ uydu verilerinin manyezit aramacılığında karşılaştırılmalarını sağlamaktır. Bu uydu verileri üzerinde yapılan bütün sınıflama ve filtreleme çalışmaları sonrasında, "Isodata, K means, Adaptive and Fuzzy C means" tipi yönlendirilmemiş sınıflamaların ve "Edge detection" tipi filtrelemenin manyezitce zengin bölgelerin tanımlanmasında en uygun metodlar olduğu görülmüştür. Bütün çalışmalar Arc GIS 9.0 ve TNT Mips 6.4 ortamında yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar saha çalışmaları ile denetlenmiş ve numunelerin GPS ile elde edilen koordinatları kullanılarak yapılan yönlendirilmiş sınıflama da, yapılan çalışmaların doğruluğunu bir kez daha göstermiştir. Çözünürlüğünün yüksek olması sebebiyle, Ikonos uydu verilerinden elde edilen sonuçların manyezit alanlarının bulunmasında çok etken olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Ikonos, Aster, Landsat 7 ETM+, sınıflama, filtreleme

ABSTRACT: The aim of the study is to compare the Ikonos, Aster and Landsat 7 ETM+ data on magnesite research by applying all kind of classifications and filtering techniques. All processes were performed in Arc GIS 8.2 and TNT Mips 6.4 GIS-RS environment. As a results of the all processes performed in these satellite images, " Isodata,K means, Adaptive and Fuzzy C means" unsupervised classifications and "Edge detection" filtering technique were found most helpful for determination of the magnesite rich areas. All results were checked by ground truth and final supervised classifications were made according to GPS data of the samples. In addition to that the Ikonos satellite image is found more capable for detecting magnesite rich areas because of its high resolution.

Key Words: Ikonos, Aster, Landsat, classification, filtering

GİRİŞ

Çalışma alanı, Eskişehir Mihaliçcik ilçesi güneydoğu kısımlarını kapsamaktadır. Paleozoik ve Senozoik yaşlı tortul kayalar ve Mesozoik yaşlı magmatik kayalar bulunmaktadır. Paleozoik, Alt Paleozoik'e ait kristalin şistler ve Permokarbonifer yaşlı metamorfik mermerlerle temsil edilmektedir. Bunları Üst Kretase yaşlı ofiyolitik seri kesmektedir. En üstte diskordan olarak Neojen yaşlı kumtaşı, marn ve killi kumlar bulunmaktadır (Baştanoğlu, 1974). Çalışmalar esnasında hazırlanan petrografik ve jeokimyasal çalışmaların detayları, uydu çalışmalarındaki

özü kaybetmemek için, bu çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur.

Uydu verileri kullanılarak maden veya endüstri hammaddesi aramaya yönelik birçok çalışma mevcuttur. Özellikle alterasyon alanlarını araştırmaya yönelik en önemli çalışmalar, Singh ve Harrison (1985), Crosta ve Moore (1989), Loughlin (1991) çalışmalarıdır. Maden araştırmalarına yönelik çeşitli çalışmalar da vardır (Kaufman, 1988, Abrams ve diğ.,1983 ve 1977; Harris, 1998; Missalati ve diğ., 1979). Uydu verilerindeki sınıflandırma işlemleri ile ilgili olarak da birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan önemlileri, Tomas (1980), Campbell (1981), Congalton ve diğ., (1983),

Gurney ve Townsend (1983), Vaidyanathan ve Nguyen (1987), Gong ve Howarth (1990), Howarth ve diğ. (1995), Friedl ve Brodley (1997), Sarkar ve diğ. (2002), Walter (2004) ve Wilkinson (2005) çalışmalarıdır. Uydu verilerinde filtre tekniklerinin uygulanması ile ilgili olarak da, Daugman, (1985), Bovik ve diğ. (1990) ve Ramoser ve diğ., (2000) çalışmaları bilinen örneklerdir.

Çalışma esnasında üç farklı uydu verisi kullanılmıştır. Her uydu verisi ile çalışılan alanlar farklı büyüklükteki alanlar olarak gerçekleşmiştir. Genel çalışmalar için uydu verileri daha küçük boyutlarda kesilerek işlemler yapılmıştır. Landsat (105 km²), Aster (75 km²) ve Ikonos (100 km²) uydu verileri kullanılmış, uydu verilerinin karşılaştırılması için seçilen özel sahada, her uydudan yaklaşık 2 km² boyutunda yeni görüntüler kesilerek işlemler yapılmıştır.

ÇALIŞILAN BÖLGENİN GENEL JEOLJİSİ

Bölgenin genel jeolojisi ve maden jeolojisine yönelik olarak yapılan bir çok çalışma mevcuttur (Karaaslan, 1978; Şentürk ve Karaköse, 1979; Boyalı, 1984; Gözler ve diğ., 1985; Arıkal ve diğ., 1986; Asutay ve diğ., 1989; Kibici ve diğ., 1994). Eskişehir havzası, iki Variskan kıvrım kuşağı ile karakterize edilmektedir. Bunlardan ilki, Eskişehir'den Mihaliççık'ın doğusuna kadar uzanan ve yaklaşık doğu-batı yönlü Variskan yayı, diğeri ise, yaklaşık ESE – WNW yönlü Eskişehir - Kaymaz – Sivrihisar Variskan yayıdır. Bu yaylar, Oligosen – Neojen ve alüvyon tortulları ile doldurulan basenlerle ayrılmışlardır. İkinci derecede ise, Üst Jura – Alt Kretase ve Eosen tortulları Variskan kuşakları boyunca mostra vermektedirler. Alt Paleozoik'te yaklaşık olarak doğu – batı doğrultusundaki jeosenkinal Paleozoik öncesi detritik malzeme ile doldurulmuştur. Metamorfizmaya uğrayan bu en alttaki Paleozoik şistler arasında, grovak, arkoz, kalker ile ara tabakalı kumtaşları yer alır. Denizaltı mafik lavları serilerin içine ara katkı olarak girmişlerdir.

Mihaliççık bölgesinde peridotit kütlesi yaklaşık doğu-batı doğrultuludur. Ultramafik ve mafik kayaçların yerleşme zamanlarını belirlemek zordur. Tortullar, lav akıntıları ve onların piroklastikleri bölgesel metamorfizmaya

uğramışlardır. Üst Paleozoik'te kalkerlerin tortullaşmasından sonra saha yükselmiş ve erozyona uğramıştır. Permokarbonifer yaşlı mermer ve radyolaritler metamorfik kompleksin üzerinde diskordan konumundadır.

Üst Jura transgresyonu kireçtaşı fasiyesinde olup, Alt Kretase kireçtaşı ve klastik tortulları ve Paleosen malzemeleri çökelmişlerdir. Paleosen esnasında sedimanlar güneye doğru bindirmişler ve Alt Tersiyer üzerine Mesozoik formasyonları gelmiştir. Variskan Kuşakları içinde Alpin orojenezi ve kenarlar boyunca yersel bindirmeler gözlenmektedir. Oligosen karasal fasiyesinde olup, kireçli-marnlı fasiyesteki Üst Neojen malzemeleri faylar tarafından sınırlandırılan havzalarda konsantredir. Sahadaki taze ve silisleşmiş serpantinler, piroksenli peridotit ve dunitler üzerine Pliyosen yaşlı marn – kalker – jips ve kumtaşları gelmektedir. Neojenin sonunda bazaltlar fay zonları boyunca püskürmüşler ve Neojenden sonra tekrar erozyon hakim olmuştur (Baştanoğlu, 1974).

Çalışılan alanda, bazı kayaçların şiddetli hidrotermal alterasyona uğramaları kesit alınmasını zorlaştırmış, bu kayaçlarda da, makro özelliklerinden faydalanılarak tanımlamalar yapılmıştır. Bu incelemelerin ışığı altında bölgedeki ultramafik kayaçların genelde verlit, harzburjit olduğu, küçük kromit cep ve mercleklerinin çevresinin de ince dunit zarfları tarafından çevrelendiği gözlenmiştir. Verlit ve harzburjit gibi peridotitik kayaçları yer yer kesen piroksenit damarlarına Yarıkcı köyüne doğru uzanan üç büyük derede; Kocadere, Hamamdere ve Yayladere'de rastlanmıştır.

Bütün ultramafik kayaçların serpantinleştiği ve hatta yer yer listvenitleştiği görülmektedir. Mafik kayaçlar, gabro ve diyabaz kayaçları olarak gözlenmiştir. Gabroların mafik minerallerce çok zengin olmaları sebebiyle melagabro olarak adlandırılmışlardır. Bölgeyi etkileyen hidrotermal alterasyonun izleri özellikle bu çalışmanın gerçekleştirildiği alanda gözlenmektedir. Esasında manyezitlerin oluşumuna sebep olan olay da, bu hidrotermal yikanmadır. Bölgedeki bütün önemli tepelerin (Dikmen, Kaklık, Pınar, Göçük) üzeri hidrotermal liçing sonrası oluşan silika kapak ile örtülüdür. Adı geçen bölgelerdeki genel kesit,

üst kotlardan aşağıya doğru silika kapak, demiroksit zenginleşmesi, jel manyezit oluşumu, ağsal manyezitlerde içeren alterasyona uğramış serpantinitle ve taze serpantinitle olarak çok net olarak gözlenmektedir. Alt kotlara doğru nikel zenginleşmeleri de belirlenmiştir. Ancak, konuyu dağıtmamak için, bölgedeki nikel zenginleşmeleri ve kromit yataklarından da bu çalışma içinde bahsedilmeyecektir.

MATERYAL VE METOD

Eskişehir Mihaliççık bölgesine ait Landsat 7 ETM+ (04.07.2000 tarihli), Aster (04.10.2003 tarihli), ve Ikonos (09.09.2005 tarihli) uydu verileri temin edilmiş ve özellikle manyezitli bölgelerin yerini ayırt etmek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Değişik bantların kombinasyonu ile elde edilen RGB kompozit çalışmaları, sınıflandırma, filtreleme çalışmaları yapılarak, bölge ile ilgili anlamlı sonuçlar çıkarılmağa çalışılmıştır.

Landsat 7 ETM+ bandları üzerinde (6. Band olan Termal Band hariç) Adaptive, Fuzzy C Means, Isodata, K Means yönlendirilmemiş sınıflandırmaları yapılmıştır. Bu sınıflandırmalar arasında en iyi sonuçları Fuzzy C Means sınıflandırması ve Isodata sınıflandırması vermiştir. K Means ve Adaptive sınıflandırmaları da iyi sonuç vermekle beraber, birbirleri ile yaklaşık aynı sonucu vermişlerdir. Sınıflama sonucu elde edilen görüntüler ve manyezit harici bölgelerin temizlenmesi ile elde edilen görüntüler yan yana sunulmuşlardır (Şekil 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, ve 10).

Asterde de yapılan Adaptive, Fuzzy C Means, Isodata, K Means yönlendirilmemiş sınıflandırmaları sonucunda en iyi görüntülerden birini Isodata sınıflandırması vermektedir. Bu sınıflama ile manyezit alanlarının sınırları çok net gözlenmektedir. Bununla birlikte Fuzzy C means sınıflandırmasında, manyezit alanlarının belirlenmesinde nokta vuruşu yapacak kadar net görüntüler elde edilmektedir. Adaptive ve K Means sınıflandırmaları Landsat sınıflandırmasında olduğu gibi hem iyi, hem de birbirleriyle yakın görüntüler vermektedirler. Sınıflama sonucu elde edilen görüntüler ve manyezit harici bölgelerin temizlenmesi ile elde

edilen görüntüler yan yana sunulmuşlardır (Şekil 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 ve 19).

Ikonos uydu görüntüleri kullanılarak yapılan, Adaptive, Fuzzy C Means, Isodata, K Means yönlendirilmemiş sınıflandırmaları sonucunda elde edilen görüntüler, daha net ve iyi sonuçlar vermektedir. Bunun sebebi, Ikonos'ta çözünürlüğün çok daha yüksek olmasıdır. Burada en iyi görüntülerden birini, yine Isodata sınıflandırması vermektedir. Bu sınıflama ile manyezit bulunabilecek alanların sınırları kolaylıkla belirlenebilmektedir. Adaptive ve Fuzzy C Means sınıflandırmaları ise, yaklaşık aynı görüntüyü vermekte ve manyezit alanlarını belirleme de kolaylık sağlamaktadırlar. K Means sınıflandırmasında ise, manyezit alanları daha az görülse de, bu alanların manyezit alanlarını net olarak gösterdiği belirlenmiştir. Sınıflama sonucu elde edilen görüntüler ve manyezit harici bölgelerin temizlenmesi ile elde edilen görüntüler yan yana sunulmuşlardır (Şekil 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 ve 28).

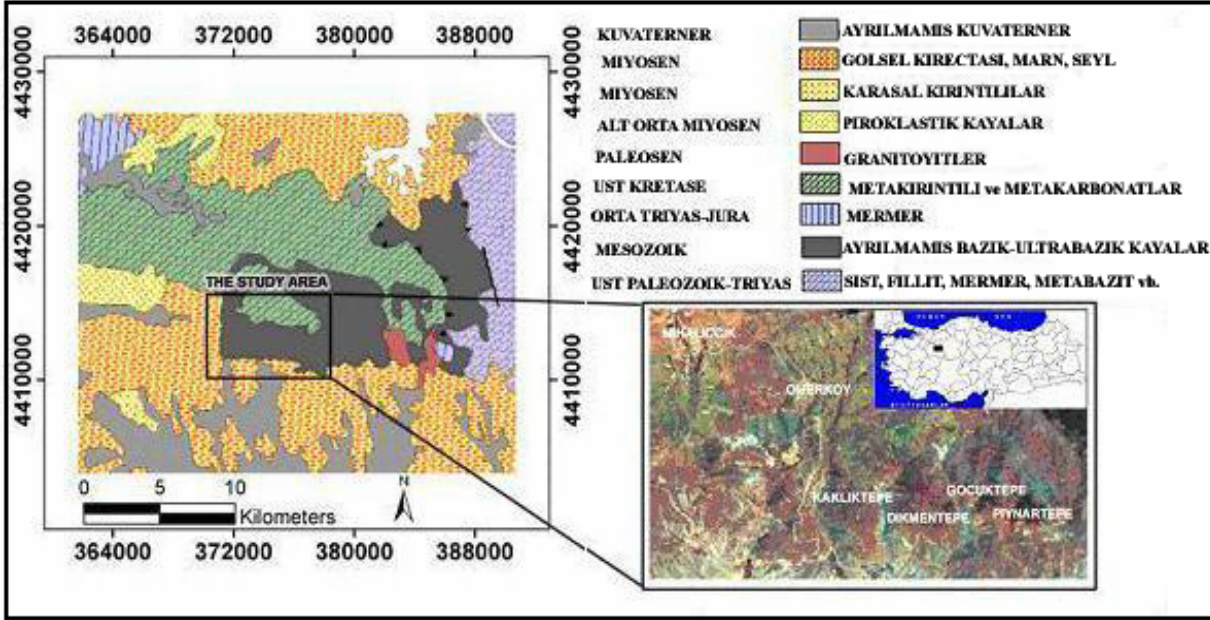
Ikonos uydu verisi ile yapılan birçok kontrollü sınıflandırma sonucunda, en iyi görüntüyü Maximum Likelihood sınıflandırmasının yaptığına karar verilmiş ve görüntü üzerinde farklı birimler net bir şekilde gözlenmiştir (Şekil,29).

Lejantta da belirtildiği gibi kahve tonundaki renkler silika kapakları, koyu yeşil renk serpantinitle, eflatun tonundakiler altere serpantinitle gösterirken, turkuaz ve mavi tonundaki renkler ise manyezitleri göstermektedir.

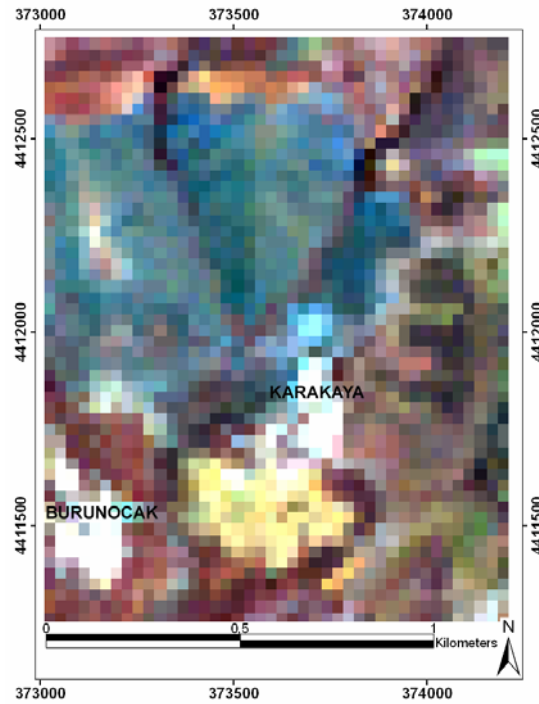
Çalışılan bölgede aynı zamanda filtreleme çalışması da yapılmıştır. Filtreleme ile, görüntüdeki çizgisellikler ön plana çıkartılırken, bir yandan da görüntü kirliliklerini ortadan kaldırılmaktadır. Bu düşünceden yola çıkarak çalışma alanına çeşitli filtreleme teknikleri uygulanmış ve iyi sonuç veren RGB 123, 321, 432, 531 ve 742 kompozitleri seçilmiştir. Landsat 7 ETM+ bandları üzerinde (6. Band: Termal Band hariç) uygulanan tüm filtreleme tekniklerinden sonra, en iyi istenen sonucu veren tekniğin Edge Detection filtreleme tekniği olduğuna karar verilmiş ve bu filtreleme tekniği seçilen RGB kompozitleri üzerinde uygulanmıştır. Farklı RGB kompozitleri eşliğinde bölgede bulunan

silika kapaklar ve bu silika kapaklar altında bulunan manyezitli alanlar da belirlenmiştir. Landsat, RGB 123, 321, 432 742 ve RGB 531 Edge

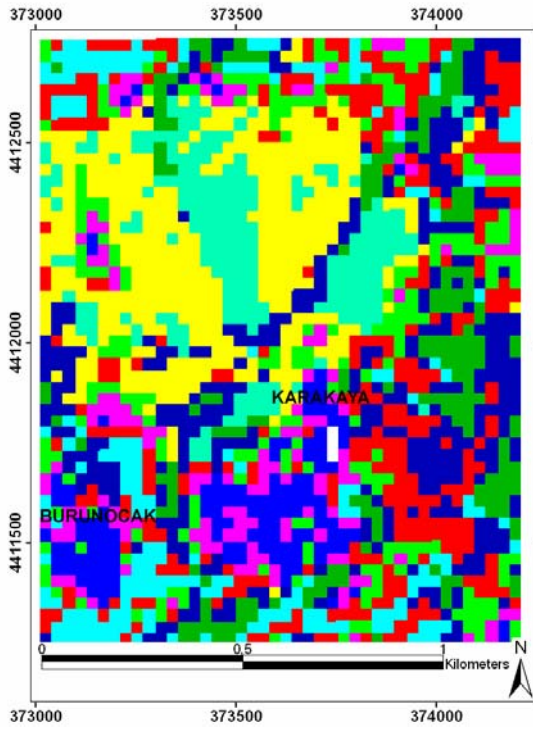
Detection-sınır belirleme tipi sınıflama RGB kompozit olarak şekillerde gösterilmiştir (Şekil 30, 31, 32, 33 ve 34).



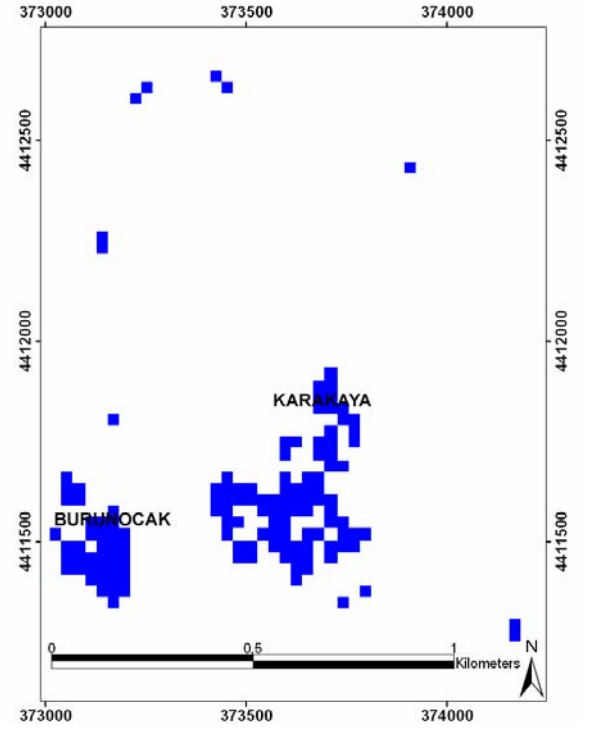
Şekil 1. Bölgenin yer bulduru ve 1/500.000 ölçekli basitleştirilmiş jeoloji haritası ve Landsat 531 kompozitindeki görünümü (MTA, 2001).



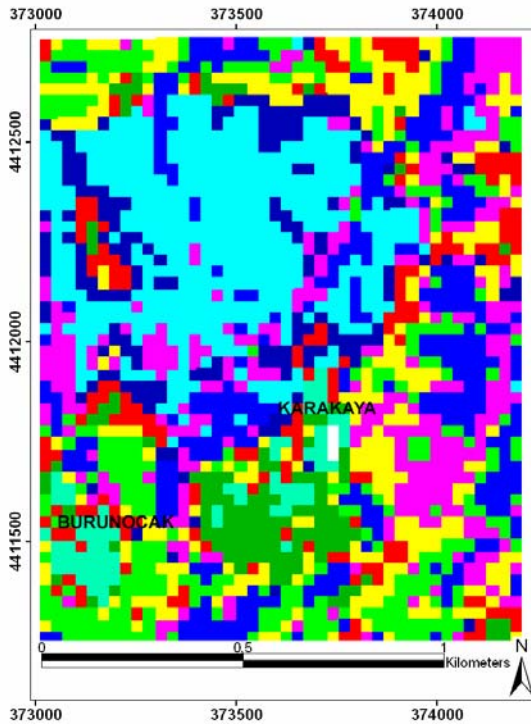
Şekil 2. Çalışılan alanın Landsat RGB 531 kompoziti.



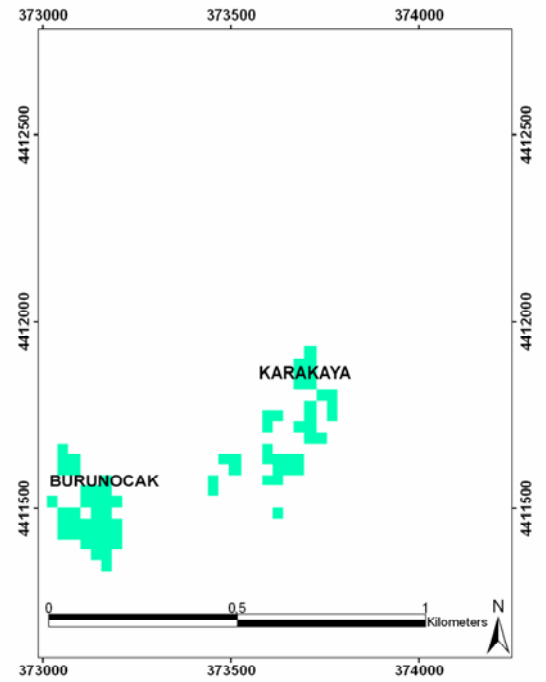
Şekil 3. Çalışılan alanda Landsat uydu verisinde FC Means Sınıflaması ile elde edilen görüntü.



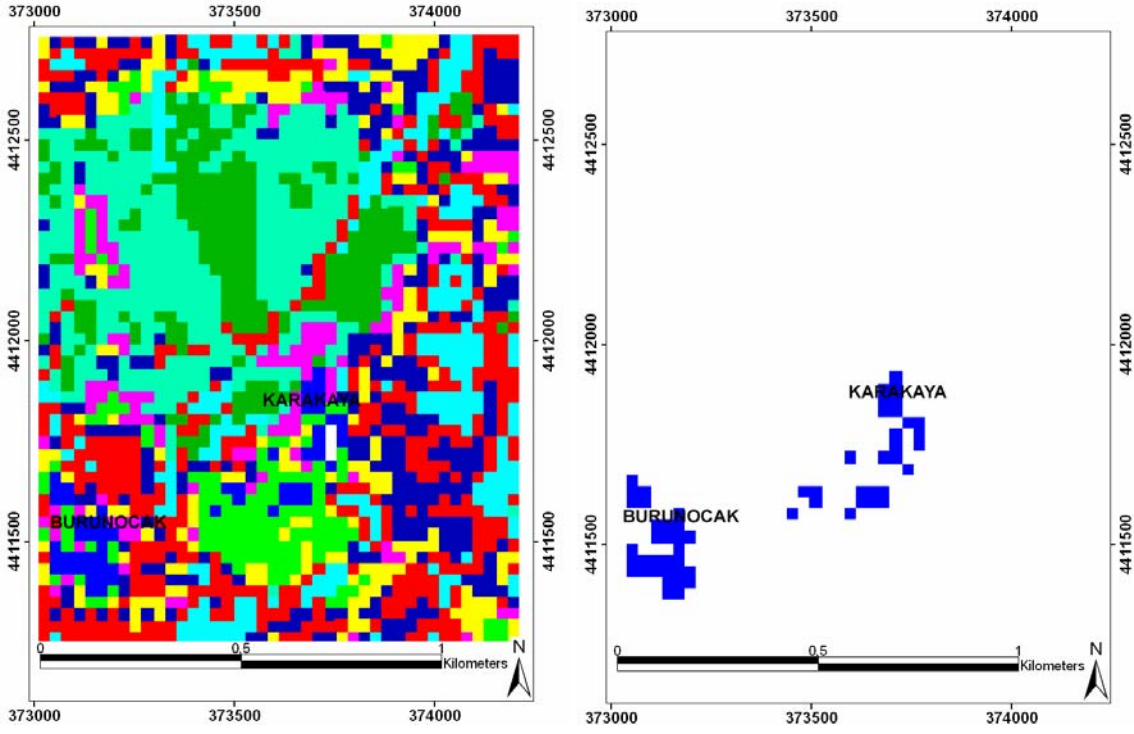
Şekil 4. Landsat uydu verisinde FC Means Sınıflaması ile belirlenen ve manyeziti gösteren piksellerin konumları.



Şekil 5. Çalışılan alanda Landsat uydu verisinde Isodata Sınıflaması ile elde edilen görüntü.

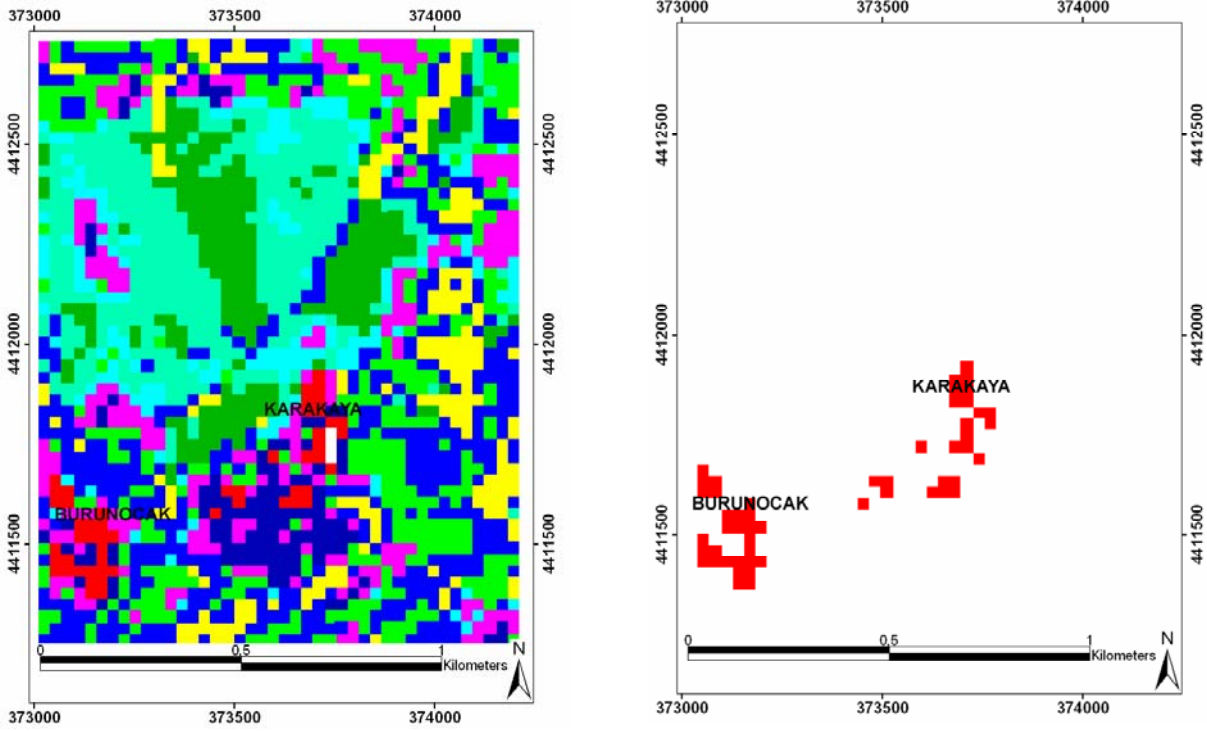


Şekil 6. Landsat uydu verisinde Isodata Sınıflaması ile belirlenen ve manyeziti gösteren piksellerin konumları.



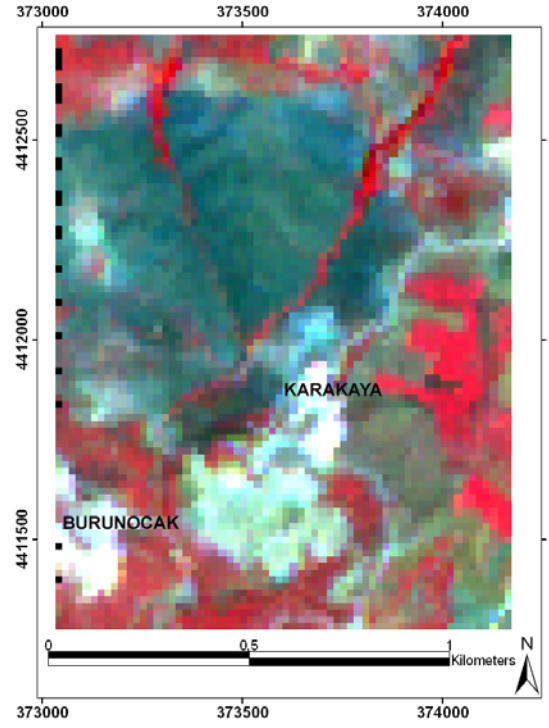
Şekil 7. Çalışılan alanda Landsat uydu verisinde K Means Sınıflaması ile elde edilen görüntü.

Şekil 8. Landsat uydu verisinde K Means Sınıflaması ile belirlenen ve manyeziti gösteren piksellerin konumları.

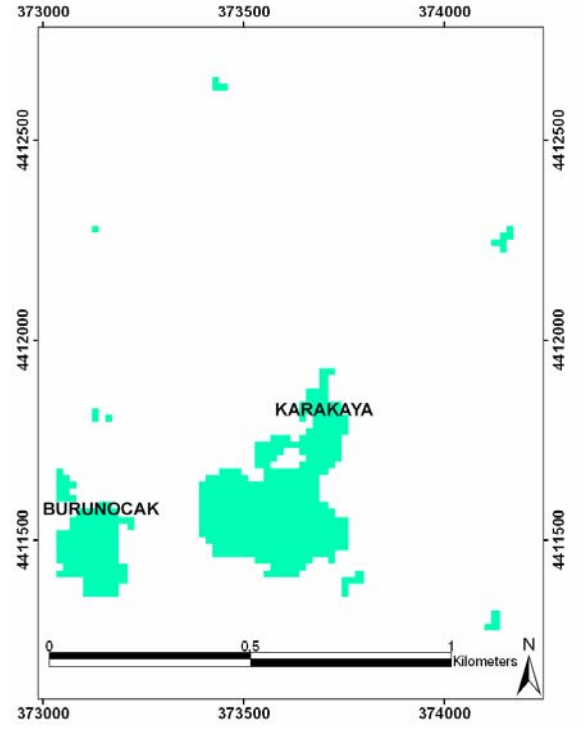
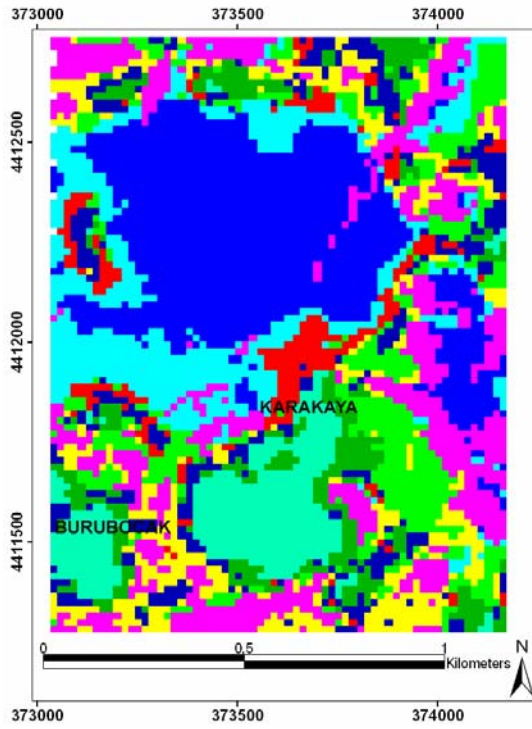


Şekil 9. Çalışılan alanda Landsat uydu verisinde Adaptive Sınıflaması ile elde edilen görüntü.

Şekil 10. Landsat uydu verisinde Adaptive Sınıflaması ile belirlenen ve manyeziti gösteren piksellerin konumları

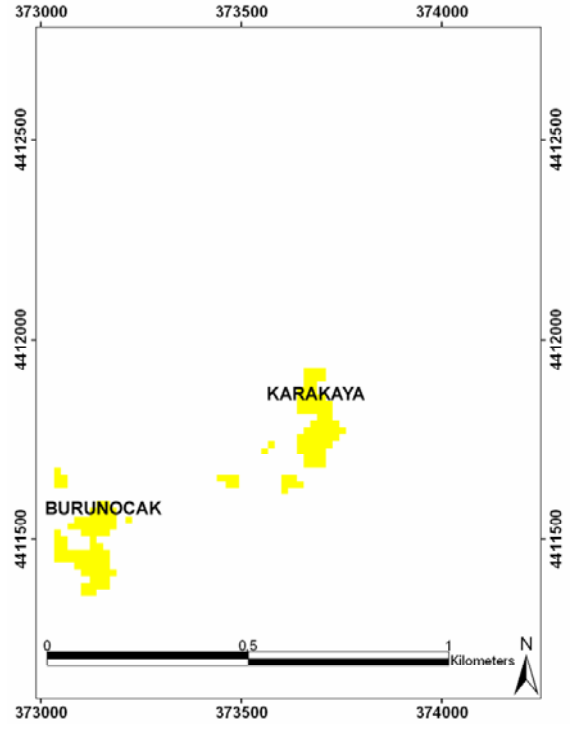
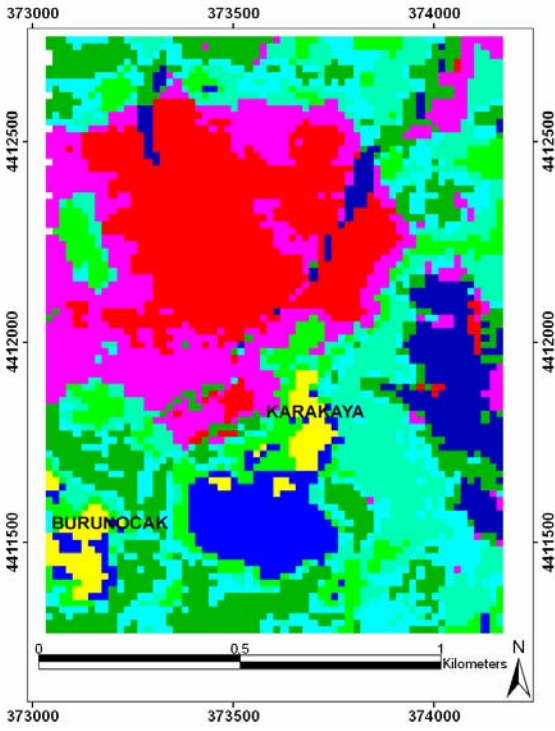


Şekil 11. Çalışılan alanın Aster RGB 321 görüntüsü.



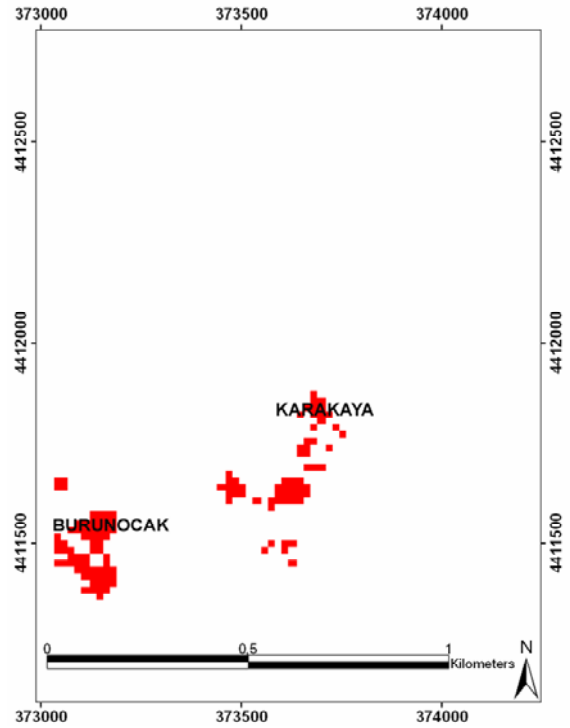
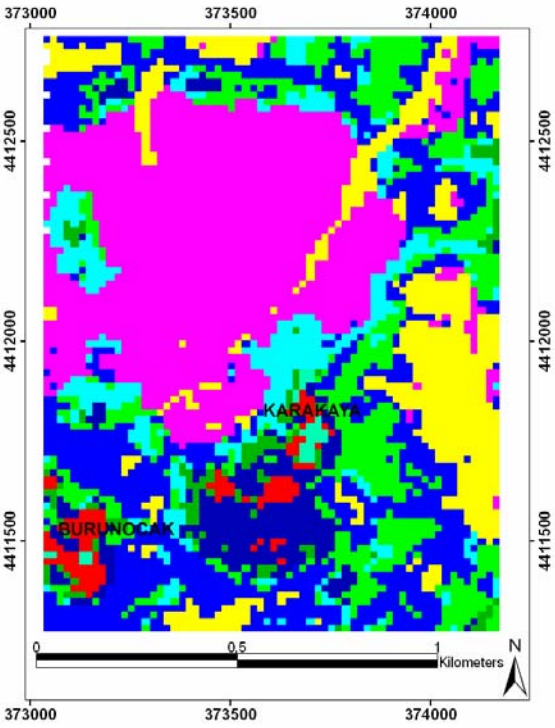
Şekil 12. Çalışılan alanda Aster uydu verisinde Isodata Sınıflaması ile elde edilen görüntü.

Şekil 13. Aster uydu verisinde Isodata Sınıflaması ile belirlenen ve manyeziti gösteren piksellerin konumları.



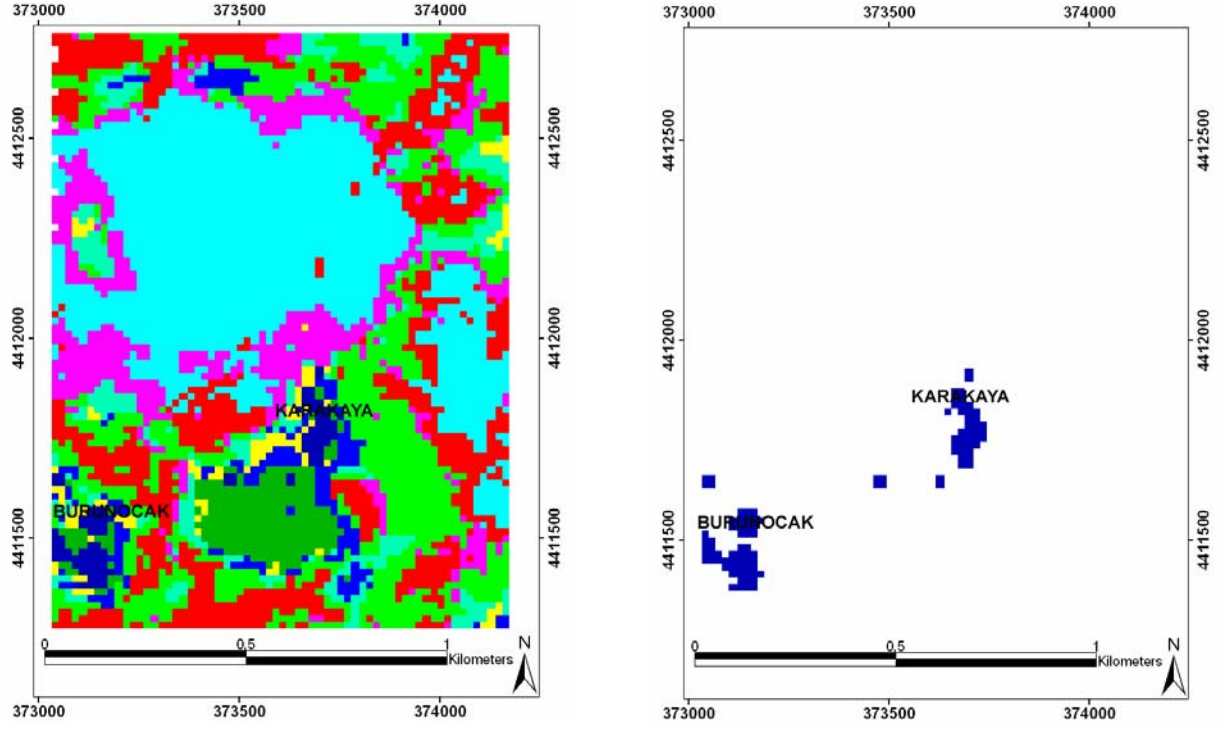
Şekil 14. Çalışılan alanda Aster uydu verisinde FC Means Sınıflaması ile elde edilen görüntü.

Şekil 15. Aster uydu verisinde FC Means Sınıflaması ile belirlenen ve manyeziti gösteren piksellerin konumları.



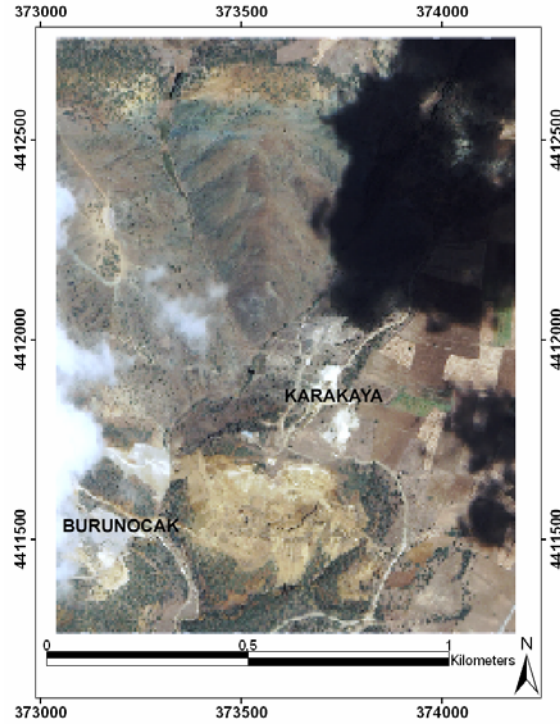
Şekil 16. Çalışılan alanda Aster uydu verisinde Adaptive Sınıflaması ile elde edilen görüntü .

Şekil 17. Aster uydu verisinde Adaptive Sınıflaması ile belirlenen ve manyeziti gösteren piksellerin konumları.

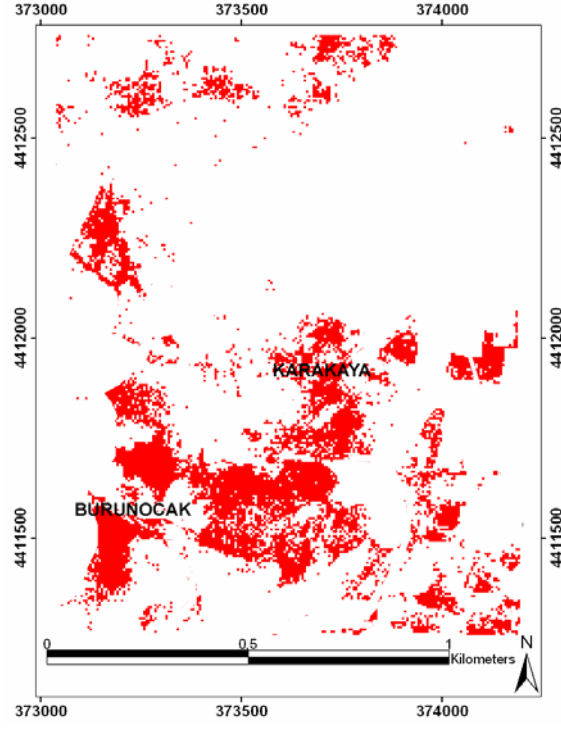
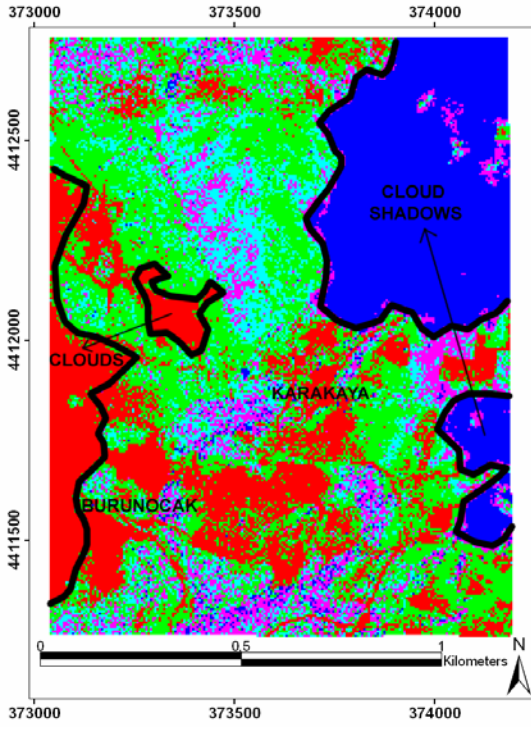


Şekil 18. Çalışılan alanda Aster uydu verisinde K Means Sınıflaması ile elde edilen görüntü .

Şekil 19. Aster uydu verisinde K Means Sınıflaması ile belirlenen ve manyeziti gösteren piksellerin konumları.

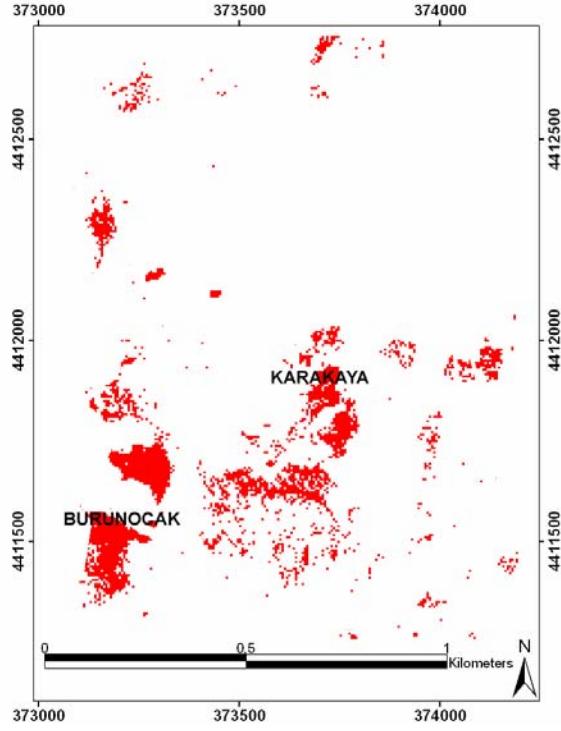
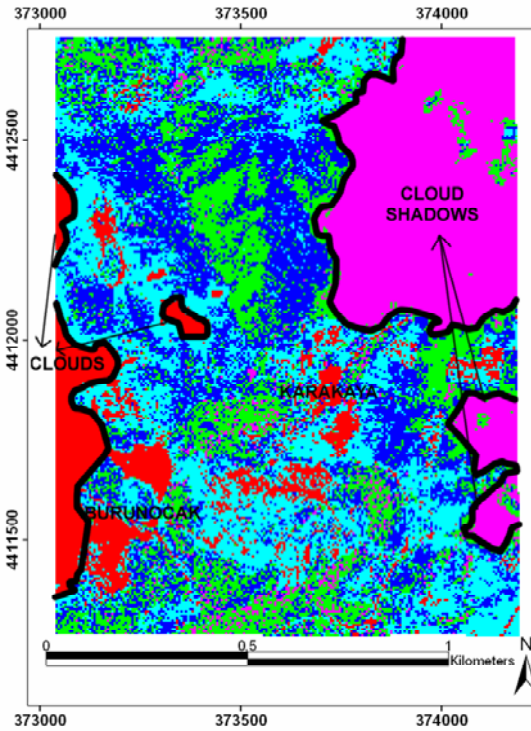


Şekil 20. Çalışılan alanın İkonos RGB123 görüntüsü-kompoziti.



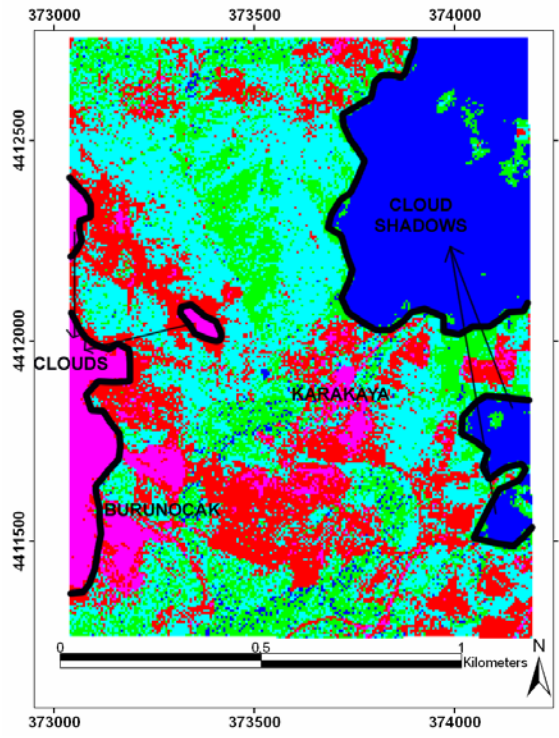
Şekil 21. Çalışılan alanda İkonos uydu verisinde Isodata Sınıflaması ile elde edilen görüntü .

Şekil 22. İkonos uydu verisinde Isodata Sınıflaması ile belirlenen ve manyeziti gösteren piksellerin konumları

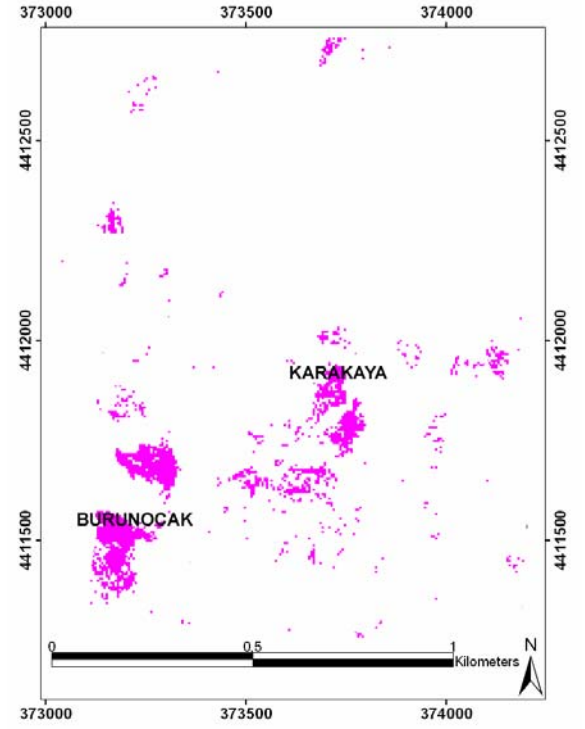


Şekil 23. Çalışılan alanda İkonos uydu verisinde Adaptive Sınıflaması ile elde edilen görüntü.

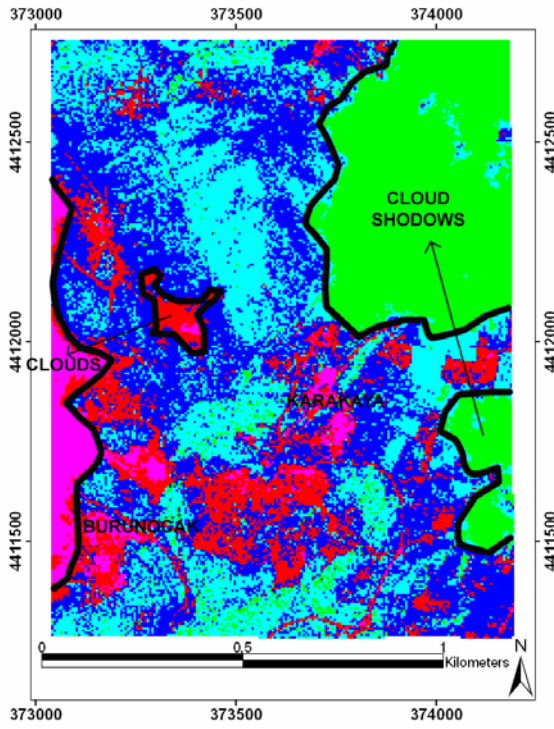
Şekil 24. İkonos uydu verisinde Adaptive Sınıflaması ile belirlenen ve manyeziti gösteren piksellerin konumları.



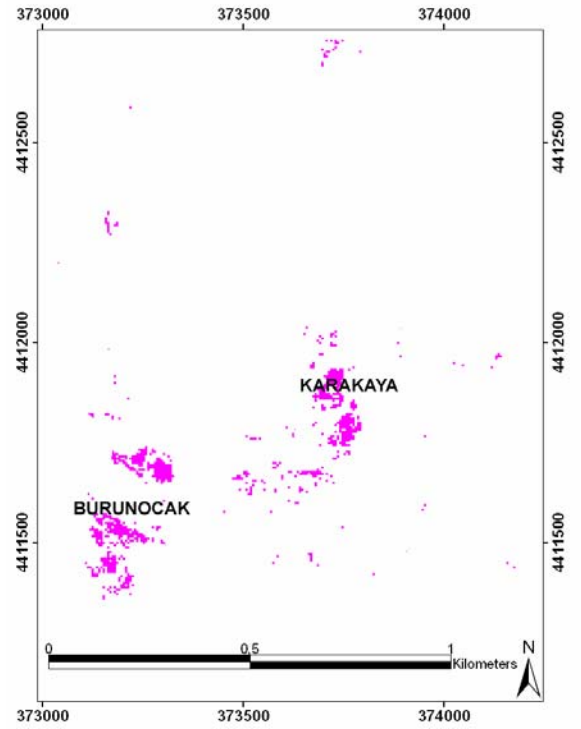
Şekil 25. Çalışılan alanda İkonos uydu verisinde FC Means Sınıflaması ile elde edilen görüntü .



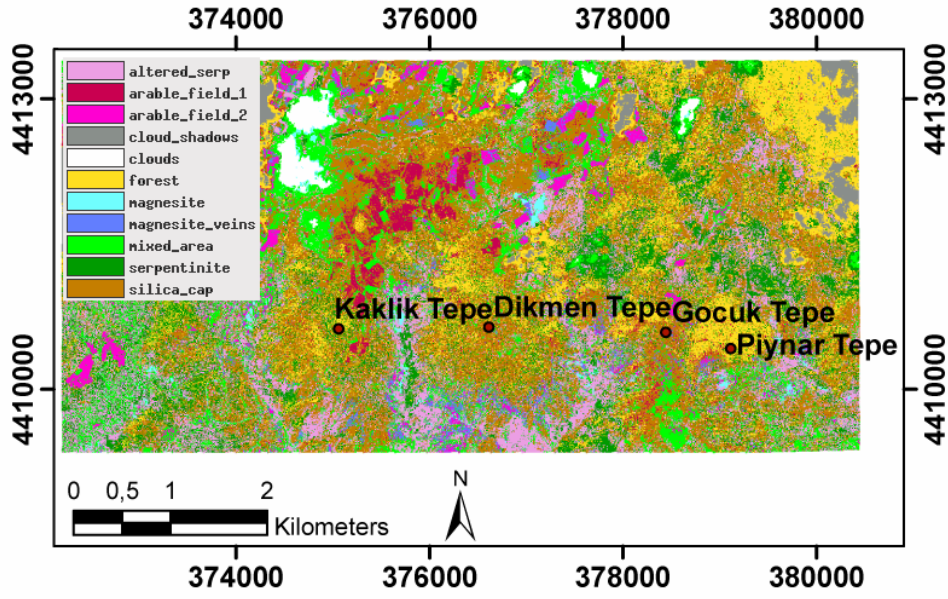
Şekil 26. İkonos uydu verisinde FC Means Sınıflaması ile belirlenen ve manyeziti gösteren piksellerin konumları.



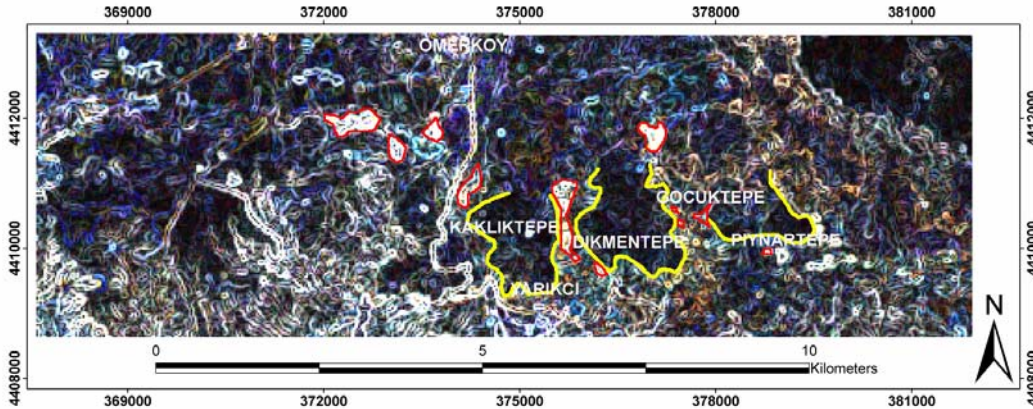
Şekil 27. Çalışılan alanda İkonos uydu verisinde K Means Sınıflaması ile elde edilen görüntü.



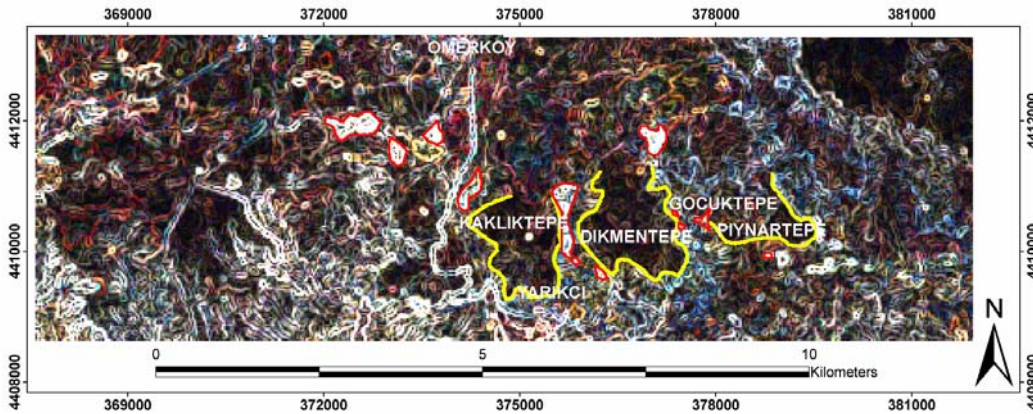
Şekil 28. İkonos uydu verisinde K Means Sınıflaması ile belirlenen ve manyeziti gösteren piksellerin konumları.



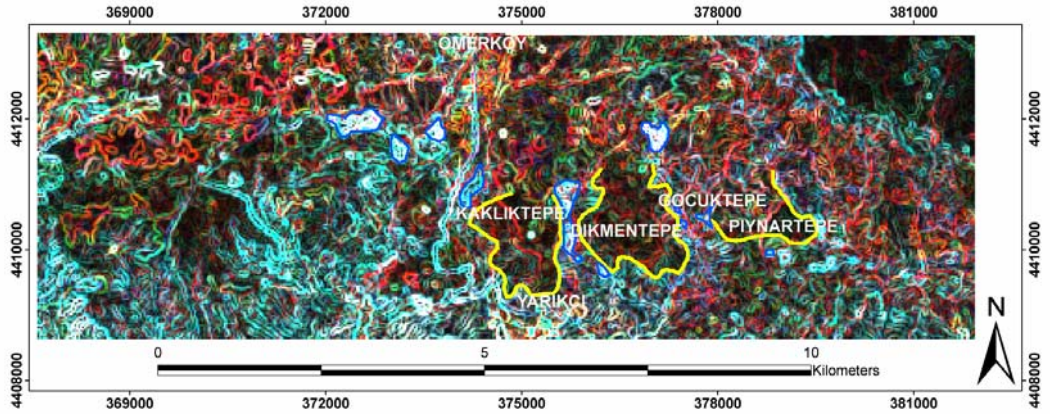
Şekil 29. İkonos genel görüntüsünden üretilen Maximum Likelihood sınıflandırma.



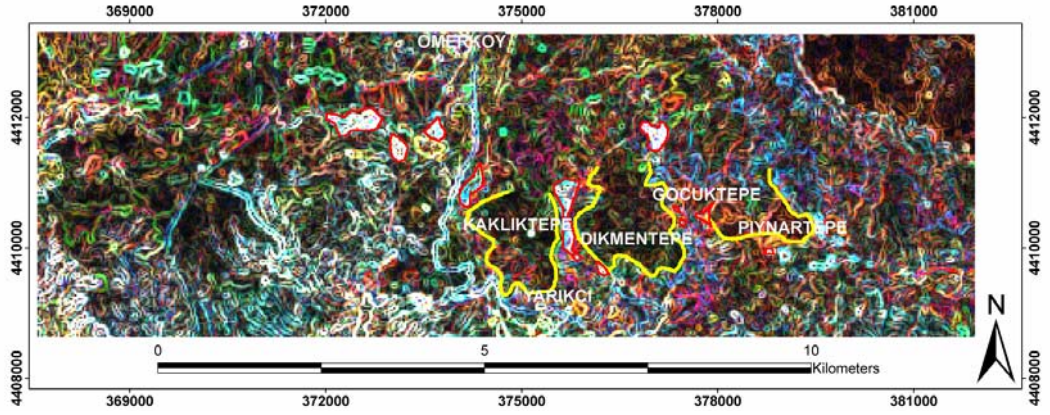
Şekil 30. Landsat RGB 123 görüntüsü kullanılarak elde edilen Edge Detection-kenar belirleme filtreleme görüntüsü. Sarı çizgi ile sınırlanmış alanlar silika'ca zengin silika kapakları, kırmızı çizgi ile çevrelenmiş alanlar manyezitce zengin alanları göstermektedir.



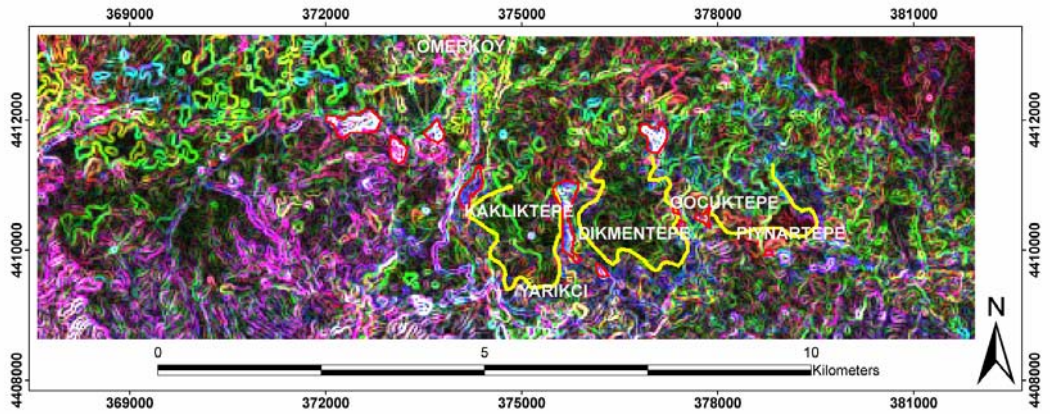
Şekil 31. Landsat RGB 321 görüntüsü kullanılarak elde edilen Edge Detection-kenar belirleme filtreleme görüntüsü. Sarı çizgi ile sınırlanmış alanlar silika'ca zengin silika kapakları, kırmızı çizgi ile çevrelenmiş alanlar manyezitce zengin alanları göstermektedir.



Şekil 32. Landsat RGB 432 görüntüsü kullanılarak elde edilen Edge Detection-kenar belirleme filtreleme görüntüsü. Sarı çizgi ile sınırlanmış alanlar silika'ca zengin silika kapakları, mavi çizgi ile çevrelenmiş beyaz alanlar manyezitce zengin alanları göstermektedir.



Şekil 33. Landsat RGB 531 görüntüsü kullanılarak elde edilen Edge Detection-kenar belirleme filtreleme görüntüsü. Sarı çizgi ile sınırlanmış alanlar silika'ca zengin silika kapakları, kırmızı çizgi ile çevrelenmiş alanlar manyezitce zengin alanları göstermektedir.



Şekil 34. Landsat RGB 742 görüntüsü kullanılarak elde edilen Edge Detection-kenar belirleme filtreleme görüntüsü. Sarı çizgi ile sınırlanmış alanlar silika'ca zengin silika kapakları, kırmızı çizgi ile çevrelenmiş alanlar manyezitce zengin alanları göstermektedir.

Şekillerde silika kapaklar sarı çizgi ile yarı çevrili olarak, CBS ortamında çizilerek gösterilmiştir. Aynı zamanda, silika kapak çevresindeki beyaz ve mavinin tonundaki renkler de manyezitce zengin alanların olduğu bölgelere karşılık gelmektedir. Bu alanların etrafı kırmızı ve sarı renklerle çizilerek gösterilmiştir. Tüm bu çalışmalar, yapılan saha gözlemler ve alınan numunelerle doğrulanmıştır.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Landsat ve Aster görüntülerinde yapılan sınıflandırmalar arasından, Fuzzy C Means ve Isodata sınıflandırmalarının birbirlerine yaklaşık görüntüler verdikleri görülmüştür. Isodata ve Fuzzy C Means gibi sınıflandırmalarda manyezitli alanlar daha geniş bir alanda görülmekte, manyezitli alanın sınırlarının belirlenmesinde oldukça faydalı olmaktadır. Aynı biçimde, Adaptive ve K Means sınıflandırmaları da birbirlerine yaklaşık görüntüler vermektedir. Diğer Adaptive ve K means gibi sınıflandırmaları da oldukça sağlıklı sonuçlar vermektedir. Çünkü bu sınıflandırmalarda belirlenen dar alanlar manyezit için nokta vuruşu yapmamızı sağlayacak durumdadır.

Landsat, Aster ve Ikonos'ta yapılan yönlendirilmemiş sınıflandırmalardan Fuzzy C Means her üç uyduda da güzel görüntüler vermiş, birimler net olarak ayırt edilmiştir. Tüm bunlardan da anlaşılacağı gibi, uydu fotoğrafları üzerinde yapılan yönlendirilmemiş sınıflandırmalar araştırmacılara büyük faydalar sağlamaktadır. Ancak, sonuç olarak ifade etmek gerekirse, Ikonos görüntüsünün çözünürlüğünün çok yüksek olması sebebiyle, Landsat ve Aster'e göre manyezit olabilecek yerlerin belirlenmesinde daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmektedir.

Bu çalışmada da olduğu gibi, çalışılan bölgeye gidilmeden önce o bölgelerdeki muhtemel birbirine yakın ve ayrı birimler sınıflandırılmış ve ön bir bilgiye sahip olunmuştur. Çalışılan bölgeye gidildikten sonra elde edilen bu bilgiler gerçekleriyle karşılaştırılmış, bunların büyük ölçüde doğru oldukları görülmüştür.

Filtreleme çalışmalarında, özellikle silika kapak sınırları tam olarak belirlenmiştir. Yapılan birçok filtreleme çalışması sonucunda, Edge Detection filtreleme tekniğinin silika kapakları ön plana çıkarmada en uygun filtreleme çalışmalarından biri olduğuna karar verilmiştir.

KAYNAKLAR

- Abrams, M.J., Brown, D., Lepley, L. & Sadowski, R., 1983, Remote sensing for copper deposits in Southern Arizona. *Economic Geology* 78, 591-604.
- Abrams, M.J., Ashley, R.P., Rowan, L.C., Goetz, A. & Kahle, A.B., 1977, Mapping of hydrothermal alteration in the Cuprite mining district, Nevada, using aircraft scanner images for the spectral region 0.46-2,36µm. *Geology* 5.713-718.
- Arıkal, R., T., Boyalı, İ. 1986, Yunusemre-Karaçam-Dumluca (Mihalıççık, Sivrihisar-Eskişehir) yöresinin Nikel-Kobalt maden jeoloji raporu M.T.A. Rap.No: 8032.
- Asutay, H. J., Küçükayman, A. ve Gözler, M.Z., 1989, Dağküplü (Eskişehir-Kuzeyi) ofiyolit karmaşığının stratigrafisi, yapısal konumu ve kümülatların petrografisi. *M.T.A. Dergisi* v.109, 1 say., Ankara.
- Baştaoğlu, D., 1974, Eskişehir-Mihalıççık Dolaylarının Krom Prospeksiyon Raporu, MTA Rapor No: 5252.
- Bovik, A.C., M. Clark ve Geisler, W.S., 1990, Multichannel texture analysis using localized spatial filters. *IEEE Trans. Patt. Anal. Mach. Int.* 12(1), 55-73.
- Boyalı, İ., 1984, Yunusemre-Karaçam-Doğray-Karkın-Karaburhan-Dümrek (Mihalıççık-Sivrihisar-Eskişehir) yöresi Nikel-Kobalt prospeksiyon raporu. M.T.A. Rap.No, 7589.
- Campbell, J., 1981, Spatial Correlation Effects upon Accuracy of Supervised Classification of Land Cover. *Photogramm Eng.Rem. Sens.* 47(3), 355-63.

- Congalton, R.G., Oderwald, R.G., ve Mead. R.A., 1983, Assessing Landsat classification accuracy using discrete multivariate analysis statistical techniques. *Photogram. Eng. Remote Sens.* 49(12), 1671-1678.
- Crosta, A. and Moore, J. McM., 1989, Enhancement of Landsat Thematic Mapper imagery for residual soil mapping in SW Minais Gerais State, Brazil: a prospecting case history in Greenstone belt terrain. In: *Proceedings of the 7th ERIM Thematic Conference: Remote sensing for exploration geology*, 1173-1187.
- Danishwar, S., 2001, Interpretation of ASTER remote sensing data on northwest Kohistan Terrain, Pakistan Himalayas, GSA Annual Meeting, November 2001, USA.
- Daugman, J.G., 1985, Uncertainty relation for resolution in space, spatial frequency, and orientation optimized by two-dimensional visual cortex filters. *J. Opt. Soc. Am. A*, 2(7), 1160-1169.
- Friedl, M.A., and Brodley, C.E., 1997, Decision tree classification of land cover from remotely sensed data, *Remote Sens. Environ.* 61, 399-409.
- Gurney, M.C., and Townshend J.R.G., 1983. The use of contextual information in the classification of remotely sensed data. *Photogramm Eng. Remote Sens.*, 49(1), 55-64.
- Gözler, M., Cevher, F. ve Küçükayman, A., 1985, Eskişehir civarının jeolojisi ve sıcak su kaynakları. *M.T.A. Dergisi*, No: 103-104, Ankara.
- Haris, J.R., Renez, A.N., Ballantyne, B. & Sheridan, C., 1998. Mapping altered rocks using Landsat TM and lithochemical data: Sulphurets-Brucejack Lake district, British Columbia, Canada. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 64, 309-322.
- Harwood, D., Ojala, T., Pietkainem, M., Kelman, S., and Davis, L., 1995, Texture classification by center-symmetric auto-correlation, using Kullback discrimination of distribution. *Pattern Recogn Lett* 16 (1): 1-10.
- Gong, P., and Howarth, P. J., 1990, "The Use of Structural Information for Improving Land-Cover Classification Accuracies at the Rural-Urban Fringe", *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 56, 67-73.
- İnce, İ. ve Demirhan, M., 1984, Manyezit ve Eskişehir-Kütahya manyezitleri; Refrakter Hammaddeler, Panel ve Bildiriler, T.M.M.O.B. Jeoloji Müh. Odası Yay., No 18, 35-52.
- Karaaslan, N., 1978, Eskişehir-Mihalıçık-Karaçam demir-nikel cevherleşmesi jeolojik raporu. M.T.A. Rap. No, 6356. Ankara.
- Kaufman, H., 1988, Mineral exploration along the Agaba-Levant structure by use of TM-data concepts, processing and results. *International Journal of Remote Sensing* 9, 1630-1658.
- Kibici, Y., Daę, N. ve Özgenc, İ., 1994, Orta Sakarya Havzası (Eskişehir-Bilecik) Pegmatitlerinin Minerolojisi ve Jeokimyası T.J.K. Bül. 9, 24-32.
- Missalati, A., Prelat, A.E. ve Lyon, R. J. P., 1979, Simultaneous use of geological, geophysical and Landsat digital data in uranium exploration. *Remote Sensing of Environment* 8, 189-210.
- Loughlin, W. P., 1991, Principal Component Analysis for alteration mapping. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 57, 1163-1169.
- Ramoser, H. Muller-Gerking, J. and Pfurtsceller, G., 2000, Optimal spatial filtering of single trial EEG during imagined hand movement, *IEEE Trans. Rehab. Eng.* 8, 441-446.
- Sabine, C., 1999, Remote sensing strategies for mineral exploration. In *Remote Sensing for the Earth Sciences-Manual of Remote Sensing*, 3rd edn, edited by A. Rencz (New York: American Society of Photogrammetry and Remote Sensing/John Wiley and Sons), 375-447.
- Sarkar, A., Biswas, M. K., Kartikeyan, B., Kumar, V., Majumder, K. L. and Pal, D. K., 2002, A MRF model-based segmentation approach to classification for multispectral imagery. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 40(5), 1102-1113.
- Singh, A., and Harrison, A., 1985. Standardized principal components. *International Journal of Remote Sensing* 6, 883-896.
- şentürk, K. ve Karaköse, C. 1979, Orta Sakarya dolayının temel Jeolojisi raporu M.T.A. Rap. No, 6642.

- Tomas, I. L. ,1980, Spatial postprocessing of spectrally classified Landsat data, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 46, 1201-1206.
- Vaidyanathan P.P. and Nguyen, T.Q., 1987, Eigenfilters: A New Approach to Least-Squares FIR Filter Design and Applications Including Nyquist Filters, *IEEE Trans. Circ. Syst.* 34, 11-23.
- Walter, V., 2004, Object-based classification of remote sensing data for change detection, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 58, 225- 238.
- Wilkinson, G. G., 2005, Results and implications of a study of fifteen years of satellite image classification experiments. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 43(3), 433–440.