

ÇOK ZAMANLI UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE AÇIK MADEN OCAKLARINDAKİ YERYÜZÜ DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

Arş.Gör. Müfit ÇETİN*

Prof.Dr. İbrahim BAZ*

Yrd.Doç.Dr. Taşkın KAVZOĞLU*

Arş.Gör. Abdurrahman GEYMEN*

ÖZET

Açık maden ocak işletmeciliği bir çok ülkede olduğu gibi Türkiye'de de yaygın olarak yapılmaktadır. Açık maden ocakları bitki örtüsünde ve toprağın yapısında doğal hayata zarar verecek değişimlere sebep olabilmektedir. Bitki örtüsü miktarının azalması toprak erozyonu riskini arttırmaktadır. Bu çalışmada seçilen alan Manisa ilinin kuzeyinde bulunan Soma ilçesi civarındaki 25 km. doğu-batı ve 30 km. kuzey-güney büyüklüğünde olan Eynaz açık kömür ocağıdır. Uzaktan algılama yaklaşımı böylesine geniş alanlardaki yeryüzü değişikliklerini izlemek için ideal bir araç olduğundan tercih edilmiştir. Bu çalışmanın ana amacı açık maden ocaklarındaki zamansal değişimin uzaktan algılanmış görüntülerle tespit edilip sürekli olarak izlenebileceğini göstermektir.

ABSTRACT

MONITORING CHANGES IN OPENCAST MINES USING TEMPORAL SATELLITE IMAGES

As in many countries, opencast mining is an important sector in Turkey. Such mines can damage the vegetation cover and change the structure of the soil that can, as a result, disturb the balance of the nature. Reduction in the amount of vegetation cover also increases the landslide risk significantly. The area selected for this study is Eynaz opencast coalmine near Soma in the north part of Manisa, covering a region of 25 km by 30 km. Remote sensing approach is utilised for this study, as it is an ideal tool to monitor the changes in large regions. The main objective of this research is to show that remotely sensed images could be effectively used to determine and continuously monitor the temporal changes at opencast mines.

* Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Müh. Fak..

1. GİRİŞ

Uzaktan algılama tekniği kullanılarak yapılan değişim belirleme işleminin aynı alana ait çok zamanlı görüntülerdeki obje veya olaylardaki değişimlerin tespit edilmesi amacıyla yapılır. Uygulamanın doğruluğunun yüksek olması için görüntülerin farklı zamanlara ait olmasından doğan atmosferik ve topoğrafik etkilerin en aza indirilmesi gerekmektedir. Ayrıca görüntülerin geometrik düzeltmeleri de mümkün olduğunca hassas yapılmalıdır (Wang 1993).

Günümüzde açık maden ocaklarının haritasının yapılmasında ve güncellenmesinde uzaktan algılama yönteminin kullanımı yersel jeodezik ve fotogrametrik yöntemlerle tam olarak rekabet edecek düzeye gelememiştir. Açık maden ocağı alanı kendi içinde irili ufaklı birçok açık maden ocağı işletmelerinden oluşabilmektedir. Açık maden ocağı haritaları sık periyotlarda farklı sınıf ve ölçeklerde üretilmektedir. Düzenli olarak tüm açık maden ocağı alanındaki değişikliklerin ve yeni kazı-dolgu yerlerinin tespit edilmesinde, ayrıca yerel ve ulusal yönetimlerin yeni gelişmelere yönelik restorasyon ve planlama çalışmalarında haritaların güncellenmesi gerekmekte olup bu işlemlerin yapılması büyük bir öneme sahiptir. Bu yönden görüntülerdeki uzaysal çözünürlüğün 1:25.000 ve 1:100.000 ölçekli haritalar üretmeye ve dijital görüntülerin açık maden ocaklarındaki değişimlerin tespit edilmesine imkan verdiğini günümüzde uzaktan algılama yöntemi önemli avantajlar sağlamaktadır (Legg 1994).

Bu çalışmanın temel amacı açık ocak alanlarındaki büyümenin tespit edilmesidir. Bu amaçla iki yöntem kullanılmış ve analizler yapılmıştır. İlk yöntem görüntülerin bitki indeksleri arasındaki farkların bulunması gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemde görüntü farklarının elde edilmesi sonucunda ortaya çıkan negatif ve pozitif değerlere göre değişimlere yön verilmiştir. İkinci yöntem ise sınıflandırma sonrası karşılaştırmaları içermektedir. Bu yöntem çok zamanlı sınıflandırılmış görüntü farklarından yararlanarak değişimin bulunmasına dayanmaktadır. Bu yöntemin avantajı her iki zamana ait piksellerin hangi sınıfa ait olduğunun tespit edilebilmesidir (Almutairi 2000).

2. UYGULAMADA KULLANILAN VERİLER VE ARAZİ ÇALIŞMASI

Bu çalışma ile Soma havzasında yer alan Eynez ve Işıklar açık kömür ocaklarındaki 1989 ve 1999 yıllarına ait değişim uzaktan algılama yöntemi ile tespit edilmeye çalışılmıştır. Uygulamada uzaktan algılama verisi olarak 30 m. geometrik çözünürlüğe sahip yedi spektral bantlı Landsat TM görüntüleri kullanılmıştır. Uygulamalar sırasında bu bantlardan termal bant haricindeki diğer altı bant kullanılmıştır. Bölgenin topoğrafik yapısını ve özelliklerini belirlemek, uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında ve geometrik düzeltme getirilmesinde yararlanmak üzere çalışma alanını kapsayan 9 adet 1:25.000 ölçekli topoğrafik harita kullanılmıştır. Görüntülerin sınıflandırılması ve geometrik düzeltilmesinde kullanılmak üzere arazide anayol kesişimlerinde ve Bakırçay deresinin üzerinde bulunan köprülerde GPS öl-

çümü yapılmıştır. Ölçüm sırasında sınıflandırmaya altlık teşkil etmek üzere arazideki obje türleri mevcut topoğrafik haritalara ve kontrolsüz sınıflandırma ile elde edilmiş diğer altlıklara işlenmiştir.

Uydu görüntülerine UTM projeksiyon sistemindeki 1:25.000 ölçekli topoğrafik haritalar kullanılarak geometrik düzeltme getirilmiştir. Uydu görüntülerinin geometrik dönüşümünde birinci dereceden polinom dönüşümü uygulanmıştır. Geometrik dönüşümler yaklaşık 0.5 piksel civarında gerçekleşmiş olup karesel ortalama hataları bir pikselden büyük olan kontrol noktaları elenmiştir. Görüntü verilerinin yeniden örnekleme işlemi için En Yakın Komşuluk yöntemi kullanılmıştır.

3. SAYISAL ARAZİ MODELİNİN OLUŞTURULMASI

Bu çalışmada 1:25.000'lik topoğrafik haritalar üzerindeki yükseklik eğrileri 50 m.'de bir, karakteristik özellik arz eden noktalarda ise yükseklik eğrileri 20 m.'de bir sayısallaştırılarak yükseklik modeli oluşturulmuştur. Sayısal arazi modeli, çalışma alanının topografyasını ortaya çıkarmakta ve arazi hakkında bir ön bilgi vermektedir (Şekil 1). Burada renkler arazinin kot değerlerine bağlı olarak verilmiştir.

4. BİTKİ İNDEKSİ FARKI

Genellikle Bitki İndeksi birden fazla spektrumdaki spektral değerlere toplama, çıkarma, bölme, ve çarpma gibi matematiksel işlemler uygulanarak bitki örtüsünün yoğunluğunu gösteren tek bir değer elde edilmesidir. Yüksek değerde bitki indeksine sahip pikseller sağlıklı bitki örtüsünü gösterir (Campbell 1996). Bitki indeksinin en basit şekli farklı spektral banttaki iki dijital değer arasındaki orandır. Bant oranları, iki spektral bant arasında tersine ilişki olduğunda bazı gizli bilgilerin ortaya çıkmasını sağlar. Diğer taraftan topografyada meydana gelen gölge etkisini giderir. Bu oranlama yöntemi özellikle bitki örtüsünü inceleme için etkilidir.

Bitki örtüsünün spektral davranışı yakın kızılötesi ve kırmızı bantlarla ilişki içindedir. Kırmızı banttaki yansıyan ışık (R) bitkideki klorofil tarafından yutulurken, yakın kızılötesi ışık (IR) mezofil tarafından güçlü bir şekilde yansıtılır. Böylece oran (IR/R) sağlıklı bitkiler için yüksek olurken, sağlıklı ve sağlıklı bitki örtüsü ayrımı kolaylıkla yapılır. Bu nedenle özellikle ziraat, ormancılık ve jeoloji araştırmaya uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Uygulamalarda çok çeşitli bitki indeksleri kullanılmaktadır. Genellikle farklı zamanlı görüntüler için topoğrafik ve atmosferik etkiden arındırılmış Normalize Edilmiş Bitki İndeksi (NDVI) kullanılır. Bu nedenle Soma görüntüleri değerleri farklı zamanlara ait oldukları için uygulamada NDVI oranı kullanılmıştır. NDVI değerleri aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$NDVI=(NIR-R)/(NIR+R) \quad (1.1)$$

Landsat TM görüntülerinde bulunan yakın kızılötesi spektral bandı TM4 ve kırmızı spektral bantlı TM3 (1.1) eşitliğinde yerine konulduğunda NDVI görüntüleri elde edilmiştir. Bu görüntülerde maskeleme işlemi yapılarak açık ocak alanları ortaya çıkarılmıştır (Şekil 2). Maskeleme işleminde açık ocakları alan olarak en iyi gösteren piksel değer aralıkları alınmıştır. Bunlar 1989 Eyzey NDVI görüntüsü için 113-128, 1999 Eyzey NDVI görüntüsü için 95-120 değer aralıkları girilmiştir. Bu değer aralıkları Eyzey görüntülerinin değişik bant kombinasyonları (321,432) ve kontrolsüz sınıflandırılmış görüntülerinden faydalanılarak belirlenmiştir. Maskelenmiş NDVI görüntülerindeki ocak alanlarına karşılık gelen piksel sayısı ve hektar cinsinden alanları hesaplanmıştır (Tablo 1). Tablodaki değerlere bakıldığında 1989-1999 yılları arasında Eyzey açık ocak işletmesi %145 oranında büyüdüğü açıkça görülmektedir.

Zaman içindeki bitki örtüsü değişimi farklı zamanlı bitki indeksleriyle oluşturulan yalancı görüntü ile açıkça ortaya çıkabilmektedir. Şekil 4'de görüldüğü gibi iki kanallı çok bantlı görüntüde, kırmızı bantta 1989 ve yeşil bantta 1999 NDVI görüntüleri konularak bir görüntü kombinasyonu oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu görüntü kombinasyonundan faydalanılarak bitki örtüsünde ve açık ocaklarda oluşan zamansal farklılıklar ortaya çıkarılmıştır. Burada açık kırmızı ton renginde olan alanlar 10 yıllık sürede genişleyen açık ocak alanını göstermektedir. Koyu siyah renge yakın olan alanlar ise 1989 yılına ait açık ocak alanlarını göstermektedir (Şekil 3).

5. UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Arazi hakkında ön bilgi edinmek için mevcut doğal spektral değerlerde kontrolsüz sınıflandırma yapılmıştır. Burada spektral sınıf sayısı mümkün olduğu kadar gerçek sınıf sayısından fazla tutulmaya çalışılmıştır. Böylece arzu edilen sınıfların tümünün sınıflandırma sonucunda ortaya çıkacağı kabulü yapılmıştır. Oluşturulan sınıfların özellikleri daha sonra bölgeye ait topoğrafik haritalar ve diğer bilgilerle karşılaştırmalar yapılarak arazi çalışması öncesi belirlenmiştir. Korelasyon matrisi hesaplandıktan sonra yapılan yorumlamalar neticesinde diğer bantlarla yüksek korelasyona sahip oldukları tespit edilen birinci ve beşinci bantlar sınıflandırma dışı bırakıldı. Böylece uygun bulunan 2, 3, 4, ve 7 numaralı bantlar sınıflandırmada kullanıldı. Arazi çalışması öncesi kontrolsüz sınıflandırma aşamasında elde edilen tematik haritalardan ve çalışma alanı hakkında bilgiye sahip kişilerle yapılan mülakat sonucu elde edilen bilgilerden yararlanılarak bir arazi çalışma planı hazırlanmıştır.

Bu plan çerçevesinde, öncelikle arazide bilgi toplanılacak alanlar belirlenerek, büyük hacimli alanlar bir el GPS'i yardımıyla yerinde gözlemlenerek edinilen bilgiler mevcut altlıklara işlenmiştir. Sonraki aşamada ise, özellikle açık ocak çevresindeki değişiklikler tespit edilmeye çalışılmış ve arazide gözlemlenen bilgiler ışığında Ege Linyit İşletmeleri yetkililerden bilgi alınmıştır.

Kontrollü Sınıflandırma Çalışması

Kontrollü sınıflandırma işleminde En Çok Benzerlik yöntemi kullanılmıştır. Daha önce kontrolsüz sınıflandırmada tespit edilen on spektral sınıf arazi ve büro çalışmaları sonucunda bu sınıflandırmanın fazlaca ayrıntılı olduğu görülmüş ve spektral sınıf sayısı beşe indirilmiştir (Şekil 4, Şekil 5).

Tablo 2’de görüldüğü gibi, 1989 Eynez görüntüsünde gölgede kalmış alanlar bulunmaktadır. Arazide yapılan tespitlere ve 1999 Landsat TM görüntüsüne bakıldığında bu gölgelik alanların orman alanları olduğu görülmektedir. Bu nedenle arazideki değişimin tespit edilmesinde sınıfların birebir karşılaştırması çok sağlıklı olmayacağı düşünülerek burada toplam orman alanları ile toplam çıplak toprak alanları karşılaştırılmış ve Tablo 3’de bu değerler verilmiştir.

Eynez açık ocağı için kontrollü sınıflandırma sonucu açık ocak alanının 1989-1999 yılları arasında yaklaşık %160 büyüdüğü tespit edilmiş iken, maskelenmiş NDVI görüntüleri ile bu büyüme oranı %145 olarak tespit edilmiştir. Burada kontrollü sınıflandırılmış Eynez görüntüleri doğruluk için baz alınır, maskelenmiş NDVI görüntüleri ile %15 oranında doğruluktan sapıldığı görülmektedir.

Uzaktan algılamada sınıflandırma doğruluk değerlendirmesi referans verilerle sınıflandırılmış verilerin karşılaştırılarak aralarındaki uyumun tespit edilmesi ile gerçekleştirilir. Kullanılan verilerin boyutu dikkate alınarak Eynez sınıflandırılmış görüntüsü için 30-40 arasında piksel seçilerek bunların yersel verilerle uyumunu değerlendirilmiştir. Görüntülerin sınıflandırma doğruluğu %81-%86 aralığında olduğu belirlendi. Doğruluğu negatif olarak etkileyen özellikle ağaçlık orman, maki ve bozkır sınıfları arasındaki spektral etkileşimin olduğu gözlemlendi.

6. SONUÇ

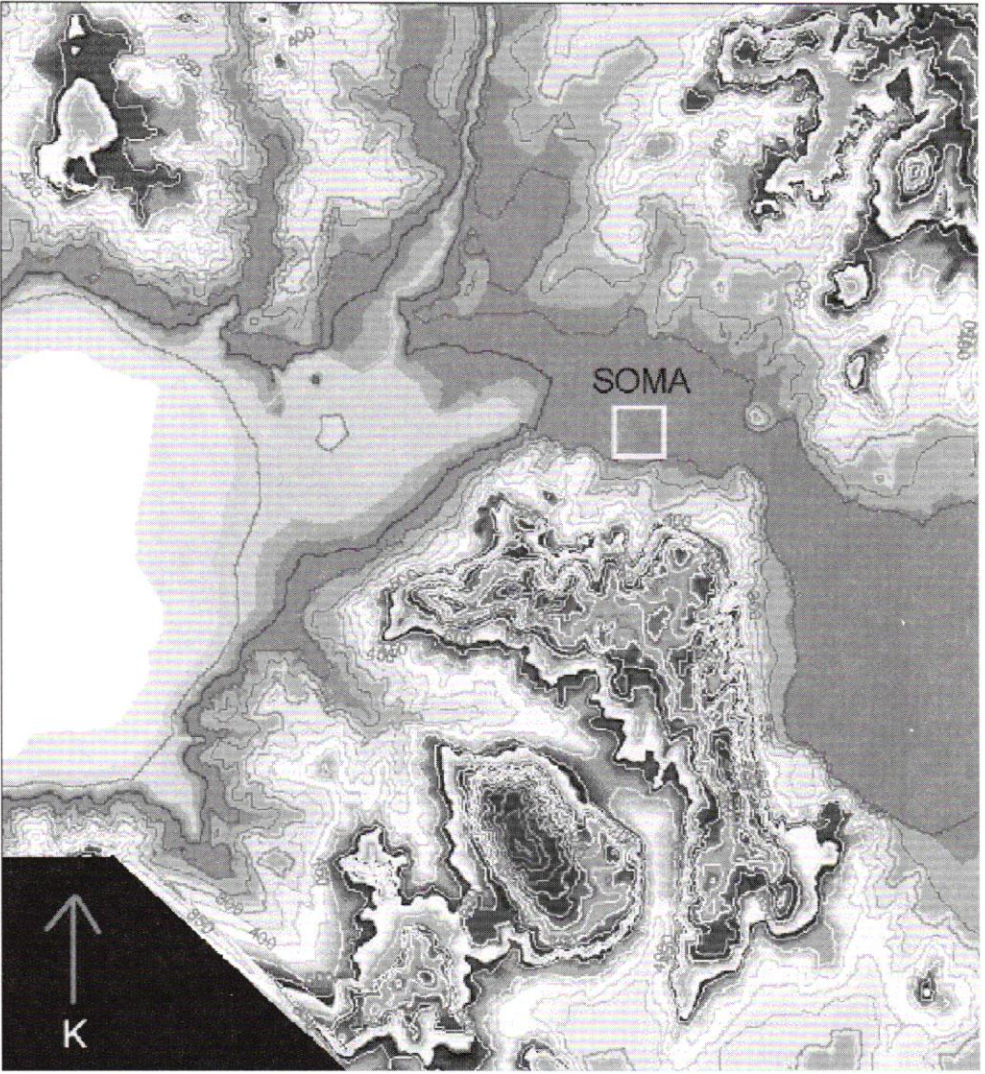
Sınıflandırma sonuçları incelendiğinde 1989 yılında Eynez açık kömür ocağının alanı 1377 hektar civarında belirlenirken, aynı ocak alanının 1999 yılında %160 büyüyerek 3581 hektar civarına yükseldiği görülmüştür. Bu da ortalama olarak yıllık % 16 civarında bir büyümeyi işaret etmektedir. Bunun yanında 2204 hektar orman alanının yok edildiği de tespit edilmiştir.

Açık kömür ocaklarında işletim sonrası, arazinin topoğrafik yapısı bozulmakta, bu da toprak yapısındaki asit oranının yükselmesine, fosfat verimliliğinin azalmasına ve organik karbon yenilenmesinin yavaşlamasına sebep olmaktadır (Mentis 1999). Böylece toprak üzerindeki mevcut bitki örtüsü yok edilmekte ve toprak yeni bir fiziksel ve kimyasal özelliklere kavuştuğu için kendi kendine doğal olarak yeniden bitki örtüsü oluşması imkansızlaşmaktadır. Hatta bu durum yer altı su kaynaklarını dahi etkileyecek doğal bir çevre sorunu yaratmaktadır. Bu nedenle açık maden ocaklarının işletme bitiminde doğal haline kavuşabilmesi için ge-

rekli yasalar çıkartılmalı ve düzenlemeler yapılmalıdır. Açık maden ocakları işletmelerine doğal düzeni koruyacak yönetim ve planlama politikaları belirlenmeli ve işletme üzerinde çevre koruma tedbirlerini sağlayıcı denetimler yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

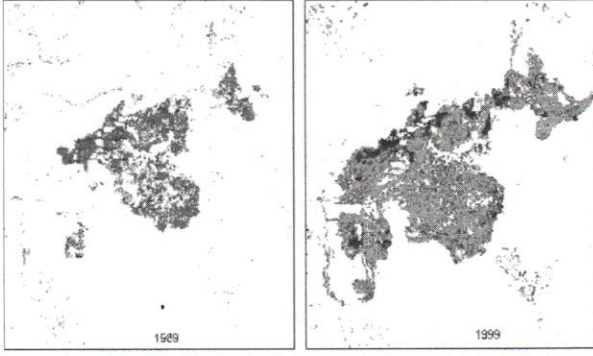
- Almutairi, A., 2000, "Monitoring Land-Cover Change Detection in an Arid Urban Environment: A Comparison of Change Detection Techniques", Master Thesis, West Virginia University, USA.
- Campbell, J.B., 1996, "Introduction to Remote Sensing", Guilford Press, New York.
- Legg, C., 1994, "Remote Sensing and Geographic Information Systems", John Wiley & Sons, Chichester.
- Mentis, M.T., 1999, "Diagnosis of The Rehabilitation of Opencast Mines on the Highveld of South Africa", South African Journal of Science, **95**, 210-215.
- Wang, F., 1993, "A Knowledge-Based Vision System for Detecting Land Changes at Urban Fringes", IEEE Transactions on Geoscience & Remote Sensing, **31**, 136-145.



Şekil 1. Soma Havzasına Ait Dijital Yükseklik Modeli ve Yükseklik Eğrileri



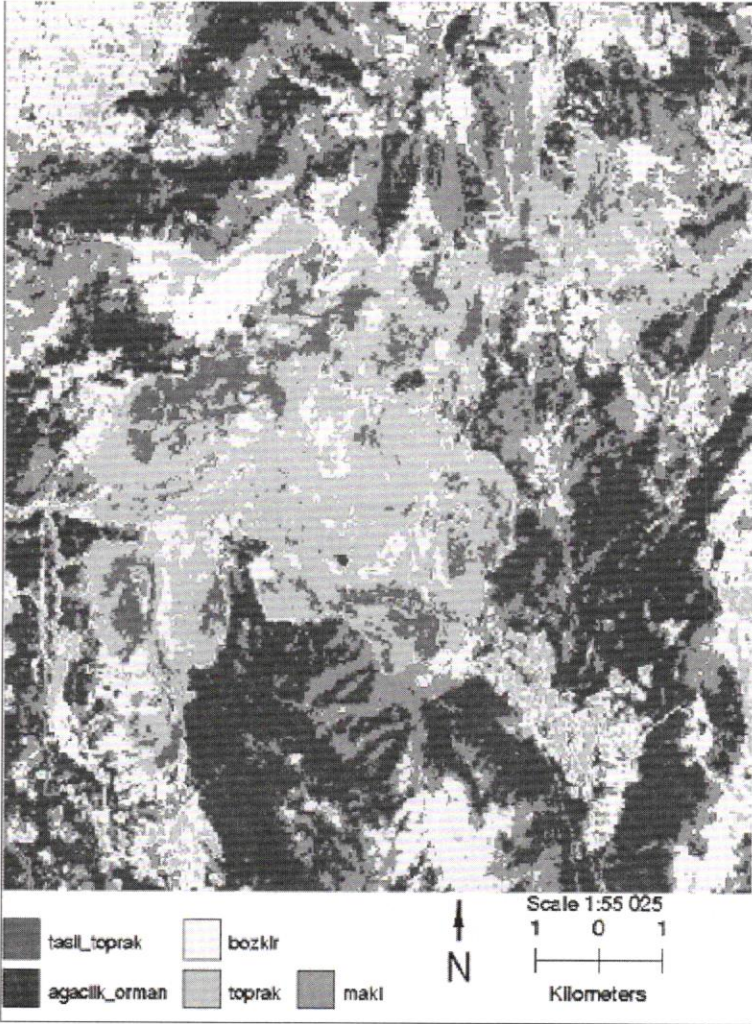
Şekil 4. Kontrollü Sınıflandırılmış 89 Eynez Görüntüsü



Şekil 2. Maskelenmiş NDVI Görüntülerinde Eynez Açık Ocağının Değişimi



Şekil 3. Kırmızı Bantta 89 ve Yeşil Bantta 99 NDVI Görüntü Kombinasyonları



Şekil 5. Kontrollü Sınıflandırılmış 99 Eynez Görüntüsü

Tablo 1. Maskelenmiş NDVI görüntülerindeki ocak alanlarına karşılık gelen piksel sayısı ve hektar cinsinden alanları

1989		1999		Fark (ha)	Değişim (%)
Hektar	Piksel	Hektar	Piksel		
1182.24	13136	2904.48	32272	1722,24	145

Tablo 2. Kontrollü sınıflandırmadan elde edilen alanlar

SINIF	1989 (ha)	1999 (ha)
AĞAÇLIK-ORMAN	5189.04	4618.53
MAKİ	4333.50	3850.29
BOZKIR	2369.79	3489.57
TAŞLI TOPRAK	874.98	701.82
TOPRAK	501.66	2878.83
GÖLGE	2270.07	-
TOPLAM	15539.04	15539.04

Tablo 3. 1989-1999 yılları arasında meydana gelen değişimler

SINIF	1989 (ha)	1999 (ha)	DEĞİŞİM	
			(ha)	(%)
ORMAN	14162.40	11958.39	- 2204.01	- 16
TOPRAK	1376.64	3580.65	+ 2204.01	+ 160