

ARMUTLU ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİNDEKİ ORMAN ALANLARINDAKİ DEĞİŞİMLERİN LANDSAT UYDU GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK İZLENMESİ

İbrahim ÖZDEMİR¹

Ulaş Yunus ÖZKAN²

¹ Arş. Gör. S.D.Ü. Orm. Fak., Orm. Amenajmanı ABD, Isparta, ibrahim@orman.sdu.edu.tr

² Arş. Gör. İ.Ü. Orm. Fak., Orm. Amenajmanı ABD, İstanbul, ulasyunus@yahoo.com

ÖZET

Orman ekosistemi; orman yangınları, hava kirliliği, tarımsal amaçlı açmalar, kaçak kesimler ve madencilik gibi insanoğlunun verdiği zararlar ile mantar ve böcek hastalıkları, kuraklık, fırtına gibi doğal faktörler tarafından sürekli baskı altındadır. Bu sebeple orman alanları sürekli olarak değişmektedir. Bu değişimin kısa aralıklarla izlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması, orman ekosisteminin geleceği için büyük önem arz etmektedir. Uydu görüntüleri, orman ekosisteminin çok büyük alanlarda ve çok kısa aralıklarla izlenmesine olanak sağlamaktadır. Bu çalışmada, Armutlu orman işletme şefliğine ait bölgede, 1992 ve 2001 tarihleri arasındaki süre içinde orman alanlarında meydana gelen değişimlerin, Landsat uydu görüntüleri kullanılarak ne derecede belirlenebileceği irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler; Armutlu, Orman Alanlarında Değişimin İzlenmesi, Landsat Uydu Görüntüsü

MONITORING THE CHANGES OF FOREST AREAS USING LANDSAT SATELLITE IMAGES IN ARMUTLU FOREST DISTRICT

ABSTRACT

Forest ecosystem is under pressure either by human activities which include forest fires, air pollution, agricultural land open, illegal cutting and mining or natural destructive factors which are fungus and insect diseases, windfall and long term droughts. Accordingly, forest areas are changed by these factors continuously. Monitoring of the changes by short intervals is very important for the future of forest ecosystem. Satellite images provide monitoring of forest ecosystem in large areas and short intervals. In this study, the changes of forest cover between 1992 and 2001 were determined using Landsat satellite images in Armutlu Forest District.

Keywords; Armutlu, Change Detection in Forest Areas, Landsat Satellite Images

1. GİRİŞ

Son yıllarda, çağdaş teknolojiyi kullanan gelişmiş ülkelerde, LANDSAT ve SPOT gibi orta çözünürlükteki uydu görüntülerinin ormancılık uygulamalarında, özellikle de ulusal orman envanterinde büyük ölçekli tematik haritalarının yapımında yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir (Dees et al. 1998; Dahm et al. 1996). Ayrıca, IKONOS, QUICK BIRD ve SPOT-5 gibi yersel çözünürlüğü yüksek uyduların uzaya fırlatılmasına paralel olarak ormancılık alanında uydu görüntülerinin kullanım alanlarının giderek genişleyeceği açıktır (Asan 1999).

Orman kaynaklarına ait bilgilerin elde edilmesinde ve bunların belli aralıklarla güncelleştirilmesinde, yersel çalışmalarla veri toplanması ve değerlendirilmesi oldukça zaman alıcı ve pahalı olmaktadır. Uzaktan algılama verilerinin yersel çalışmalarla kombine edilmesi ile orman kaynakları hakkında daha çabuk ve istatistiksel olarak daha güvenilir bilgi edinilmesi mümkündür (Koç ve Yener 2001; Şad 1993).

Bilindiği gibi ülkemizde amenajman planlarının yapılmasında konumsal verilerin çoğunluğu ortalama 1/15000 ölçekli hava fotoğraflarıyla sağlanmaktadır (Köse vd. 2002). Foto yorumlama tekniği ile plan ünitesinin ormanla kaplı olan ve olmayan yerleri belirlenmekte, ormanlık alanlar da kendi içinde ağaç türü ve karışımı, gelişim çağı ve kapalılık gibi özellikleri itibariyle benzer gruplara ayrılarak meşcere taslak haritaları hazırlanmakta ve yersel kontrollerle bunlara son şekli verilmektedir (Eraslan 1982; Eler 2001). Son yıllarda gelişen teknolojilere paralel olarak uydu görüntüleri, özellikle ulusal orman envanterinde geniş bir uygulama alanı bulmaktadır. Ulusal bazda yapılan bu envanterde, bütün ülke sathında orman alanlarının belirlenmesinde uydu görüntülerini kullanmak bir yandan envanter maliyetini azaltırken, diğer yandan izleme periyodunu kısaltmakta ve orman alanlarında meydana gelen değişimlerin kısa süre içinde saptanmasına olanak vermektedir (Asan 2000).

Bu çalışmada Armutlu Orman İşletme Şefliğinde 1992 ve 2001 yılları arasında ormanlık alanlarda meydana gelen değişimler belirlenmeye çalışılmıştır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Haritalar

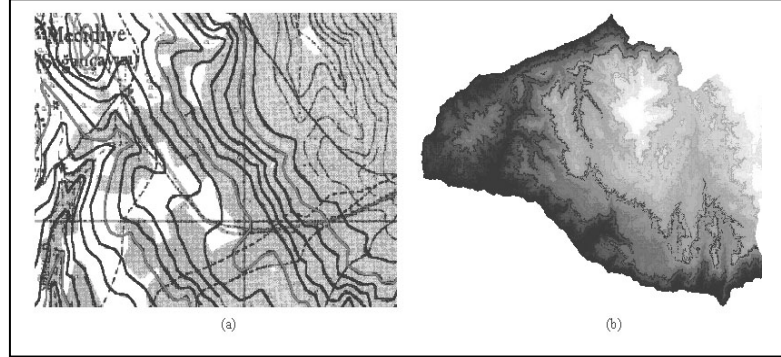
Çalışmada altlık harita olarak 1/25000 ölçekli eşyüksekti eğrili topoğrafik haritalar kullanılmıştır. Çalışma alanı için toplam 2 adet harita temin edilmiştir. Bu haritalar A0 tarayıcı ile taranıp sayısal olarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. ER Mapper yazılımı ile haritalar, grid çizgilerinin çakıştığı noktalardaki koordinat değerleri girilerek, UTM (Universal Transverse Mercator) koordinat sisteminde tanımlanmıştır. Aynı koordinat sisteminde tanımlanan haritalar yan yana getirilerek mozaiklenmiştir.

Armutlu Bölge Şefliğine ait meşcere tipleri haritası yine A0 tarayıcı ile taranarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. UTM koordinat sisteminde tanımlı topoğrafik haritalardaki kıyı çizgisi, yollar, sırtlar ve derelerin kesiştiği yerler gibi, hem topoğrafik haritada hem de meşcere tipleri haritasında kolaylıkla bulunan noktalar belirlenmiştir. Bu noktaların topoğrafik haritalardaki koordinat değerleri, meşcere tipleri haritasının geometrik düzeltilmesi için de kullanılarak, her iki haritanın da aynı koordinat sistemine oturması sağlanmıştır.

2.2. Sayısal Arazi Modeli

Yükseklik bilgilerine sahip sayısal arazi modelleri, uydu görüntülerinin sınıflandırmasında sorun olan gölge etkisini gidererek, yansıtım değerlerinin topoğrafyaya göre yeniden düzenlenmesinde (topoğrafik normalizasyon) kullanılmaktadır (McCormick 1999). Yine bu modellerden eğim ve baki analizleri yapılarak, Toprak Koruma ve Estetik gibi bazı orman fonksiyonlarının belirlenmesinde yararlanılabilmektedir (Asan ve Özdemir 2002).

Çalışma alanına ait eşyüksekti eğrili topoğrafik haritalar her 10 metrede bir sayısallaştırılarak, her çizilen vektöre bir yükseklik değeri verilmiştir. Bu vektör değerleri kullanılarak sayısal arazi modeli oluşturulmuştur (şekil 1).



Şekil 1: (a) Topoğrafik harita üzerindeki eşyüksele eğrilerinin sayısallaştırılması, (b) Vektör haritadan elde edilmiş çalışma alanının sayısal arazi modeli

2.3. Uydu Görüntüleri

Bu çalışmada Eylül 1992 yılına ait Landsat5 TM (Thematic Mapper) ve Mayıs 2001 yılına ait Landsat7 ETM (Enhanced Thematic Mapper) uydu görüntüleri kullanılmıştır

2.3.1. Uydu Görüntülerinin Geometrik düzeltmesi

Uydu görüntülerinin diğer veri gruplarıyla bir arada değerlendirilmesi için aynı koordinat sisteminde tanımlanması gerekmektedir (Mather 1987; Jensen 1996). Uydu görüntülerinin geometrik dönüşümü için, önceden UTM koordinat sistemine oturtulmuş eşyüksele eğrili topoğrafik haritalar kullanılmıştır. Dönüşümde kullanılacak yer kontrol noktalarının belirlenmesinde, noktaların bütün çalışma alanına homojen biçimde dağıtılmasına ve harita ve görüntü üzerinde açıkça ayırt edilebilmesine dikkat edilmiştir. Her iki uydu görüntüsü de aynı yer kontrol noktaları ile düzeltilmiştir (1992 yılı görüntüsü için RMS; 0.68 ve 2001 yılı görüntüsü için RMS;0.76). Uydu görüntüsünün yeniden örnekleme yöntemi (nearest neighbor method) kullanılmıştır. Uydu görüntülerinin geometrik düzeltmesi yapıldıktan sonra Armutlu İşletme Şefliği sınırı görüntü üzerine transfer edilerek çalışma alanının sınırları belirlenmiştir.

2.3.2. Uydu Görüntülerinin Radyometrik Düzeltilmesi

Radyometrik düzeltme, yeryüzünün aydınlanma koşullarından veya atmosferik etkilerden kaynaklanan hatalı piksel değerlerinin düzeltilmesi amacıyla uygulanan matematiksel yöntemlerdir (McCormick 1999). Bu çalışmada, farklı aydınlanma koşullarından kaynaklanan

ARMUTLU ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİNDEKİ ORMAN ALANLARINDAKİ DEĞİŞİMLERİN LANDSAT UYDU GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK İZLENMESİ

etkilerin giderilerek, görüntü değerlerinin radyometrik olarak düzeltilmesini sağlayan Topoğrafik Düzeltme yöntemi kullanılmıştır. ER Mapper Topografic Normalization Sihirbazı kullanılarak gerçekleştirilen bu yöntemde, Sayısal Arazi Modeli (DEM), Güneş Açıları (azimut ve elavation) ve Vejetasyon İndeksi (NDVI) kullanılmaktadır.

2.3.3. Uydu Görüntülerinin Sınıflandırılması

Uydu Görüntülerinin sınıflandırmasında kontrollü sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde uydu görüntüsünün sınıflandırılması, yeryüzü özelliklerini temsil eden örnekleme bölgelerine (training area) dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Bu amaçla amenajman planlarından ve yersel kontrollerden yararlanılarak arazi kullanım sınıflarına ait örnekleme bölgeleri belirlenmiştir. Sınıflandırmada örnekleme bölgelerinden kaynaklanabilecek hataların ortadan kaldırılması için her iki görüntü de aynı örnekleme bölgeleri kullanılmıştır (Koç ve Yener 2001). Arazi kullanım sınıfları Orman, Açık Alanlar-Yerleşim yerleri ve Zeytin-Maki Alanları olarak üçe ayrılmıştır. Bozuk maki alanları orman alanlarına dahil edilmeyip zeytin alanları ile birlikte değerlendirilmiştir. Çalışma alanına ait görüntüler, En Yüksek Olasılık (Maximum Likelihood) algoritmasına göre sınıflandırılmıştır. Bu yöntemde, öncelikle her bir arazi sınıfına ilişkin örnekleme bölgelerinin istatistiksel olasılık değerleri hesaplanmakta ve bilinmeyen her bir piksel en çok benzer olduğu sınıfa atanmaktadır (Mather 1987; Jensen 1996).

Uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında kanallar arasındaki otokorelasyon sınıflandırma başarısını düşürmektedir (Musaoğlu 1999). Karşılaştırma grafiklerinin (image scattergrams) incelenmesiyle aralarındaki otokorelasyonun en düşük olduğu kanallar 3, 4 ve 5 olarak belirlenmiş ve sınıflandırma işlemi bu kanallara dayalı olarak yapılmıştır.

2.4. Hava Fotoğrafları

Çalışmada 2001 tarihli uydu görüntülerinin doğruluk analizi için, foto yorumlama tekniği ile meşcere tiplerinin sınırları geçirilmiş 6 adet hava fotoğrafından yararlanılmıştır. Hava fotoğraflarının diğer veri gruplarıyla birlikte değerlendirilmesi amacıyla, geometrik düzeltmesi yapılarak UTM koordinat sisteminde tanımlanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2: 1/16000 ölçekli hava fotoğrafı (2001 yılına ait)

Aynı koordinat sisteminde tanımlanmış hava fotoğrafları ve sınıflandırılmış görüntü üzerine sistematik olarak nokta atılmıştır. Atılan noktalar karşılaştırılarak hata matrisleri oluşturulmuştur.

3. BULGULAR

3.1. Sınıflandırılmış Görüntülerin Doğruluk Değerlendirmesi

Doğruluk değerlendirilmesi 2001 tarihli uydu görüntüsü için, çalışma alanına ait hava fotoğrafları ile uydu görüntüsünün karşılaştırılması, 1992 tarihli uydu görüntüsü için ise, uydu görüntüsü ile meşcere tipleri haritasının karşılaştırılması biçiminde yapılmıştır. Bu amaçla sınıflandırılmış görüntü verisi üzerinden seçilen pikseller ile bunlara karşılık gelen referans veriler karşılaştırılarak bir hata matrisi elde edilmiştir. Bu hata matrisinin sütunları referans verileri, satırları ise sınıflandırılmış görüntüyü temsil etmektedir. Hata matrisi Kappa katsayısı ile istatistik olarak analiz edilmektedir. 0 ile 1 arasında değişen bu katsayı, hata matrisinin satır ve sütun toplamları ile köşegeni üzerindeki elemanlar kullanılarak hesaplanmaktadır (Jensen 1996, Richards and Jia 1999). Test piksellerinin sayısının her bir sınıf için en az 50 adet olması önerilmektedir (Jensen 1996).

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \times x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \times x_{+i})}$$

ARMUTLU ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİNDEKİ ORMAN ALANLARINDAKİ DEĞİŞİMLERİN LANDSAT UYDU GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK İZLENMESİ

Burada;

K ; Kappa Katsayısı

r ; Matrisin satır sayısı

x_{ii} ; i nci satır ve i nci sütundaki köşegen değeri

x_{+i} ; i nci sütunun toplam değeri

x_{i+} ; i nci satırın toplam değeri

N ; Toplam örnek sayısıdır.

Çizelge 1: Sınıflandırılmış 1992 tarihli Görüntüye ait Hata Matrisi

Referans Veriler				
Sınıflandırma	Orman	Zeytin ve Maki Alanları	Yerleşim ve Açık Alanlar	Satır Toplamı
Orman	168	5	2	175
Zeytin ve Maki Alanları	3	34	16	53
Yerleşim ve Açık Alanlar	8	15	49	72
Sütun Toplamı	179	54	67	300
Toplam Doğruluk = %84 ve Kappa Katsayısı = 0.71				

Çizelge 2: Sınıflandırılmış 2001 tarihli Görüntüye ait Hata Matrisi

Referans Veriler				
Sınıflandırma	Orman	Zeytin ve Maki Alanları	Yerleşim ve Açık Alanlar	Satır Toplamı
Orman	174	2	4	180
Zeytin ve Maki Alanları	3	40	24	67
Yerleşim ve Açık Alanlar	2	19	32	53
Sütun Toplamı	179	61	60	300
Toplam Doğruluk = %82 ve Kappa Katsayısı = 0.68				

Tahmin doğruluğunun %80 ve üzerinde olması durumunda sınıflandırmanın doğru ve güvenilir olduğu kabul edilmektedir (Koç ve Yener 2001). Çizelge değerlerinden anlaşılacağı gibi sınıflandırılmış uydu görüntüleri yeterli doğruluk düzeyine sahip bulunmaktadır.

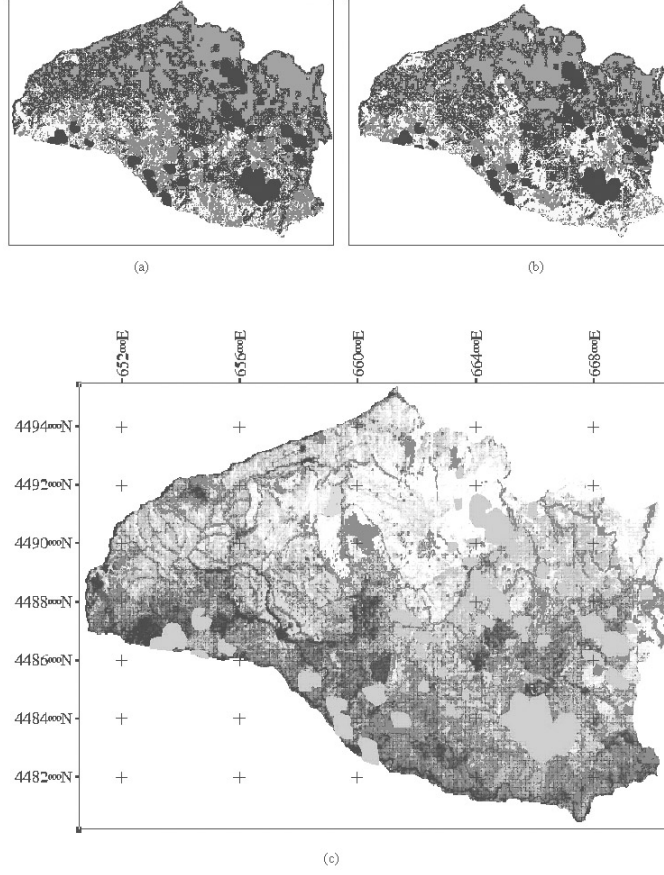
3.2. Orman Alanlarında Meydana Gelen Değişimler

Arazi kullanım sınıflarındaki değişimlerin belirlenmesinde farklı bantların birbirine oranlanması veya birbirinden farkı, elle ekran üzerinde sayısallaştırma ve sınıflandırılmış görüntülerin karşılaştırılması gibi çeşitli algoritma ve yöntemler kullanılabilir (Jensen 1996).

Bu çalışmada, orman alanlarındaki değişimlerin saptanması, farklı tarihlere ait sınıflandırılmış uydu görüntülerinin karşılaştırılması şeklinde yapılmıştır. Bu yöntemde aynı koordinat sisteminde tanımlı iki sınıflandırılmış görüntü ER Mapper ortamında konumsal olarak analiz edilmiş ve Şekil 3 de görüldüğü gibi orman alanlarının azaldığı yerler kırmızı, arttığı yerlere de yeşil renkte gösterilmiştir. Bu yöntemin doğruluğu sınıflandırılmış görüntülerin doğruluğuna bağlıdır ve çalışmada doğruluk analizi sonucunda her bir sınıflandırılmış görüntü için ayrı ayrı hesaplanan bu değerler (%84 ve %82) kabul edilebilir düzeydedir.

1992 yılı görüntüsü bulutlu olduğu için, bulutlar ve bulutların gölgeleri maskelenmiştir. Toplam 1250.10 ha büyüklüğünde olan maskelenmiş alanlar her iki görüntüde de değerlendirmeye alınmamıştır.

ARMUTLU ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİNDEKİ ORMAN ALANLARINDAKİ DEĞİŞİMLERİN LANDSAT UYDU GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK İZLENMESİ



Şekil 3: (a) 1992 yılına ait sınıflandırılmış Uydu Görüntüsü (b) 2001 yılına ait sınıflandırılmış Uydu Görüntüsü (c) Orman alanlarının değiştiği alanlar

Çizelge 3: 1992 ve 2001 Yıllarındaki Arazi Kullanım Durumu

SINIFLAR	1992 YILI		2001 YILI	
	Alan (ha)	%	Alan (ha)	%
Orman Alanları	9104.04	55.86	8785.63	53.90
Yerleşim ve Açık Alanlar	4049.62	24.85	2827.65	17.35
Zeytin ve Maki Alanları	3145.16	19.29	4685.54	28.75
TOPLAM	16298.82	100.00	16298.82	100.00

Çizelge 4: 1992 ve 2001 Yıllarındaki Arazi Kullanım Sınıflarındaki Değişimler

SINIFLAR	1992 Yılı (ha)	2001 Yılı (ha)	Değişim (ha)	Değişim (%)
Orman Alanları	9104.04	8785.63	-318.41	-1.96
Yerleşim ve Açık Alanlar	4049.62	2827.65	-1221.97	-7.50
Zeytin ve Maki Alanları	3145.16	4685.54	+1540.38	+9.46

Çizelge 3'deki değerlerin incelenmesiyle görüleceği üzere 1992 yılında orman alanları genel alanın %55.86'sını oluştururken, 2001 yılında %53.90'nını oluşturmaktadır. Yerleşim ve açık alanların 1992 yılındaki değeri %24.85 iken 2001 yılında bu oran %17.35'e inmiştir. Zeytin ve maki alanlarının genel alana oranı 1992 yılından 2001 yılına kadar olan 9 yıllık süre zarfında sırasıyla %19.29 ve %28.75 olarak hesaplanmıştır. Yerleşim ve açık alanlar ile zeytin ve maki alanlarındaki bu büyük değişikliklerin en önemli kaynağı; 1992 yılı görüntüsünün sonbahar mevsimine ait olması ve bu mevsimde tarım alanlarının çoğunluğunun boş olmasıdır. 2001 yılı görüntüsü ise ilkbahar mevsimine ait olup tarım alanlarının büyük bir kısmı ekili ve dikilidir. Bunun yanında arazide yapılan tespitler sonucunda bu mevsimde zeytin alanlarında da yoğun olarak sebze tarımı yapıldığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, ekili ve dikili tarım alanları, zeytin ve maki alanları ile benzer yansıtım göstermekte ve sınıflandırma sonucunda bu alanlara dahil olmaktadır. Çalışmada sadece orman alanlarındaki değişimler incelendiğinden bu farklar çalışmayı etkilememiştir.

Çizelge 4'de görüldüğü gibi orman alanlarında 1992 ve 2001 yılları arasında meydana gelen azalma 318.41 hektar olup bunun genel alana oranı %1.96'dır.

Çalışmada, ormanlık alanların arttığı ve azaldığı yerler konumsal olarak sadece görüntü üzerinde gösterilmiş ve çalışma alanındaki toplam değişimleri hesaplanmıştır. Ayrıca, sınıflandırılmış görüntülerin Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) ortamında analiz edilmesiyle bu değişim miktarlarını konumsal olarak belirlemek de mümkündür (Koç ve Yener 2001).

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmada, 1992 ve 2001 yılları arasında orman alanlarında meydana gelen değişimler, Landsat Uydu görüntüleri kullanılarak yeterli doğrulukla belirlenebilmiştir. Sınıflandırılmış görüntülerin karşılaştırılması biçiminde uygulanan bu yöntemin doğruluğu sınıflandırmaların doğruluğuna bağlı bulunmaktadır ve daha önce

ARMUTLU ORMAN İŞLETME ŞEFLİĞİNDEKİ ORMAN ALANLARINDAKİ DEĞİŞİMLERİN LANDSAT UYDU GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK İZLENMESİ

belirtildiği üzere bu değerler (%84-82) kabul edilebilir düzeyin (%80) üzerindedir.

Daha önce açıklandığı gibi çalışma alanında 1992 ve 2001 yılları arasındaki 9 yıllık sürede ormanlık alanlarda meydana gelen toplam değişim miktarı 318.41 hektardır. Zeytin tarımının çok yaygın olduğu yörede, orman alanlarından yapılan tarımsal amaçlı açmalar, bu azalmanın başlıca kaynağı olarak gösterilebilir. 9 yıllık bir zaman sürecinde oluşan bu değişimin diğer sebepleri olarak da ormancı eliyle yapılan silvikültürel müdahaleler (gençliğin henüz alanı kapatamadığı alanlar) ve orman yangınları gösterilebilir.

Orman kaynakları hakkında sürekli, kısa zaman aralıkları ile güncellenebilir bilgi edinilmesi, bu kaynağın etkin biçimde planlanmasına olanak sağlamaktadır. Sonuç olarak yapılan çalışmalar, uydu görüntülerinin geniş alanlarda (örnek; Landsat için 185 x 185 km²) orman alanlarının belirlenmesi ve haritalanmasına olanak sağlayan ucuz ve güvenilir bir bilgi kaynağı olduğunu göstermektedir. Diğer yandan uydu görüntüleri ile çok kısa zaman aralıkları içinde (örnek; Landsat için 16 gün) orman alanlarında meydana gelen değişiklikler izlenebilmektedir. Bununla birlikte, yüksek yersel çözünürlüklü IKONOS, QUICK BIRD, SPOT-5 gibi uydu görüntülerinin, fiyatlarının ucuzlaması koşuluyla, orman amenajmanında meşcere tipleri ayırımında da kullanılabilmesi mümkün gözükmektedir. Böylece, yüksek yersel çözünürlüklü sayısal uydu verileriyle orman amenajman çalışmaları daha çabuk, doğru ve ekonomik olarak yapılabilecektir. Bundan dolayı, ülkemizin değişik yörelerindeki orman alanları için, bu yeni uydu görüntüleriyle meşcere tiplerinin belirlenmesine yönelik araştırmaların da yapılması yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Asan, Ü. 1999. Using Possibilities of Satellite Images in Forestry and The Applications in Turkey” Internatinal Symposium on Remote Sensing&Integrated Technologies, İstanbul, 113-126.
- Asan, Ü. 2000. Ulusal Orman Envanteri Kavramı ve Türkiye’deki Durum, T.C. Orman Bakanlığı, Teknik Bülten, 2, Ankara.
- Asan, Ü., Özdemir, İ. 2002. İstanbul Korularında Konumsal Fonksiyonların Belirlenmesi ve Haritalanması, Orman Amenajmanı’nda Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu, İstanbul, 67-76.
- Dahm, S., Akca, A., Saborowsky, J. 1996. A Three Phase Sample Design for Forest Inventory Allgemeine Forst und Jagdzeitung, D 20867 E, 77-82.
- Dees, M., Pelz, R.D., Koch, B. 1998. Integrating Satellite Based Forest Mapping with Landsat TM in a Concept of a Large Scale Forest Information

SDÜ ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ

- System, Photogrammetrie, Fernerkundung, Geoinformation, 4/1998, 209-220.
- Eler, Ü. 2001. Orman Amenajmanı, S.D.Ü. Orman Fakültesi Yayını, 17, Isparta.
- Eraslan, İ. 1982. Orman Amenajmanı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, 3010/318, İstanbul, 585.
- Jensen, R.J. 1996. Introductory Digital Image Processing A Remote Sensing Perspective, ISBN 0-13-205840-5, 318.
- Koç, A., Yener, H. 2001. Uzaktan Algılama Verileriyle İstanbul Çevresi Ormanlarının Alansal ve Yapısal Değişikliklerinin Saptanması, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 51/2, 17-36, İstanbul.
- Köse, S., Çakır, G.; Sönmez, T., Sivrikaya, F. 2002. Uzaktan Algılamanın Orman Amenajman Planlamasında ve Bilgi Sistemleri Kurulmasındaki Önemi, Orman Amenajmanı'nda Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu, İstanbul, 148-157.
- Mather, P.M. 1987. Computer Processing of Remotely-Sensed Images, ISBN 0-471-90648-4, 125-126.
- Mccormick, N. 1999. Satellite-Based Forest mapping Using The Silvics Software, User Manuel, Space Applications Institute, I-21020 Ispara (VA), Italya, 16-17.
- Musaoğlu, N. 1999. Elektro-Optik ve Aktif Mikrodalga Algılayıcılarından Elde Edilen Uydu Verilerinden Orman Alanlarında Meşcere Tiplerinin ve Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Belirlenme Olanakları, İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği, Doktora Tezi, İstanbul, 108.
- Richards, A.J., Jia X. 1999 Remote Sensing Digital Image Analysis, ISBN 3-540-64860-7, Australian, 267.
- Şad, H., C. 1993. Orman Amenajmanı Alanında Uzaktan Algılama Yöntemleri ve Geo-Enformasyon Sistemleri (GIS)'den Yararlanma Olanakları" İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 43, Sayı 1-2, İstanbul, 57-67, 1993.