

Landsat TM Uydu Görüntüsü Yardımıyla Bazı Meşcere Parametreleri (Gelişim Çağı ve Kapalılık) ve Arazi Kullanım Sınıflarının Belirlenmesi

Alkan GÜNLÜ

Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, ÇANKIRI
E-mail: alkangunlu@karatekin.edu.tr

Geliş Tarihi: 04.01.2012

Özet

Bu çalışmanın amacı, Landsat TM uydu görüntüsünü orman amenajman planı meşcere tipleri haritasını referans veri olarak, meşcere parametreleri (gelişim çağı ve kapalılık) ve arazi kullanım sınıflarının kontrollü sınıflandırılmasıdır. Sınıflandırma başarıları, gelişim çağı için % 85.56 ve kapa değeri 0.83, kapalılık için % 90.40 ve kapa değeri 0.88 ve arazi kullanım sınıfları için % 94.00 ve kapa değeri 0.92 olarak bulunmuştur. Ayrıca bu çalışmada, meşcere parametreleri (gelişim çağı ve kapalılık) ve arazi kullanım sınıflarına ilişkin olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak konumsal analiz yapılmıştır. Konumsal analiz sonuçlarına göre gelişim çağı için konumsal başarı % 34.6, kapalılık için % 67.0 ve arazi kullanım sınıfları için % 58.6 olarak bulunmuştur. İki sınıflandırma sonucu karşılaştırıldığında, konumsal sınıflandırma başarıları uydu görüntüsünün sınıflandırma başarısından düşük çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Meşcere parametreleri, Arazi kullanım sınıfları, Konumsal analiz, Landsat TM uydu görüntüsü.

Estimation of Certain Stand Type Parameters (Growth Stage and Crown Closure) and Land Cover Using Landsat TM Satellite Image

Abstract

The objective of this study is to determine certain stand type parameters such as crown closure, development stage and land cover obtained from Landsat TM image and forest cover type map (FCTM). The study evaluates the performance image classification (supervised classification) accuracies between Landsat TM image and the FCTM. The research also focuses on classifying and mapping the stand parameters with the spatial analysis functions of GIS. The result showed that crown closure, development stage and land cover classes were estimated with Landsat TM image using supervised classification with a 0.83, 0.88 and 0.92 kappa statistic value and 85.56%, 90.40% and 94% overall accuracy assessments, respectively. According to the spatial accuracy assessment results, development stages, crown closures and land cover classes also had accuracy of 34.6%, 67.0% and 58.6%, respectively. As can be seen in the results, spatial accuracy is lower than classification accuracy.

Keywords: Stand parameters, Land-cover classes, Spatial analysis, Landsat TM satellite image.

Giriş

Ülkemizde orman amenajman planları 10 ya da 20 yıllık süreler için hazırlanmaktadır. Bilindiği gibi planlama süreci envanter çalışmaları ile başlamaktadır. Ormancılıkta envanter verisi, yersel ölçümler veya uzaktan algılama verileri ya da bu iki tekniğin birlikte kullanılmasıyla elde edilmektedir (Lund ve Thomas, 1989; Avery ve Burkhart, 1994; Kilpelainen ve Tokola, 1999). Meşcere parametreleri (gelişim çağı, kapalılık vb.) orman amenajman planlarının hazırlanmasında temel veriler olarak değerlendirilmektedir. Bu parametrelerin

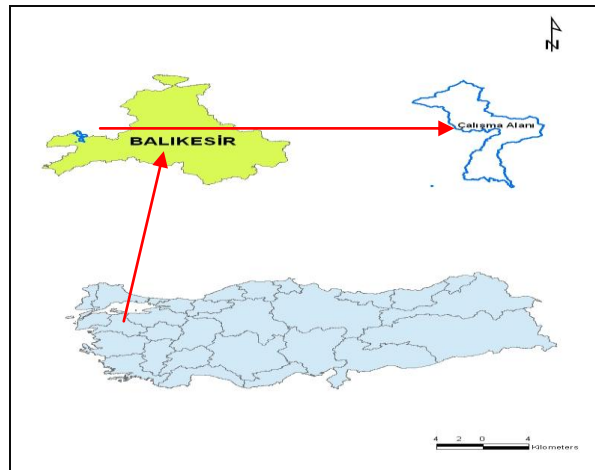
arazide yersel ölçümlerle elde edilmesi pahalı, yoğun iş yoğunluğu ve zaman alıcı bir aşamayı içermektedir (Günlü ve ark., 2008; Sivrikaya, 2011). Özellikle uzaktan algılama verileri orman amenajman planlarında meşcere tipleri ve yapılarının belirlenmesinde önemli yararlar sağlamaktadır (Anderson ve ark., 2004). Son zamanlarda uzaktan algılama verileri ve özellikle de Landsat uydu görüntüleri geniş alanlarda başarılı bir şekilde kullanılmakta ve uzaktan algılama verileriyle gelişim çağı, kapalılık gibi meşcere parametrelerinin

tahmin edilmesine ilişkin çalışmalar yapılmaktadır (Hyypä ve ark., 2000; PaEivinen ve ark., 1993). Pilger (2002) tarafından yapılan bir çalışmada arazi kullanım sınıfları ve gelişim çağı Landsat TM uydu görüntüsü yardımıyla sınıflandırılmış ve arazi kullanım sınıfı için kappa değeri 0.68 ve gelişim çağı için 0.56 bulunmuştur. Sivrikaya ve ark. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada; Artvin merkez planlama ünitesinde arazi kullanım sınıfları için sınıflandırma başarısı % 82.1 ve kappa değeri 0.79, Bulanıkdere planlama ünitesinde ise sınıflandırma başarısı % 88.7 ve kappa değeri ise 0.87 olarak bulunmuştur. Sivrikaya (2011) tarafından yapılan bir çalışmada ise gelişim çağı için sınıflandırma başarısı % 93.0 ve kappa değeri 0.90, kapalılık için % 94.0 ve 0.92 ve meşcere tipleri için % 72.0 ve 0.67 olarak bulunmuştur. Bunlara ilave olarak uzaktan algılama verileriyle arazi kullanım sınıflarının belirlenmesine ilişkin bazı çalışmalar da yapılmıştır (Çakır ve ark., 2008, Kadioğulları ve Başkent, 2008, Sanem ve ark., 2010). Bu çalışmanın amacı; meşcere tipleri haritası referans veri alınarak, meşcere tipleri haritasından elde edilen meşcere parametreleri (gelişim çağı ve kapalılık) ve arazi kullanım sınıfları Landsat TM uydu görüntüsü üzerinde kontrollü sınıflandırma yöntemiyle sınıflandırılmıştır.

Sınıflandırılmış görüntüler ile meşcere tipleri haritası çakıştırılarak meşcere parametreleri (gelişim çağı ve kapalılık) ve arazi kullanım sınıflarının konumsal başarıları belirlenmiştir. Ayrıca, elde edilen her bir sınıflandırılmış görüntünün sınıflandırma başarıları hesaplanmıştır.

Çalışma Alanı

Çalışma alanı olan Gürgendağ planlama ünitesi, coğrafi mevki olarak, ED_1950_UTM_Zone_35N, 491735-503400 doğu boylamı, 4386173-4402748 kuzey enlemi koordinatları arasında yer almaktadır. Mülki bakımdan Balıkesir ili, Edremit ilçesi sınırları içerisinde olup, idari bakımdan Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü, Edremit Orman İşletme Müdürlüğü, Gürgendağ Orman İşletme Şefliği tarafından işletilmektedir. Çalışma alanının toplam alanı 13177 ha olup bu alanın yaklaşık 7217 ha ormanlık alanlarla kaplıdır. Bu çalışma 5884 ha'lık bir alanda gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanındaki hakim ağaç türleri Kızılcım, Karaçam, Gökmar, Kayın, Meşe ve Kızılağaç'dan oluşmaktadır. Çalışma alanında yer alan ormanlık alanlar 250m ile 1450 m rakımları arasında yer almakta ve ortalama eğimi % 51'dir. Planlama ünitesinin yıllık ortalama yağış miktarı 624.3 mm ve ortalama sıcaklığı ise 16.5 C°'dir. Çalışma alanını gösteren harita Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının coğrafi konumu

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada 2009 tarihli 1/25.000 ölçekli meşcere tipleri haritası ve 08.08.2005 tarihli Landsat TM uydu görüntüsü materyal

olarak kullanılmıştır. Çalışmada Landsat TM uydu görüntüsünün TM 1-5 ve 7 bandları kullanılmıştır.

Uydu Görüntüsünün Geometrik Düzeltilmesi

Çalışmada kullanılan Landsat TM uydu görüntüsü üzerinde sınıflandırma öncesinde bazı ön işlemler yapılmıştır. Landsat TM uydu görüntüsü üzerinde araştırma alanı olarak seçilen Gürgendağı planlama ünitesinin kapladığı alan, sayısallaştırılan meşcere tipi harita sınırları kullanılarak gerekli geometrik düzeltmeler yapıldıktan sonra kesilmiştir. Bu çalışmada tüm işlemler kesilen görüntü üzerinden yapılmıştır. Landsat TM uydu görüntüsünün konumsal veri tabanı içerisinde değerlendirilebilmesi için geometrik olarak düzeltilmesi gerekmektedir. Geometrik düzeltme işlemi, orijinal uydu görüntüsündeki eğilme-büzlümlerin (distorsiyonları) giderilerek harita düzeninde kullanımını sağlamaktadır. Dijital ortamdaki uydu görüntüleri, görüntü sistemi, uydu yörüngesi ve dünyanın dönmesinden meydana gelen bozulmalardan dolayı analitik olarak tanımlanmış dönüşümlerle yapılamaz. Bu nedenle, dönüşüm parametreleri en küçük kareler yöntemi ile belirlenir. Bunu manuel (elle) olarak belirlenen ve hem görüntüde hem de çalışılan projeksiyon sisteminde çok sayıda kontrol noktalarına ihtiyaç duyulur. Bunlar yer kontrol noktaları (YKN) olarak adlandırılır. Geometrik düzeltme işleminin yapılabilmesi için öncelikle uydu görüntüsünün dönüştürüleceği koordinat sistemi için datum ve yer kontrol noktaları belirlenmelidir. Bu çalışmada yer kontrol noktaları 1/25.000 ölçekli topografik haritalar üzerinden seçilmiştir. Yüksek doğrulukta ve çok sayıda YKN seçimi oldukça zor bir işlemdir. Bu işlem için yol kesişimleri, yol-dere kesişimleri gibi yapay detaylar YKN olarak seçilmiştir. YKN'lerinin seçiminde, noktaların görüntü üzerine homojen olarak dağılmasına dikkat edilmiştir. Datum seçiminde, Gürgendağ planlama ünitesi 60° lik tek bir UTM dilimi içerisinde değerlendirilebildiğinden, ülke koordinat sistemindeki diğer büyük ölçekli mühendislik çalışmalarla entegrasyonu kolay sağlamak amacıyla 60° lik UTM koordinat sistemi ile 1/25.000 ölçekli paftaların üretiminde kullanılan ED50 datumu tercih edilmiştir. Uzaktan algılama verilerinin

geometrik dönüşümünde maksimum karesel ortalama hata (RMS) miktarı 0.5 piksel olarak kabul edilir (Jensen, 1996; Armston ve ark., 2002). RMS hatası 1 pikselden aşağı olacak şekilde Landsat TM uydu görüntüsünün geometrik düzeltilmesi yapılmıştır.

Uydu Görüntüsünün Sınıflandırılması

Bu çalışmada Landsat TM uydu görüntüsünün sınıflandırılmasında kontrollü sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Kontrollü sınıflandırma bir görüntüdeki beklenen arazi farklılıklarını sınıflar halinde bilinen (signature) alanlar yardımıyla belirlenmesi işlemidir. Bu işlem; sırasıyla alana ait ön bilgilerin toplanması, eğitim alanlarının belirlenmesi, sınıflandırmanın yapılması ve sınıflandırmanın başarısının denetlenmesi aşamalarından oluşmaktadır. Eğitim alanlarına ait veriler, mümkün olduğunca uydu görüntüsünün elde edildiği tarihe yakın bir zaman diliminde araziden toplanmalıdır. Sınıflandırmanın doğru bir şekilde yapılabilmesi için eğitim alanlarının arazide homojen bir şekilde belirlenmesine ve yeterli büyüklükte tanımlanmasına bağlıdır (Lillesand ve Kiefer, 2000). Bu çalışmada eğitim alanına ait veriler meşcere tipi haritasından elde edilmiştir. Çalışmada kontrollü sınıflandırma metodu olarak En Yüksek Olasılık (Maximum Likelihood) algoritması kullanılmıştır. Çalışma alanına ait uydu görüntüsünün kuzey-batı kesiminde bulutlu bir alan yer almakta ve yapılan kontrollü sınıflandırmada bu alan bulut olarak sınıflandırılmıştır. Kontrollü sınıflandırmada gelişim çağı için a, b, c, d, iskan-ziraat ve bulut olmak üzere 6 sınıf, kapalılık için, 1, 2, 3 kapalılık sınıfı, iskan-ziraat ve bulut olmak üzere toplam 5 sınıf ve arazi kullanım sınıfları için yapraklı orman, ibrelili orman, karışık orman, ziraat-iskan ve bulut olmak üzere 5 adet sınıf elde edilmiştir. Çalışma alanında bozuk alanların az olmasından dolayı kapalılık ve arazi kullanım sınıfları içerisinde bozuk alanlar ziraat-iskan alanlarına dahil edilerek değerlendirilmiştir. Her bir sınıf için uydu görüntüsü üzerinde 10 adet örnek sınıflar (signature) alınarak gelişim çağı, kapalılık ve arazi kullanım sınıfları sınıflandırılmıştır. Gelişim çağı ve

kapalılık sınıfına ilişkin sınıflandırma bilgileri Tablo 1'de verilmiştir. Sınıflandırmanın başarısı, her bir sınıfa en az 30 örnek alan düşecek şekilde nokta bazında kontrol edilmiştir. Uygulanan kontrollü sınıflandırma sonucunda, sınıflandırmanın toplam doğruluk yüzdesi ile bu doğrulukların istatistikî olarak değerlendirilmesini sağlayan kappa değerleri hesaplanmıştır. Kontrollü sınıflandırma sonucunda elde edilen sınıflandırılmış görüntüler raster veriden

vektör veriye dönüştürülmüştür. Uydu görüntüsünün geometrik düzeltilmesi, sınıflandırılması, sınıflandırma başarısının belirlenmesi ve elde edilen görüntülerin raster formattan vektöre çevrilmesinde Erdas Imagine 9.1 (Erdas, 2002) programı kullanılmıştır. Vektör veri haline getirilen görüntü verisi ArcGis9.3 programı yardımıyla meşcere tipleri haritası ile çakıştırılmıştır.

Tablo 1. Gelişim çağı ve kapalılığın sınıflandırılması

Kapalılık Sınıfları	Ölçüt (%)	Sembolü	Gelişim Çağları	Ölçüt (göğüs çapı)
Boşluklu kapalı	%0-10	0	a	< 7,9 cm
Gevşek kapalı	%11-40	1	b	8- 19.9 cm
Orta kapalı	%4-70	2	c	20- 35.9 cm
Kapalı ve tam kapalı	%>71	3	d	>36 cm
Ziraat-iskan			Ziraat-iskan	

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada kontrollü sınıflandırma sonucunda, gelişim çağı için sınıflandırma başarısı % 85.56 ve kapa değeri 0.83, kapalılık için sınıflandırma başarısı % 90.40 ve kapa değeri 0.88 ve arazi kullanım sınıfları için sınıflandırma başarısı % 94 ve kapa değeri 0.92 bulunmuştur. Bu konuda yapılan diğer bazı çalışmalarda benzer sonuçlar bulunmuştur. Günlü ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada gelişim çağı için sınıflandırma başarısı %92 ve kappa değeri 0.89, kapalılık için sınıflandırma başarısı % 81 ve kappa değeri 0.86 ve arazi kullanım sınıfları için sınıflandırma başarısı % 89 ve kappa değeri 0.86 bulunmuştur. Sivrikaya (2011) tarafından yapılan bir çalışmada gelişim çağı için sınıflandırma başarısı % 93, kappa değeri 0.90 ve kapalılık

için sınıflandırma başarısı % 94 ve kappa değeri 0.92 bulunmuştur. Her bir meşcere parametresi (gelişim çağı ve kapalılık) ve arazi kullanım sınıflarının her bir sınıfına ilişkin diğer sınıflandırma sonuçları Tablo 2, 3, 4'de ve elde edilen sınıflandırılmış haritaları da Şekil 2,3 ve 4'de verilmiştir.

Sınıflandırma sonucunda elde edilen görüntüler ile meşcere tipleri haritası çakıştırılmış ve meşcere parametreleri (gelişim çağı ve kapalılık) ve arazi kullanım sınıflarının konumsal olarak başarıları belirlenmiştir. Konumsal sınıflandırmada hem her bir sınıf için konumsal başarı ve hem de genel başarı elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 2, 3 ve 4'de verilmiştir.

Tablo 2. Gelişim çağlarının meşcere tipi haritası, Landsat TM uydu görüntüsü ve konumsal analiz sonuçlarına göre değişimi

Gelişim Çağları	Meşcere Tipi Haritası		Landsat TM uydu görüntüsü				
	ha	%	ha	%	Farklar (+/-)	Sınıflandırmanın konumsal Başarı	
						ha	%
a	383.5	6.5	1562.4	26.6	-1178.9	208.9	13.4
b	834.2	14.2	561.1	9.5	273.1	124.1	22.1
c	2335.5	39.7	1403.5	23.9	932.0	831.7	59.3
d	2052.3	34.9	1745.6	29.7	306.7	842.4	48.3
Bozuk-İskan Ziraat	278.5	4.7	263.2	4.3	15.3	29.1	11.1
Bulut			348.2	6.0			
Toplam	5884.0	100.0	5884.0	100.0		2036.2	34.6

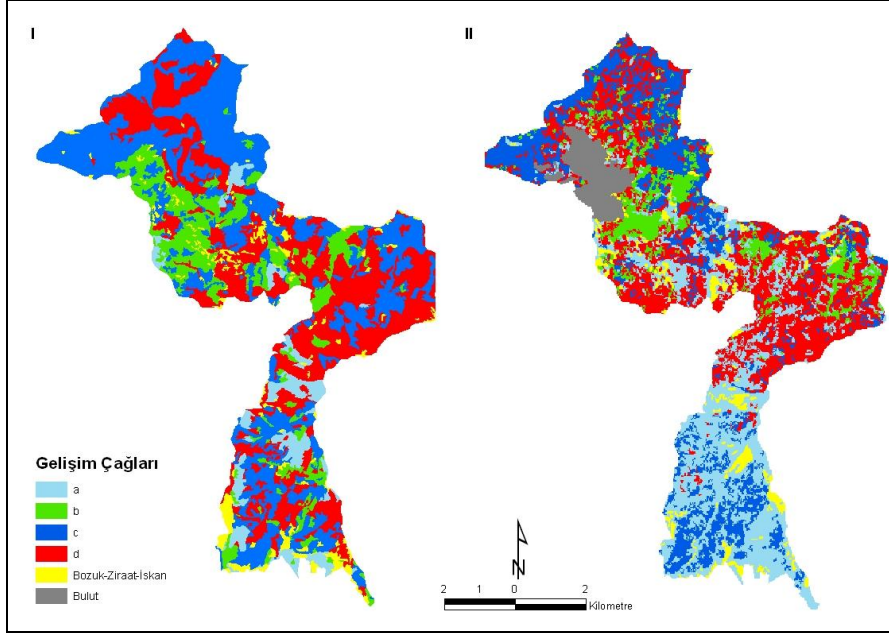
Tablo 3. Kapalılık sınıflarının meşcere tipi haritası, Landsat TM uydu görüntüsü ve konumsal analiz sonuçlarına göre değişimi

Kapalılık Sınıfları	Meşcere Tipi Haritası		Landsat TM uydu görüntüsü				
	ha	%	ha	%	Farklar (+/-)	Sınıflandırmanın konumsal başarısı	
						(ha)	%
1	446.9	7.6	529.1	8.9	-82.2	136.9	25.8
2	574.9	9.7	909.9	15.5	-335.0	270.9	29.8
3	4583.6	77.9	3844.5	65.3	739.1	3507.6	91.2
Bozuk-İskan Ziraat	278.6	4.8	252.3	4.3	26.3	40.3	15.9
Bulut			348.2	6.0			
Toplam	5884.0	100.0	5884.0	100.0		3941.7	67.0

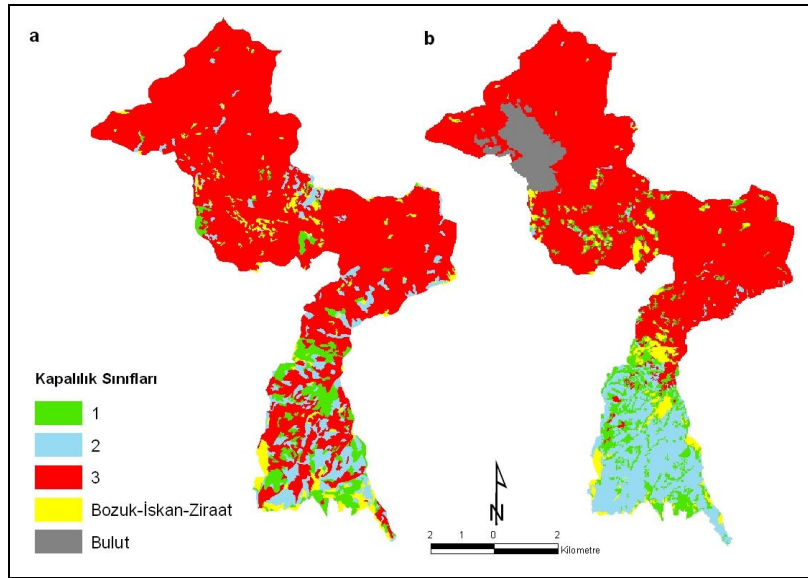
*Konumsal başarı yüzdesi=(hem meşcere tipi haritasında hem de uydu görüntüsünde konumsal olarak doğru sınıflandırılmış alan/toplam alan) x100: 3941.7/5884x100=%67.0

Tablo 4. Arazi kullanım sınıflarının meşcere tipi haritası, Landsat TM uydu görüntüsü ve konumsal analiz sonuçlarına göre değişimi

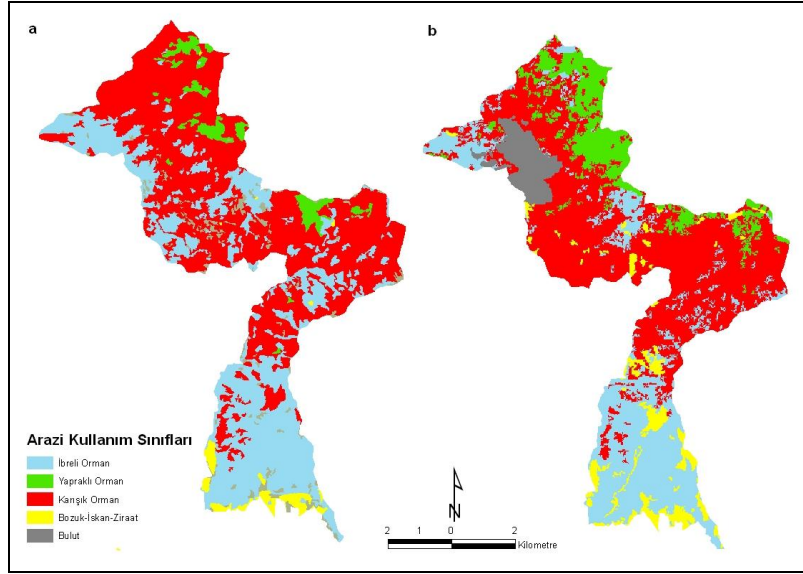
Arazi Kullanım Sınıfları	Meşcere Tipi Haritası		Landsat TM uydu görüntüsü				
	ha	%	ha	%	Farklar (+/-)	Sınıflandırmanın konumsal başarısı	
						ha	%
Yapraklı orman	241.2	4.1	695.8	11.8	-454.6	150.3	21.6
İbrelili orman	2140.5	36.4	1575.3	26.8	565.2	1106.7	70.3
Karışık orman	3374.1	57.3	2937.9	49.9	436.2	2085.5	70.9
Bozuk-İskan-Ziraat	128.2	2.2	326.8	5.5	-198.6	104.3	31.9
Bulut			348.2	6.0			
Toplam	5884.0	100.0	5884.0	100.0		3446.8	58.6



Şekil 2. Gelişim çağları haritası I) meşcere tipleri haritası II) Landsat TM uydu görüntüsü



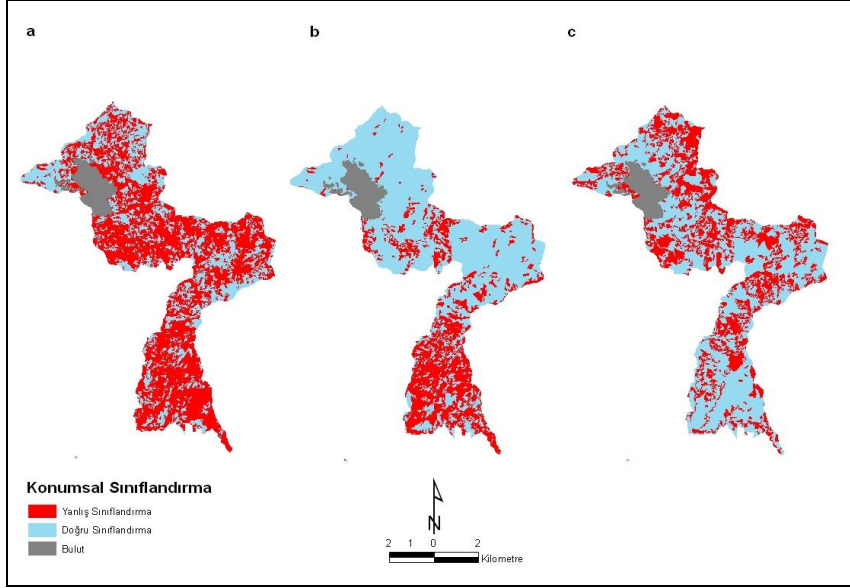
Şekil 3. Kapalılık sınıfları haritası a) meşcere tipleri haritası b) Landsat TM uydu görüntüsü



Şekil 4. Arazi kullanım sınıfları haritası a) meşcere tipleri haritası b) Landsat TM uydu görüntüsü.

Ayrıca, konumsal sınıflandırma sonuçlarına ilişkin elde edilmiş haritalar Şekil 5’de verilmiştir. Tablo 2 incelendiğinde örneğin “b” gelişim çağıının alanı meşcere tipleri haritasında 834.2 ha iken, sınıflandırma sonucunda elde edilen görüntü üzerinde 561.1 ha olarak bulunmuş ve bu alanında 124.1 ha’ı (%22.1) konumsal olarak doğru bir şekilde sınıflanmıştır. Konumsal olarak en iyi sınıflandırma başarısı % 59.3 ile “c” gelişim çağıında elde edilmiştir. Gelişim çağıları için konumsal olarak genel sınıflandırma başarısı % 34.6 olarak bulunmuştur. Tablo 3 incelendiğinde örneğin “3” kapalılık sınıfının alanı meşcere tipleri haritasında 4583.6 ha iken, sınıflandırma sonucunda elde edilen görüntü üzerinde 3844.5 ha olarak bulunmuş ve bu alanında 3507.6 ha’ı (%91.2) konumsal olarak doğru bir şekilde sınıflanmıştır. Konumsal olarak en iyi sınıflandırma başarısı % 91.2 ile “3” kapalılık sınıfında elde edilmiştir. Kapalılık sınıfları için konumsal olarak genel sınıflandırma başarısı % 67.0 olarak bulunmuştur. Tablo 4 incelendiğinde örneğin “karışık orman” sınıfının alanı meşcere tipleri haritasında 3374.1 ha iken, sınıflandırma sonucunda elde edilen görüntü üzerinde 2937.9 ha olarak bulunmuş ve bu alanında 2085.5 ha’ı (%70.9) konumsal

olarak doğru bir şekilde sınıflanmıştır. Konumsal olarak en iyi sınıflandırma başarısı % 70.9 ile “karışık orman” sınıfında elde edilmiştir. Arazi kullanım sınıfları için konumsal olarak genel sınıflandırma başarısı % 58.6 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada özellikle gelişim çağıına ilişkin konumsal sınıflandırma başarısı düşük çıkmıştır. Bunun nedenleri arasında uydu görüntüsü üzerinde çalışma alanının belli bir bölümü bulutla kaplı olması ve bu alanın sınıflandırılmamış olması, uydu görüntüsünde birbirine yakın pixel değerlerine sahip olan farklı gelişme çağıındaki sınıflarının sınıflandırma sonucunda birbiri içerisine karışması sayılabilir. Günlü ve ark., (2008) tarafından yapılan çalışmada gelişim çağı için genel konumsal sınıflandırma başarı %72, kapalılık için %64 ve arazi kullanım sınıfları için %61 bulunmuştur. Günlü ve ark.(2011) tarafından yapılan başka bir çalışmada gelişim çağı için genel konumsal sınıflandırma başarı % 39.5, kapalılık için % 33.2 ve arazi kullanım sınıfları için % 45.5 bulunmuştur. Sivrikaya (2011) tarafından yapılan çalışmada ise gelişim çağı için genel konumsal sınıflandırma başarı % 78.2, kapalılık için % 61.8 ve meşcere tipleri için % 47.6 bulunmuştur.



Şekil 5. Konumsal harita a) gelişim çağları b) kapalılık sınıfları c) arazi kullanım sınıfları

Sonuç

Bu çalışmada orman amenajman planı meşcere haritası referans veri alınarak, meşcere parametrelerinden gelişim çağı ve kapalılık ile arazi kullanım sınıfları Landsat TM uydu görüntüsü üzerinde kontrollü sınıflandırma yardımıyla sınıflandırılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; sınıflandırma başarılarının iyi olduğu görülmüştür. Ayrıca, meşcere parametreleri ve arazi kullanım sınıflarına ilişkin konumsal başarıda belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; kapalılık ve arazi kullanım sınıfları için belirlenen konumsal başarının % 50'nin üzerinde olduğu görülmüştür. Buna karşın gelişim çağına ilişkin konumsal başarısı düşük bulunmuştur. Bu sonuçlar, ışığında özellikle meşcere kapalılığı ve arazi kullanım sınıflarının belirlenmesinde Landsat uydu görüntülerinin kullanılması faydalı olacaktır.

Teşekkürler

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde sağladıkları katkılardan dolayı başta Prof. Dr. Emin Zeki BAŞKENT, Yrd. Doç. Dr. Ali İhsan KADIOĞULLARI, Amenajman Başmühendisi Caner AKGÜL ve Arş. Gör. A. Salih DEĞERMENCI'ye çok teşekkür ediyorum.

Kaynaklar

Anderson C.D., Grebner D.L., Evans D.L., Munn IA., Belli K.L. 2004. The impact of stand identification through an object-oriented approach for forest management planning. In: Proc., Joint CIF/SAF Annual Meeting (October 1-6), Edmonton, Alberta, Canada.

Armston J.D., Danaher T.J., Goulevitch B.M., Byrne M.I. 2002. Geometric Correction of Landsat MSS, TM, and ETM+ Imagery For Mapping of Woody Vegetation Cover and Change Detection in Queenslands, <http://www.nrm.gld.gov.au/slats/pdf/0078anav.pdf>.

Avery T.E., Burkhart H.E. 1994. Forest Measurements. McGraw-Hill Inc., New York.

Çakır G., Sivrikaya F., Keles S. 2008. Forest cover change and fragmentation using Landsat data in Maçka State Forest Enterprise in Turkey. Environ. Monitor. Assess. 137, 51-66.

Erdas, Erdas Field Guide. 2002. Sixth edition. Erdas LLC, Atlanta, Georgia.

Günlü A., Sivrikaya F., Başkent E.Z., Keleş S., Çakır G., Kadioğulları A.İ. 2008. Estimation of Stand Type Parameters and Land Cover Using Landsat-7 ETM Image: A Case Study from Turkey, Sensors 2008, 8, 2509-2525.

Günlü A., Keleş S., Kadioğulları A.İ., Başkent E.Z. 2011. Landsat 7 ETM+ Uydu Görüntüsü Yardımıyla Arazi Kullanımı, Meşcere Gelişim Çağı ve Meşcere Kapalılığın Tahmin Edilmesi; Kastamonu-Kızılcaasu İşletme Şefliği Örneği, I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu (26-28 Ekim 2011), 660-667, Kahramanmaraş, Türkiye.

Hyypä J., Hyypä H., Inkinen M., Engdahl M., Linko S., Zhu Y. 2000. Accuracy comparison of various remote sensing data sources in the retrieval of forest stand attributes. *For. Ecol. Management*, 128, 109-120.

Jensen J.R. 1996. *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective* 2d. Ed. Engle wood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.

Kadıoğulları A.İ., Baskent E.Z. 2008. Spatial and temporal dynamics of land use pattern in Eastern Turkey: a case study in Gümüşhane. *Environ. Monitor. Assess*, 138: 289-303.

Kilpeläinen P., Tokola T. 1999. Gain to be achieved from stand delineation in LANDSAT TM image-based estimates of stand volume. *For. Ecol. Management*, 124, 105–111.

Lillesand T.M., Kiefer R.W. 2000. *Remote Sensing and Image Interpretation*, fourth edition, the Lehigh press, New York.

Lund H.G., Thomas C.E. 1989. *A primer on stand and forest inventory designs*. General Technical Report WO-54. USDA Forest Service, Washington, DC.

Özen Turan S., Kadıoğulları A.İ., Günlü A. 2010. Spatial and temporal dynamics of land use pattern response to urbanization in Kastamonu, *African Journal of Biotechnology* Vol. 9(5), 640-647.

Paivinen, R., Pussinen, A., Tomppo E. 1993. Assessment of boreal forest stands using field assessment and remote sensing. *Proceedings of EARS Conference Operationalization of Remote Sensing*, ITC Enshedene, The Netherlands, 19-23 April.

Pilger N., Peddle D.R., Luther J.E. 2002. Estimation of forest cover type and structure from Landsat TM imagery using a canopy reflectance model for biomass mapping in Western New found land, <http://ieeexplore.ieee.org/iel5/7969/22038/01026103.pdf>

Sivrikaya F., Keles S., Çakır G., Baskent E.Z., Köse S. 2006. Comparing accuracy of classified Landsat data with land use maps reclassified from the stand type maps. *7th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences*, 643-652.

Sivrikaya F. 2011. The importance of spatial accuracy in characterizing stand types using remotely sensed data, *African Journal of Biotechnology* Vol. 10(66), 14891-14906.