ORMAN ÖRTÜSÜNÜN SINIFLANDIRMASINDA DOĞRUSAL KARMA MODEL UYGULAMASI

Muhittin İNAN

İ.Ü. Orman Fakültesi Ölçme Bilgisi ve Kadastro Anabilim Dalı, *inan@istanbul.edu.tr*

ÖZET

Uzaktan algılama verileri yardımıyla geniş alanlarda yayılış gösteren orman örtüsü hakkında oldukça detaylı bilgiler elde edilebilmektedir. Ancak ormanı büyümesine ve yayılışına etki eden birçok faktör farklı orman türlerinin aynı yansıma değerine ya da aynı orman örtüsünün farklı yansıma değerine sahip olmasına da neden olmaktadır. Bu farklılıklar nedeniyle ortaya çıkan kompleks orman varlığının sınıflandırılmasında en yüksek benzerlik (maximum likelihood classification-MLC) yöntemi gibi geleneksel sınıflandırma yöntemleri yetersiz kalabilmektedir.

Bu çalışmada doğrusal karma model (linear mixture model- LMM) yöntemi Landsat ETM$^+$ görüntüleri kullanılarak orman örtüsünün sınıflandırılmasında kullanılmıştır. ETM+ görüntüsü esas alınarak üç soneleman (endmembers) – toprak, orman, diğer/gölge, su – tanımlanmış ve saf piksellerin belirlenmesinden en küçük kareler çözümü kullanılmıştır.

Bu çalışmanın sonuçları, doğrusal karma model yaklaşımının ETM$^+$ görüntüleri kullanılarak orman örtüsünün sınıflandırılmasında umut verici bir yöntem olduğunu göstermiştir. LMM yöntemi orman örtüsünün sınıflandırma doğruluğunu MCL yöntemine göre daha da geliştirmiştir.

Anahtar Sözcükler: Doğrusal karma model, Sınıflandırma, Ormancılık, Landsat ETM$^+$

ABSTRACT

LINEAR MIXTURE MODEL APPLICATION TO FOREST COVER CLASSIFICATION

By using remote sensing data, very detailed information about forest cover extended in larger areas will be obtained. But, a good deal of factor that affect the forest spreading bring about a problem that different forest types may have the same reflection values or, conversely, same forest types may have different reflection values. Because of these differences, the traditional classification methods like maximum likelihood classification method could be inadequate for classification of complex forest cover.

In this paper, a linear mixture model (LMM) approach is applied to classify forest cover using Landsat ETM$^+$ images. Tree endmembers (i.e. soil, forest, other/shade, water) were identified based on the image itself and applied least-squares solution was used unmix pixel identify.

This study indicated that the LMM approach is promising method for forest cover classification using ETM$^+$ images. It can be claimed that this approach improved forest cover classification accuracy over that of the MLC.

Keywords: Linear mixture model, Classification, Forestry, Landsat ETM$^+$

1 GİRİŞ

Uzaktan algılama verileri, orman varlığına yönelik değerlendirmelerde hızlı ve güvenilir bir veri toplama yöntemi olması nedeniyle sürekli artan bir oranda farklı amaçlara yönelik olarak kullanılmaktadır. Ancak dikim yoluyla tesis edilen orman alanları dışındaki ormanlar farklı meşcere grupları ya da farklı büyüme evrelerine sahip, farklı ağaç türlerinden oluşmaktadır.

Gelişmiş sınıflandırma teknikleri olmasına rağmen orman varlığının doğru bir şekilde sınıflandırılması ve tanımlanması, karmaşık meşcere yapısı ve uzaktan algılama verilerinin mekansal çözünürlük sınırları nedeniyle oldukça güçleşmektedir (İnan, 2004). Sınıflandırmanın sonucu çalışma alanının karmaşıklığına ve sınıflandırmada kullanılacak yönteme bağlı olarak eğitim alanlarının verilen sınıf tipini tamamen temsil edip etmediğine bağlı olarak değişiklik gösterir.

Geleneksel sınıflandırma yöntemleri, tipik olarak eğitim alanındaki tüm piksellerin birleşimine ait spektral yansıma değerini verilen sınıf tipine atar ve spektral yansıma deseni eğitim sınıfındaki mevcut tüm materyalin katkılarını içerir (Huguenin, Karaska, Blaricom ve Jensen, 1997). Bu nedenle en yüksek benzerlik (maximum

likelihood classification-MLC) gibi geleneksel sınıflandırma yöntemleri, karışık piksel (mixed-piksel) problemine karşı etkin bir yöntem olamamaktadır.
Doğrusal karma model (linear mixture model- LMM) yöntemi, karmaşık piksel sorununa karşı en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. Bu yaklaşım her bir piksele ait spektrumu, sonüyelere ait spektrumların doğrusal kombinasyonlarının bir bileşkesi olarak ele almakta ve değerlendirmektedir (Settle; Drake, 1993).

Doğrusal karma model yaklaşımı, algılayıcı tarafından kaydedilen spektrumun bir piksel içindeki tüm bileşenlerin spektrumlarının bir doğrusal kombinasyonu olduğunu varsaymaktadır (Meer, 1999). Bu model matematiksel olarak aşağıdaki gibi açıklanmaktadır.

$$R_i = \sum_{k=1}^{n} f_k R_{ik} + \varepsilon_i \qquad (1)$$

Burada, i= kullanılan bant sayısı; k=1,…,n: sonüyelerin sayısı; R_i = bir veya daha fazla son üye içeren bir pikselin i bandındaki spektral yansıma değeri; f_k= bir piksel içindeki k son üyesinin katkısı; R_{ik} = i bandındaki bir pikselin içindeki k sonüyesinin spektral yansıma değeri ve e_i = i bandındaki hata payıdır.

f_k değerini belirlemek için mutlaka, seçilen son üyeler birbirinden bağımsız olmalı, son üye sayısı kullanılan bant sayısında az veya eşit olmalı ve seçilen spektral bantlar arasında yüksek korelasyon olmamalıdır (ENVI Tut., 2000). Son üyelere ait spektrumların seçiminde mümkün oranda spektral olarak saf olan üyelerin seçimine dikkat edilmelidir.

2 YÖNTEM

2.1 Çalışmada Kullanılan Veriler

Araştırma alanı Adapazarı il sınırları içersinde yer alan Pamukova orman işletme şefliğinin bir bölümünü kapsamaktadır ve coğrafi olarak 40°32'– 40° 41' kuzey enlemleri ile 29° 29'– 30° 08' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Çalışma alanın yaklaşık %80'inde egemen ağaç türü olarak Fagus *orientalis* L. (Doğu Kayını)'ın oluşturduğu doğal orman örtüsü vardır.

Çalışma alanında LMM ve MLC sınıflandırma yöntemlerini test etmek için 12 Haziran 2001 tarihinde alınan Landsat 7 ETM$^+$ (Path:179, Row: 032) uydu görüntü setinden ilgili kesim kesilerek kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca Pamukova işletmesine ait sayısal amenajman haritaları kontrol ve eğitim sınıflarının belirlenmesinde yardımcı veri olarak kullanılmıştır. Bu altlıklarda ağaç türlerinin servet ve artım miktarları detaylı olarak incelenebilmektedir. Ayrıca bölmecik içindeki kayalık, boşluk gibi fiziki özellikler, ağaç türlerinin oluşturduğu öbekler ve bağımsız yayılışlar hakkında da bilgi bulunmaktadır.

2.2 Yöntem

Bu çalışmada LMM yönteminin orman örtüsünün sınıflandırmasındaki yeterliliği ve geleneksel sınıflandırma yöntemlerine göre durumu test edilmiştir. Bu amaçla izlenen yöntem dört ana başlık altında toplanabilir.

(1) Veri Setinin Hazırlanması: 12 Haziran 2001 tarihli Landsat ETM$^+$ görüntü (Fast_L7a formatında) orijinalinde koordinatlı olmasına rağmen, 1/25000 ölçekli memleket haritaları ve sayısal altlıklar ile daha yüksek uyum sağlaması amacıyla tekrar koordinatlandırılmıştır. Geometrik düzeltme işleminde 1nci derece polynominal doğrusal dönüşüm uygulanmıştır. Enyakın komşu örneklem yöntemi ile 30x30 m çıktı piksel boyutlarında, UTM, Zone 36N projeksiyon sisteminde, Internationaal 1909 spheroid ve European 1950 datumunda yeni görüntü seti elde edilmiştir.
Koordinatlandırma işleminde karesel hata sınırının 0,5 den daha küçük olmasına dikkat edilmiştir. Bunu takiben ETM veri setine IMAGINE yazılımının ATCOR modülü kullanılarak atmosferik düzeltme uygulanmıştır.

(2) Orman Örtüsünün Tanımlanması ve Son Üyelerin Seçimi: Bu aşamada öncelilikle ENVI yazılım kullanılarak görüntü setine Minimum Gürültü Dönüşümü (Minimum Noise Fraction- MNF) uygulanmıştır (ENVI Tut., 2000). Bu dönüşüm sonucunda ETM3 - ETM4 bantlarının ve ETM4 – ETM5 bantlarının 2 boyutlu dağılım grafikleri incelenerek 3 endmember (toprak, orman, diğer/yerleşim, su) seçilmiştir. Bu işlem oldukça dikkat istemekte ve nesnelerin spektral yansıma desenlerindeki tutumlarının bilinmesini gerektirmektedir. Örneğin yeşil vejetasyon ETM4 bandında yüksek yansıma değerine sahipken ETM3 bandında düşük yansıma değerine

sahiptir, buna karşılık toprak ise ETM3 ve 4 bandında yüksek yansıma değerine sahiptir ve gölgelik alanlar ise ETM3 ve 4 bantlarında da çok düşük yansıma değerine sahiptir. Endmember belirlenmesi aşamasından sonra ENVI yazılımında Saf Piksel İndeksi (Piksel Purity Index_PPI) oluşturulmuş ve n-boyutlu uzayda sonuçlar değerlendirilerek endmemberlar sınıflandırma için seçilmiştir.

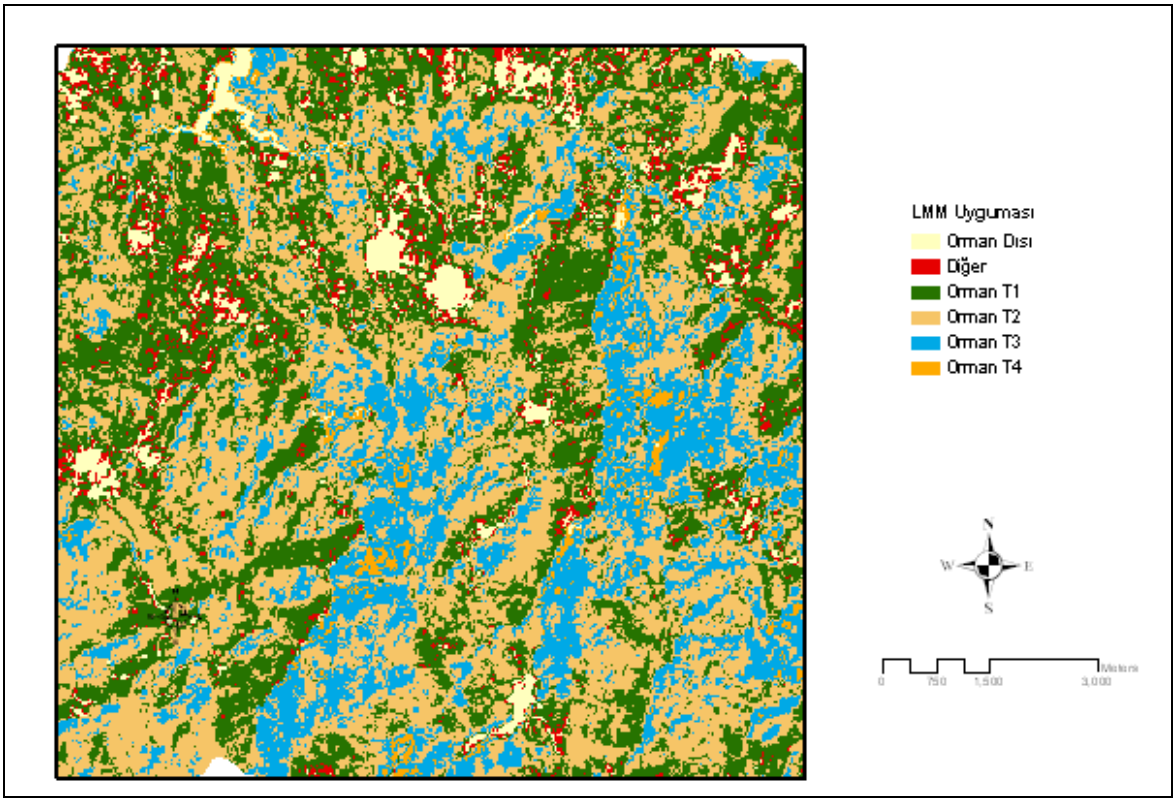
(3) Sınıflandırma: Bu aşamada 2 farklı yaklaşım izlenmiştir. Öncelikle seçilen endmenberlerin sınıflandırmada kullanılması sonucu elde edilen parçacık görüntüsünde yer gerçek verileri ve sayısal altlıklar kullanılarak konumu ve niteliği tam olarak bilinen orman alanlarından, eğitim sınıfları alınmış ve her bir sınıfın istatistikleri (minimum, maksimum, ortalama ve standart sapmaları) incelenmiş ve raporlanmıştır. Bu değerler incelerek Orman T1, T2, T3, T4, orman dışı ve diğer olmak üzere 6 sınıf için eşik değerleri belirlenmiş ve buna göre orman örtüsü sınıflandırılmıştır. Aynı alan ve sınıflar MLC sınıflandırmasında da kullanılmıştır.

(4) Doğruluk analizi: Sınıflandırma uygulamasının tamamlanabilmesi için elde edilen sonuçların doğruluğunun belirlenmesi gereklidir (Richards, 1999). Bir sınıflandırmanın doğrulu derecesini belirlemede en yaygın kullanılan yöntem hata matrisi kurularak elde edilir (Campbell, 1996; Foody, 2002; Yener, 2006). Çalışmada konumsal doğruluk değerlendirmesi yapılmış ve hata matrisleri kullanılarak üretici (ÜD), kullanıcı (KD), ve toplam doğruluklar hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar MLC ve LMM sınıflandırma sonuçlarının doğruluklarının karşılaştırılmasında kullanılmıştır.

3 BULGULAR VE DOĞRULUK ANALİZİ

Şekil 1'de LMM uygulaması kullanılarak sınıflandırılan tematik ETM^+ görüntüsü yer almaktadır. Bu görüntüde orman tiplerinin dağılım net olarak izlenebilmektedir. Bunda en önemli faktör her sınıf için ayrı ayrı belirlenen eşik değerlerinin meşcere genelinden daha çok bölmecik yapısını temsil eden değerleri ortaya çıkarmasıdır. İleride yapılacak çalışmalar ile meşcere karışım oranlarının belli bir güven aralığında ortaya konması sağlanabilir.

Diğer dikkat çekici bir bulguda, sonuç tematik haritanın sayısal amenajman planları ile birlikte incelenmesinde ortaya çıkmaktadır. Bu bulgu Orman T1, T2, T3, T4 sınıflandırma gruplarının orman süksesyon evreleri ile olan uyumudur. Orman T1, T2 sınıfları genç orman sınıflarına denk gelirken, Orman T3, T4 sınıfları nispeten daha yaşlı ormanlara denk gelmektedir. Bu bulguların daha fazla incelenmeye ve arazi çalışmaları ile desteklenmeye ihtiyacı vardır.



Şekil 1: Doğrusal karma model yöntemiyle orman örtüsünün sınıflandırılması

Tablo 1 çalışma alanında uygulanan LMM ve MLC sınıflandırmalarının sonuçlarını göstermektedir. Uzaktan algılama çalışmalarında tahmin doğruluğu %80 ve üzerinde ise sınıflandırma doğru ve güvenilir olarak kabul edilmektedir (Maktav ve Sunar, 1991). Çalışmada kullanılan her iki yöntemde bu koşulu sağlamaktadır. LMM yaklaşımında tüm sınıflardaki sınıflandırma doğruluğu % 88.3 ve kapa katsayısı 0.84, MLC yönteminde ise tüm sınıflardaki sınıflandırma doğruluğu % 79.9 ve kapa katsayısı 0.73 tür.

Genel olarak LMM sınıflandırmasının toplam doğruluğu, MLC yöntemine göre daha yüksektir. Tablo 1 incelendiğinde, LMM yönteminde Orman T1, T2, T3, T4 sınıflarındaki doğru sınıf sayısı sırasıyla 21, 56, 9 ve 28 iken MLC yönteminde aynı sınıflar için bu değerler 19, 56, 6 ve 18 olarak gerilediği gözlenmektedir. Bunun nedeni LMM yönteminde uygun eşik değerlerinin seçimiyle ağaç öbeklerinin veya bağımsız yayılışların kenar doğrululuklarının/keskinliklerinin artması ve buna bağlı olarak doğru sınıf sayısının yükselmesidir. Diğer önemli bir faktörde sınıflandırma yöntemlerinin yapısından kaynaklanmaktadır. MLC yöntemi bir piksel içindeki tüm materyallerin ortalamasını tek bir piksel değeri olarak ele almakta ve en yüksek benzerlik

	Sınıflar	Değerlendirilen Görüntü						Ref. Top.	Snf. Top.	Dogru Sayısı	ÜD %	KD %
		Orman T1	Orman T2	Orman T3	Orman T4	Orman İçi Açıklık	Diğer					
LMM	Orman T1	21	1	0	0	0	0	26	22	21	80.7	95.5
	Orman T2	2	56	1	1	1	1	57	62	56	98.3	90.3
	Orman T3	0	0	9	0	0	0	11	9	9	81.8	100.0
	Orman T4	0	1	1	28	1	0	32	31	28	87.5	90.3
	Orman İçi Açıklık	2	1	1	1	16	2	20	22	16	80.0	72.7
	Diğer	0	0	0	0	0	4	4	4	4	100	100
	Toplam Sınıflandırma Doğruluğu: % 88.3; Toplam Kapa İstatistiği: 0.84											
MLC	Orman T1	19	1	0	0	1	0	26	21	19	73.1	90.5
	Orman T2	4	56	3	6	2	1	57	72	56	98.3	77.8
	Orman T3	0	0	8	0	0	0	11	8	6	72.7	100
	Orman T4	0	1	2	18	2	0	32	23	18	56.3	78.3
	Orman İçi Açıklık	2	0	0	5	15	0	20	22	15	75.0	68.2
	Diğer	0	0	0	0	0	4	4	4	4	100	100
	Toplam Sınıflandırma Doğruluğu: % 79.9; Toplam Kapa İstatistiği: 0.73											

Tablo 1: LMM ve MCL yöntemleriyle yapılan sınıflandırmaların doğruluk karşılaştırılması

kuramına göre sınıflandırmaktadır, bu yaklaşım LMM yöntemine göre daha katı bir sınıflandırma tekniğidir. LMM yönteminde ise, daha önce de bahsedildiği gibi, bir pikselin değeri içindeki tüm bileşenlerin spektrumlarının bir doğrusal kombinasyonu olarak değerlendirilmekte ve sonuç olarak bir parçacık görüntüsü elde edilebilmektedir. Bu özellik piksellerin yer gerçeklerine olan uyumunu artırmaktadır.

4 SONUÇLAR

Bu bildiride, LMM ve MLC yöntemlerine göre aynı alana ait ETM^+ uydu verisi sınıflandırılmış ve sınıflandırma doğrulukları karşılaştırılmıştır. Çalışmanın genelinde LMM yaklaşımı MLC yöntemine göre daha yüksek sınıflandırma doğruluğuna sahiptir. Geleneksel bir yöntem olan MLC yöntemi, LMM yöntemine göre daha katı bir sınıflandırma yöntemidir ve bir piksel içindeki baskın olmayan materyallerin spektrum değerlerini ortalamaya katarak göz ardı etmektedir. LMM yöntemi ise bunun aksine bir pikseli tüm bileşenlerin doğrusal bir kombinasyonu olarak ele almakta ve değerlendirmektedir. Bunun sonucunda sınıfların kenar doğrulukları/keskinlikleri artmaktadır. Sonuç olarak;

- LMM yönteminin toplam sınıflandırma doğruluğu: % 88.3; toplam kapa istatistiği: 0.84
- MLC yönteminin toplam sınıflandırma doğruluğu: % 79.9; toplam kapa istatistiği: 0.73

Bu çalışmada, sınıflandırma sonucu elde edilen tematik haritanın sayısal amenajman planları gibi yardımcı verilerle birlikte değerlendirilmesi sonucunda, orman alanlarında bölmecik haritalarının ve orman süksesyon evrelerini temsil eden haritaların elde edilebileceğini göstermektedir. Ancak bunun için daha fazla inceleme ve arazi çalışmaları ile desteklenmesi gerektirmektedir.

5 KAYNAKLAR

CAMPBELL, J.B. (1996), Introduction to Remote Sensing, Second Edition, Virginia Polytechnic Institute and State University, The Guildford Press, NY.

ENVI Tutorials, (2000), Envi Revision 4.4. Environment for Visualizing Images, with software

FOODY, G.M. (2002), Status of Land Cover Classification Accuracy Assessment. Remote Sensing and Environment, Vol: 80, 185-201.

HUGUENIN,R.L.; KARASKA, M.A.; BLARICOM, D.V.;JENSEN, J.R., (1997), Subpixel Classification of Bald Cypress and Tupelo Gum Trees in Thematic Mapper Imaginery, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol: 63,717-725.

İNAN, **M**., (2004), Orman Varlığının Saptanmasında Uzaktan Algılama Verileri, İÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul

MAKTAV, D.;SUNAR, F. (1991), Uzaktan Algılama-Kantitatif Yaklaşım, Çeviri.

MEER, V.D. F, (1999), Spatial Statistics for Remote Sensing, First Edition, Kluwer Academic Publishers

RICHARDS, J.A.; (1999), Remote Sensing Digital Image Analyst, Third Edition, Springer_Verlag Berlin, NY

SETTLE, J.J.; DRAKE,N.A. (1993), Linear mixing and estimination of ground cover proportion, Int. J. Remote Sensing. Vol: 14(6), 1159-117.

YENER, H., KOÇ, A, ÇOBAN, H.O., (2006), Uzaktan Algılama Verilerinde Sınıflandırma Doğruluğunun Belirlenmesi Yöntemleri, İÜ. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, C:56 Sy:2, 71-88.