

PAMUK BİTKİSİNİN KANTİTATİF YANSIMA ÖZELLİKLERİNİN VE ALANSAL DAĞILIMININ UYDU VERİLERİ İLE BELİRLENMESİ

Mustafa SARI^{1a} Namık Kemal SÖNMEZ² Mesut YILDIRAN³

¹Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, 07070 Antalya

²Akdeniz Üniversitesi, Uzaktan Algılama Araştırma ve Uygulama Merkezi, 07070 Antalya

³Burdur Tarım İl Müdürlüğü, Burdur

Kabul Tarihi: 23 Ocak 2007

Özet

Bu çalışmada Landsat-7 ETM uydusunun sayısal verileri kullanılarak Batı Akdeniz Bölgesinde üretimi yapılan pamuk bitkisinin spektral özelliklerinin ve alansal dağılımının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak yer gerçekleri bilinen toplam 128 test alanında, pamuk ve diğer örtü tiplerinin spektral karakteristikleri, histogramlar, spektral yansıtım eğrileri, eş olasılık elipsleri ve spektral ayırım düzeyleri şeklinde oluşturulmuştur. Elde edilen veriler ışığında test alanındaki pamuk bitkisinin diğer örtü tipleri ile karışmadan ayırt edilebileceği en uygun band kombinasyonu 4., 5. ve 2. bandlar olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu band kombinasyonu ile 'maximum likelihood' yöntemine göre araştırma alanı sınıflandırılmıştır. Sonuç olarak, Batı Akdeniz Bölgesinde üretimi yapılan pamuk bitkisinin alansal dağılımının, uydu verileri kullanılarak %92,9'luk bir doğrulukla saptanabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Uzaktan Algılama, Pamuk, Spektral Yansımaya, Kontrollü Sınıflandırma

Determination of Quantitative Spectral Characteristics and Coverage Distribution of Cotton in Antalya Region Using Satellite Data

Abstract

The aim of this study was to determine the spectral characteristics and distribution of the cotton growing areas in the West Mediterranean Region of Turkey by means of the digital data from the Landsat7 ETM Satellite. In this context, spectral characteristics of cotton in the predefined 128 test areas, spectral distinction graphs, histograms, equal probability ellipses and spectral differentiation levels were formed. Optimum band combination was found to be 4th, 5th and 2nd bands for determination of the cotton growing areas in this region. The research area was classified by using maximum likelihood method with this band combination. In conclusion, the cotton-grown areas could be defined by with 92.9% confidence in the West Mediterranean Region using by satellite data.

Keywords: Remote sensing, cotton, spectral reflectance, maximum likelihood

1. Giriş

Uzaktan algılama bilim ve teknolojisi ve özellikle uydu verileri, tarımsal ürün çeşitliliğinin belirlenmesinde, kalite ve kantite tahminlerinin yapılmasında çok önemli bir bilgi kaynağıdır. Örneğin, hassas tarım uygulamalarında, çok bantlı uydu verilerinden niceliksel ve niteliksel haritalar oluşturulabilmekte veya pixel bazındaki yansımaya farklılıkları yoluyla doğrudan bilgiler elde edilebilmektedir (Moran ve ark., 1997; Gabriel ve ark., 2000). Uzaktan algılamaya dayalı veriler, tarımsal amenajman uygulamaları ile doğrudan ilişkili olan zamana ve mekana

bağlı bitki durumları hakkında bilgilerde vermektedir (Maas, 1998). Böylelikle, bu bilim ve teknoloji yoluyla elde edilen veriler ışığında, bir çok kültürel önlemlerin alınması, ithalat ve ihracata yönelik tarım politikalarının oluşturulması mümkün olabilmektedir (Moran ve ark., 1997; Jensen, 1986; Rees, 1990).

Uzaktan algılama ile ilgili yapılacak olan çalışmalarda, üretimi yapılan bitki çeşitlerinin spektral özelliklerinin pixel düzeyinde belirlenmesi ve bu örtü tiplerinin diğer örtü tiplerinden ayırım gösteren spektral dalga boyu aralıklarının

^a İletişim: M. Sari, e-posta: musari@akdeniz.edu.tr

belirlenmesi gerekliliği bulunmaktadır (Maas, 1998; Colaizzi ve ark., 1999). Nitekim, elektromanyetik sapektrumun farklı dalga boyları ile bitkilerin fizyolojik durumları ve fotosentez aktiviteleri arasında çok önemli ilişkilerin bulunduğu ve bu dalga boyları kullanılarak bitkilerin birbirlerinden ayırt edilebileceği, Gausman (1982); Poul ve ark. (1997) ve Mahey ve ark. (1989) gibi bir çok araştırmacı tarafından da ifade edilmiştir. Bitkilere ait spektral yansıma değerlerinden yola çıkılarak, günümüzde artık alan tahmini, verim tahmini, stres koşulları ve bitki hastalıklarının izlenmesi gibi pek çok işlem son derece kısa sürelerde ve oldukça güvenilir düzeyde yapılmaktadır (Penuelas ve ark., 1994; Craig ve Shih, 1998; Blazquez ve ark., 1996; Zarco-Tejada ve ark., 2003).

Türkiye'nin tarımsal üretim deseni içerisinde önemli bir yeri olan pamuk, ülke ekonomisi açısından vazgeçilmez bir tarımsal üründür. Ülkemiz, Pamuk ekim alanı yönünden Dünya'da yedinci, birim alandan elde edilen lif pamuk verimi yönünden dördüncü, üretim miktarı yönünden altıncı, tüketim yönünden beşinci ve ithalat yönünden ise dördüncü sırada yer almaktadır (Anonymous, 1999-2003). Türkiye'de pamuk üretimi genelde Ege, Antalya, Çukurova ve Güneydoğu Anadolu bölgemizde yoğunlaşmıştır. Ancak, 2000'li yıllardan sonra pamuk ekim alanları Çukurova bölgesi ile özellikle Antalya bölgesinde sürekli bir azalış göstermiştir. Bunun en önemli nedeni yetersiz iş gücü, yanlış tarım politikaları ve son derece yetersiz bilgilerden yola çıkılarak yapılan hatalı üretim planlamalarıdır.

Mevcut arazi ürün deseninin belirlenmesi ve bu belirlemeler ışığından ileriye yönelik üretim deseni projeksiyonlarının yapılması son derece önemlidir. Uzaktan algılama bilim ve teknolojisi bu işlemlerin yapılmasında yeterliliğini ve güvenilirliğini kanıtlamış bir teknolojidir. Pek çok gelişmiş ülke bu teknolojiyi kullanarak, tarımsal üretim deseninin oluşturulması, alan ve verim tahminlerinin yapılması, ihracat ve ithalat planlamaları gibi bir çok işlemi çok kısa sürelerde ve oldukça yüksek doğrulukta yapabilmektedir. Ülkemizde de uzaktan

algılama bilim ve teknolojisi kullanılarak, tarımsal ve ekonomik önemi olan pek çok örtü tipinin, daha doğru, kısa zamanda ve daha az bir maliyetle belirlenmesi mümkündür. Bu noktadan hareketle, Batı Akdeniz Bölgesinde önemli bir ekiliş alanına ve ekonomik değere sahip olan pamuk bitkisinin, spektral özelliklerinin belirlenmesi ve klasik ölçümleme yöntemlerinin yerine geçebilecek yeni ürün ve alan tahmini yönteminin geliştirilmesi amacı ile böyle bir çalışma planlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Antalya- Aksu ovasından seçilen araştırma alanı, 30°52'11" ve 30°53'46" doğu enlemleri ile , 36°57'04" ve 35°55'18" kuzey boylamları arasında yer almakta olup, yer gerçeği bilinen Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Arazisinde yürütülmüştür. Çalışma alanı, Typic Xerofluvent toprak tipine (Soil Survey Staff, 1999) sahip olup, genişliği toplam 25.808 dekadır. Bu alandaki arazi kullanım şekilleri, temelde tarla ve bahçe tarımına dayanmaktadır ve tüm Antalya ovasını temsil edebilecek niteliktedir.

Çalışmada pamuk bitkisinin spektral özelliklerinin ortaya konulabilmesi amacı ile, fizyolojik gelişim döneminde ideal yansıma değerlerine ulaştığı 21 Ağustos 2000 tarihli Landsat 7 ETM sayısal verileri ve yer gerçekleri bilinen kamuya ait arazi ürün deseni haritaları materyal olarak kullanılmıştır. Çalışma alanına ait uydu verisinde görüntü işleme ve sınıflandırma uygulamaları ise profesyonel bir uzaktan algılama yazılımı olan Erdas programı ortamında gerçekleştirilmiştir.

2.2. Yöntem

Antalya ilinde üretimi yapılan pamuk bitkisinin spektral özelliklerinin ve alansal dağılımının belirlenmesine yönelik olarak yürütülen bu çalışma, birbirini tamamlayan farklı aşamalarda gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasında, arazi kullanım şekilleri hakkında ön bilgilerin

edinilmesi ve görsel yorumlamanın yapılabilmesi amacı ile Landsat 7 ETM uydu görüntüsünün değişik band kombinasyonlarında görüntü zenginleştirme işlemlerinden ana bileşenler dönüşümü (principal component) ve denetimsiz sınıflandırma işlemlerinden kümeleme (clustering) yöntemi uygulamaları yapılmış ve elde edilen ham veriler bu amaçla yorumlanmıştır.

Çalışmanın ikinci aşamasında, araştırma alanında yayılım gösteren her bir farklı örtü tipinin spektral özelliklerinin net olarak belirlenebilmesi ve varsa aralarındaki benzerlik ve farklılıkların tespiti amacı ile, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü arazisinin farklı yörelerinden toplam 128 adet test alanı seçilmiştir (Rudorf ve Batista, 1991). Ayrıca, arazi ürün deseni haritaları ve görsel yorumlama ile seçilmiş olan söz konusu test alanlarının uydu verileri üzerindeki konumları GPS belirlenmiştir. Çalışmanın bu aşamasında, seçilen ve koordinatları yersel ölçümlerle netleştirilen test alanlarının her birisi için Landsat 7 ETM uydusunun her bir bandında (6. band hariç) parlaklık ve standart sapma değerleri belirlenmiştir. Son olarak, test alanından elde edilen spektral değerlerinin aritmetik ortalamaları hesaplanmış ve spektral yansıtım grafikleri oluşturulmuştur.

Dördüncü aşamada ise test alanlarından elde edilen ve her bir örtü tipine ait ortalama parlaklık ve standart sapma değerleri yardımıyla oluşturulan minimum ve maksimum parlaklık değerleri, çubuk grafikler haline dönüştürülerek araştırma alanında yayılım gösteren farklı örtü tipleri için spektral ayırım düzeyi grafikleri oluşturulmuştur. Böylelikle, çalışma alanında üretimi yapılan pamuk bitkisini en iyi şekilde tanımlayan ve yine diğer tarımsal ürünlerden net bir şekilde ayırt edebilen spektral bandlar tespit edilmiştir.

Çalışmanın beşinci aşamasında eğitilmiş sınıflandırma (maximum likelihood) çalışmalarına geçilmiştir. Bu aşamada, pamuk bitkisini diğer örtü tiplerinden ayıran en uygun band kombinasyonu kullanılarak eğitilmiş sınıflandırma uygulamaları yapılmıştır. Bu uygulamada, her bir örtü tipini temsil eden toplam 84 adet poligon belirlenmiştir.

Çalışmanın son aşamasında ise, pamuk ekili parsellerin arazi yüzölçümü değerleri ile, yapılan eğitilmiş sınıflandırma çalışmaları sonucunda elde edilen alansal dağılımlar karşılaştırılmış ve sınıflandırma doğruluğu belirlenmiştir. Diğer bir ifade ile, pamuk bitkisinin sınıflandırma ile elde edilen alansal dağılımının yer gerçekleri ile olan uyumu araştırılmış ve uydu verileri ile pamuk bitkisinin alansal dağılımının hangi doğruluk oranında belirlenebildiği ortaya çıkarılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Antalya bölgesinde üretimi yapılan pamuk bitkisinin spektral karakteristiklerinin belirlenmesinin sağlıklı ve güvenilir bir şekilde ortaya konulabilmesi için öncelikle uygun tarihli ve kalitedeki uydu verisinin belirlenmesi gereklidir. Bu nedenle çalışmada kullanılmak üzere, denetlenemeyen atmosferik faktörlerden biri olan bulutluğun çalışmayı olumsuz etkilememesi için, bulutluk oranı en düşük uydu görüntüsünün alımı sağlanmıştır. Nitekim, Shimazaki ve Tateishi (2001) gibi bir çok araştırmacı, arazi kullanımı ve bitki haritalama çalışmalarında, ilgilenilen alana ait görüntünün bulutla kaplı olmasının araştırmayı olumsuz yönde etkileyen en önemli sorun olduğunu ifade etmişleridir. Uydu verisi seçiminde bulutluluğun yanısıra, çalışılacak bitkinin elektromanyetik spektrumunda en iyi spektral yansıtım değerini verdiği fizyolojik gelişim dönemin belirlenmesi ve bu döneme denk gelen uygun tarihli uydu görüntüsünün alınması zorunluluğu bulunmaktadır (Guoxiang ve Dawei, 1990; Sönmez ve Sarı, 1999). Bu nedenle, Antalya koşullarında üretimi yapılan pamuk bitkisinin fenolojik olarak koza oluşumunu tamamladığı ama kozaların açılmadığı dönem esas alınmak suretiyle, ağustos ayı içerisinde ve özellikle ağustos ayının son yarısı, uydu verisinin tarihinin seçiminde temel gereklilik olarak kabul edilmiştir. Nitekim, Colaizzi ve ark. (1999), Lee ve ark. (2001) ve Zewen ve ark. (1990), kültür bitkilerinde olduğu gibi, pamuğun fizyolojik gelişim dönemlerinde farklı spektral yansıma karakteristikleri

gösterdiğini, en uygun dönemin ise olgunlaşma döneminin başlangıcı ve ortaları olduğunu ifade etmişlerdir. Akdeniz bölgesinde üretimi yapılan pamuk bitkisi, vejetatif gelişim sürecini yaklaşık olarak 10-25 Ağustos tarihleri arasında tamamlamakta ve bu dönemde toprak yüzeyini en üst seviyede örtmektedir. Bu nedenle, Antalya bölgesinde pamuk bitkisinin spektral özelliklerinin belirlenmesi ve alansal dağılımının tespit edilmesi amacı ile en uygun tarihli uydu verisi, Landsat 7 ETM uydusuna ait 21 Ağustos 2000 tarihli uydu görüntüsü olarak belirlenmiştir.

Uydu verisi seçimi yapıldıktan sonra, çalışma alanındaki arazi kullanım şekilleri ve örtü tiplerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, Landsat 7 ETM uydu verisinin değişik bandları kullanılarak bir dizi deneme yapılmıştır. Ham uydu verileri üzerinde yapılan ilk denemede, arazi kullanım türlerinin belirlenmesinde en uygun band kombinasyonunun ikisi kızılötesi ve biri görünür olmak üzere 4., 5. ve 3. bandlar olduğu tespit edilmiştir. Genel örtü dağılımının belirlenmesinde ikinci uygulama olarak ise, uzaktan algılama uygulamalarında kullanılan ve bir görüntü zenginleştirme işlemi olan ana bileşenler dönüşüm yöntemi (principal component) uygulanmıştır. Bu yöntemde de en iyi sonucun 4., 5., ve 3. band kombinasyonu ile elde edilebileceği saptanmıştır. Çalışmada bir diğer işlem olarak Kontrolsüz sınıflandırma (clustering) yönteminden yararlanılmıştır. Ancak bu yöntemde yukarıda belirtilen yöntemler kadar iyi sonuç alınmamıştır. Gerçekleştirilen bu ön uygulamalar neticesinde, en ideal işlem ana bileşenler dönüşümü olarak belirlenirken, sadece band kombinasyonunun kullanılması ile ikinci derecede başarı elde edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda, ana bileşenler yöntemi ile zenginleştirilmiş görüntü, yer gerçeği haritası ile birlikte değerlendirilmiş ve araştırma alanında başta pamuk bitkisi olmak üzere; toprak, toprak+seyrek bitki, mısır, narenciye+okaliptüs ve çıplak toprak olmak üzere toplam altı ana örtü tipi belirlenmiştir.

Çalışma alanında yayılım gösteren bu farklı örtü tipleri, elektromanyetik

spektrumun farklı dalga boylarında benzer ve/veya farklı yansımalar vermektedir. Örtü tiplerinde ortaya çıkan bu spektral farklılıkları belirlemek amacı ile araştırma alanında toplam 128 test alanı seçilmiştir. Seçilen bu alanlardan Landsat 7 ETM verilerinin tüm bandlarında (6.band hariç) her bir örtü tipine ait ortalamalar ve standart sapmalar şeklinde parlaklık değerleri elde edilmiştir. Bu aşamada, farklı örnekleme noktalarından her bir örtü tipi için elde edilen söz konusu bu yansıma değerlerinin her bir objeye ait genelleştirilmiş yansıma değerleri (Sönmez ve Sarı, 1999) belirlenmiştir (Çizelge 1). Yine, bu değerler kullanılarak her bir farklı örtü tipine ait spektral yansıtım grafikleri oluşturulmuştur (Şekil 1).

Çizelge 1 ve Şekil 1'den görüleceği üzere, pamuk bitkisi, Landsat 7 ETM uydusunun 1. bandında, mısır bitkisi ve Narenciye+Okaliptüs arasında benzer yansımalar göstermektedir. Elektromanyetik spektrumun klorofil absorpsiyon bölgelerinden birisi olan bu dalga boyu aralığında, her üç örtü tipi benzer spektral değer aralıkları arasında değişim göstermekte olup, bu objeler gelen enerjiyi klorofil pigmentleri yoluyla benzer şekilde absorbe etmektedir (Curran ve ark. 1991; Gitelson ve Merzlyak, 1997). Aynı bandda, toprak, toprak+seyrek bitki ve çıplak toprak, pamuk bitkisine ait parlaklık değerlerinden önemli ölçüde farklılık göstermiştir.

Landsat 7 ETM uydusunun 2. bandında ise, pamuk bitkisi, mısır bitkisi ve narenciye+okaliptüs bitkileri ile az da olsa benzer yansımalar vermişlerdir. Bununla birlikte, toprak, toprak+seyrek bitki ve çıplak toprak ise pamuk bitkisinden farklı yansıma karakteristiği vererek net bir ayırım ortaya çıkarmıştır.

Elektromanyetik spektrumun bir diğer klorofil absorpsiyon bölgesi olan Landsat 7 ETM uydusunun 3. bandında ise, pamuk bitkisinin yansıma karakteristiği ile mısır ve narenciye+okaliptüs örtü tiplerinin yansıma karakteristikleri arasında önemli benzerlikler belirlenmiştir. Bununla birlikte, sırasıyla toprak, toprak+seyrek bitki ve çıplak toprak, pamuk bitkisinden Landsat 7 ETM uydusunun 3. bandında net olarak farklılık göstermiştir.

Çizelge 1. Test Alanlarındaki Örtü Tiplerinin Minimum ve Maksimum Değerleri.

ÖRTÜ TIPLERİ		Pamuk	Toprak	Toprak +Sey.bitki	Mısır	Narenciye +Okalıptus	Çıplak Toprak	
SPEKTRAL BAND	Band1	Min.	78.82	108.88	85.21	77.98	78.33	98.45
		Max.	82.00	118.58	92.66	82.91	82.91	106.83
	Band2	Min.	66.04	103.31	71.24	61.99	61.03	87.90
		Max.	68.74	114.15	80.25	66.35	66.15	97.98
	Band3	Min.	48.93	125.85	66.79	48.05	50.35	99.91
		Max.	52.51	142.12	80.79	54.80	58.70	116.38
	Band4	Min.	134.11	85.60	72.24	103.91	76.49	68.05
		Max.	141.75	92.22	84.90	114.49	83.81	76.55
	Band5	Min.	90.15	163.82	93.10	79.95	72.15	122.99
		Max.	94.89	179.12	104.08	88.35	79.63	138.95
	Band7	Min.	36.87	121.92	57.74	36.69	37.22	95.09
		Max.	41.83	139.33	70.14	44.27	44.46	110.78

Çalışmada, pamuk bitkisi ile çalışma alanı içerisinde yayılım gösteren örtü tiplerinden bariz olarak ayırt edilebildiği tek band 4. band olarak belirlenmiştir. Bu bandda mısır bitkisi, narenciye+okalıptus bitkileri, toprak, toprak+seyrek bitki ve çıplak toprak pamuk bitkisinden farklı yansıma değerleri vermiştir.

Landsat 7 ETM uydusunun 5. bandında ise pamuk bitkisi ile toprak+seyrek bitki tipinin yansıma karakteristiği benzerlikler göstermekle birlikte, yine EMS'un bu bandında, pamuk bitkisi, diğer örtü tiplerine göre oldukça farklı yansıma karakteristikleri göstermiştir.

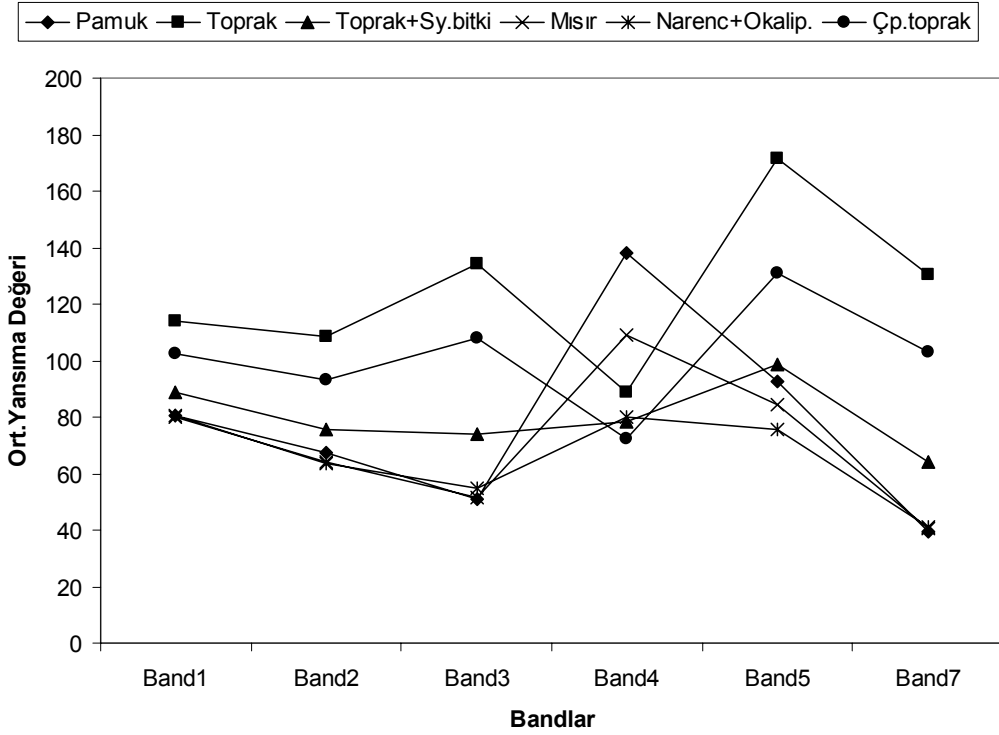
Elektromanyetik spektrumun 7. bandında ise, pamuk bitkisinin yansıma karakteristiği ile mısır ve narenciye+okalıptus örtü tipleri arasında büyük benzerliklerin olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, toprak, toprak+seyrek bitki ve çıplak toprak ile pamuk bitkisi yansıma karakteristiği arasında 7. bandda farklılıkların olduğu belirlenmiştir.

Çalışmadan elde edilen spektral yansıma değerlerinden görüleceği üzere, Landsat 7 ETM uydusunun 2. bandında, pamuk, mısır ve narenciye+okalıptus örtü tipleri az da olsa benzer spektral karakteristikler göstermekle birlikte, EMS'un 5. bandında bu örtü tiplerinin birbirlerinden ayrılabilirdiği belirlenmiştir. Yine 5. bandda benzer spektral

karakteristikler gösteren pamuk ve toprak+seyrek bitki ise, diğer bandlarda pamuk bitkisinden spektral olarak farklılık göstermiştir.

Buraya kadar verilen bilgilerden de açıkça görüleceği üzere, araştırma alanında yer alan pamuk ve diğer örtü tipleri arasındaki spektral ayrımın Landsat 7 ETM uydusunun 4. bandında net bir şekilde ortaya çıktığı söylenebilmektedir. Nitekim, Guyot (1990), Leblon (1997) ve Lydia ve ark. (2000) gibi bir çok araştırmacı, Landsat 7 ETM uydusunun 4. bandının, bitkilerin diğer yeryüzü örtü tiplerinden ayrımında belirleyici bir band olduğunu, bitkilerin bu dalga boyu aralığında stres, hastalık, besin elementi eksikliği gibi bitkinin iç yapıya etkisi olan olumsuz koşulların olmaması durumunda, gelen ışığın büyük bir kısmını geri yansıttıklarını ifade etmişlerdir. Eğitimli sınıflandırma yönteminde kullanılacak olan bu band ile birlikte iki yardımcı bandın da seçilmesi gerekliliği bulunmaktadır. Nitekim, eğitimli sınıflama yöntemlerinde 1 ana band ve ona yardımcı olacak diğer 2 bandın seçilmesi, sınıflama başarısını arttırmaktadır.

Bu aşamada, seçilen toplam 128 adet test alanından elde edilen spektral değerlerinin aritmetik ortalamaları hesaplanarak oluşturulan spektral yansıtım grafiklerinden ve her bir örtü tipine ait minimum ve maksimum parlaklık değerleri



Şekil 1. Test Alanlarındaki Örtü Tiplerinin Spektral Yansıma Grafiği

yoluyla oluşturulan çubuk grafiklerden, çalışma alanında üretimi yapılan pamuk bitkisini en iyi şekilde tanımlayan ve diğer tarımsal ürünlerden net bir şekilde ayırt edebilen spektral bandlar tespit edilmiştir. Bu kapsamda, Landsat 7 ETM uydusunun 4. bandı ana band olarak belirlenmiştir. Sınıflandırma işleminde 4. banda yardımcı olabilecek en uygun bandların ise, Altınbaş ve ark.(2002)'nin 3. ve 5. bandların daha uygun olduğunu ifade etmiş olmalarına rağmen, Antalya ilinde üretimi yapılan pamuk bitkisi için 2. ve 5. bandların daha uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Pamuk bitkisini diğer örtü tiplerinden ayıran en uygun band kombinasyonu seçildikten sonra eğitilmiş sınıflandırma işlemlerine geçilmiştir. Bu sınıflandırma işleminde en çok benzerlik sınıflandırma yöntemi (maximum likelihood) seçilmiştir. Bu yöntem, hesaplama yoğunluğu nedeniyle diğer sınıflama metodlarına kıyasla daha yavaş olmasına karşın, özellikle küçük ve heterojen tarımsal alanlarda daha yüksek doğruluk sağlamakta olup uydu verilerinin değerlendirilmesinde en çok başvurulan bir yöntemdir (Dawbin ve Evans, 1988; Li vd., 2000). En çok benzerlik sınıflandırma

yöntemi her bir pikselin belli bir sınıfta olma olasılığına dayanmaktadır (Erdas Field Guide, 1997).

Jensen (1986) ve Rees (1990) gibi pek çok araştırmacı, uydu görüntüleri ile yapılacak olan eğitilmiş sınıflandırma çalışmalarında öncelikle yer gerçeği bilinen alanlarda ön çalışmaların yapılması gerektiğini ve sınıflandırma sonucunda ise mutlaka yer gerçeği kontrollerinin yapılması gerektiğini bildirmişlerdir. Yine en çok benzerlik sınıflandırma yönteminin uygulanmasında, sınıflarla doğrudan ilişkili olan ve ilgili sınıfları temsil edebilecek çok sayıda ve yeterli genişlikte alanların seçilmesi zorunluluğu da bulunmaktadır. Bu noktadan hareketle, yapılacak olan eğitilmiş sınıflandırma çalışmalarında kullanılmak üzere yer gerçekleri bilinen pamuk ekili tarlaların da içinde bulunduğu, görsel yorumlama ve görüntü zenginleştirme işlemleri sonucuna göre 128 test alanı içerisinde varlığı net olarak tespit edilen 6 ana örtü tipinden (pamuk, toprak, toprak+okaliptüs, mısır, narenciye+okaliptüs ve çıplak toprak), 807 pixel'e (726.3 da) karşılık gelen toplam 84 tane poligon seçilmiştir. Seçilen 84 adet poligonun 31

tanesi pamuk ekili alanlardan, diğer poligonlar ise geri kalan 5 örtü tipinden alınmıştır. Bu poligonların, çalışma alanındaki 6 farklı ana örtü tipine ait spektral yansımalarının ortalama ve standart sapma değerleri içerisinde kalmasına özen gösterilmiştir. Sınıflandırma doğruluğunun artırılması amacıyla, poligon seçiminde yaklaşık 1/3 gibi bir oran tespit edilmiş ve pamuk için seçilen her 3 poligona karşılık diğer herhangi bir örtü tipi için sadece 1 poligon belirlenmiştir. Böyle bir uygulamanın yapılmasındaki temel amaç, araştırma alanında bulunan her bir farklı örtü tipinin sınıflandırma işleminde temsil edilmesini sağlamak, ancak ilgilenilen örtü tipine, yani pamuk bitkisine daha fazla şans tanımaktır.

Sınıflandırma işleminde, pamuk bitkisinin tanımlanması ve ayırt edilmesinde, kullanılacak olan ortalama poligon parlaklık değerlerine hangi standart sapma aralıklarının verilmesi ile en uygun sınıflama doğruluğunun elde edilebileceği, farklı standart sapma aralıkları verilerek test edilmelidir. Bu nedenle, test alanlarından seçilen poligonlar, en çok benzerlik sınıflama yöntemine göre ve spektral yansıtım grafiği ile belirlenen 4., 5. ve 2 band kombinasyonu kullanılarak ve 0.5, 1,

1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4 ve 5 olmak üzere 9 farklı standart sapma aralığında sınıflandırılmıştır. (Şekil 2).

Farklı standart sapma aralıkları kullanılarak gerçekleştirilen sınıflandırmalar neticesinde, Landsat 7 ETM uydusunun 452 band kombinasyonu kullanılarak yapılan eğitimli sınıflamada 2 standart sapma aralığının en uygun sınıflandırma doğruluğu verdiği belirlenmiştir.

Toplam 807 piksel'e karşılık gelen test alanlarından elde edilen veriler doğrulusunda, yer gerçeği 325.6 da olan pamuk bitkisi, eğitimli sınıflandırma yöntemine göre ve 452 band kombinasyonu ile yapılan sınıflandırmada 302.4 da olarak belirlenmiştir. Bu noktadan hareketle, Landsat 7 ETM uydusunun 21 Ağustos tarihli görüntüsü kullanılarak, çalışma alanında dağılım gösteren pamuk bitkisinin en çok benzerlik metodu ile yapılan sınıflandırma sonucunun oransal doğruluğunun, %92.9 olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, Landsat 7 ETM uydusunun sayısal görüntüsü kullanılarak



Şekil 2. Çalışma Alanının En Çok Benzerlik Yöntemiyle 2 δ Aralığında Sınıflandırılmış Görüntüsü

Antalya aksu ovasında üretimi yapılan pamuk bitkisini, diğer örtü tiplerinden ayıran en uygun spektral dalga boyu aralıkları (band kombinasyonları) belirlenmiştir. Araştırma sonucuna göre, Akdeniz bölgesinde üretimi yapılan pamuk ekim alanlarının belirlenmesinde seçilecek olan Landsat 7 ETM uydusunun en uygun çekim tarihinin 15-20 Ağustos arasındaki bir tarih olması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Yine, kontrollü sınıflandırma çalışmalarına geçilmeden önce, çalışma alanlarındaki ana örtü tiplerinin saptanması amacıyla öncelikli olarak, görüntü zenginleştirme işlemi olan ana bileşenler (principle component) yöntemi ile, belli bir sınıf sayısı üzerinden ve önceden belirlenmiş yer gerçekleri dikkate alınarak, eğitimsiz sınıflandırma yöntemi olan kümeleme sınıflandırma (clustering) yöntemi uygulanmalıdır. Çalışma alanlarındaki ana örtü tiplerinin saptanması için yapılacak olan söz konusu ön çalışmalardan sonra ise, ana örtü tiplerinin spektral özellikleri, her bir örtü tipi için seçilen birden çok örnek alanda, uydu verileri üzerindeki piksel değerleri alınmak suretiyle belirlenmelidir. Söz konusu bu piksel değerleri kullanılarak her bir ana örtü tipi için ortalama yansıma değerleri kullanılmak suretiyle “spektral yansım grafiği” ve yine bu piksel değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri kullanılarak da “spektral ayırım grafiği” hazırlanmalıdır. Söz konusu bu iki grafik değerlerinin, çalışma alanındaki ana örtü tiplerinin ve elbette ki pamuk bitkisinin de farklı dalga boyu aralıklarındaki spektral özelliklerini tanımlaması yanı sıra çalışma alanında mevcut olan pamuk ekili alanları diğer örtü tiplerinden ayırabilecek en uygun spektral dalga boyu aralıklarının belirlenmesi işleminde son kararın verilmesinde vazgeçilemez etkileri bulunmaktadır. Araştırma sonucuna göre, Antalya ilinde diğer örtü tipleri ile yapılacak benzer çalışmalarda da yukarıda ifade edilen aşamaların yapılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmada, yukarıda ifade edilen aşamalar doğrultusunda elde edilen bulgulara göre, Landsat 7 ETM uydusu kullanılarak pamuk ekili alanların belirlenmesinde kullanılabilir en uygun

band kombinasyonunun başta 4. band olmak üzere 5. ve 2. bantlar olduğu sonucuna varılmıştır. Böylelikle, 452 band kombinasyonu kullanılarak çalışma alanının tamamı için eğitilmiş sınıflandırma yapılmıştır. Eğitilmiş sınıflandırma çalışmalarında ise, uydu verileri üzerindeki ana örtü tiplerini temsil edebilecek alanlardan yeteri miktarda poligonlar belirlenmesi zorunluluğu bulunmaktadır. Ancak, belirlenecek poligon sayısı içerisinde sınıflandırılması amaçlanan pamuk bitkisi için sınıflandırma doğruluğunun artırılması amacıyla, en az 3:1 oranından daha fazla pamuk poligonları saptanmalıdır. Saptanan poligonların poligon spektral yansıma değerlerinin daha önce belirlenmiş olan piksel spektral yansıma değerleri ile uyumlu olup olmadığı mutlaka araştırılmalıdır. Bu yönde yapılacak değerlendirmelerin sonuçları, yüksek uygunluk düzeyine sahip ise bu aşamadan sonra artık tüm çalışma alanının sınıflandırılma işlemine geçilmelidir.

Sınıflama işleminde, normal dağılım gösteren pamuk bitkisinin tanımlanması ve ayırt edilmesine kullanılacak ortalama poligon parlaklık değerlerine hangi standart sapma aralıklarının verilmesi ile en uygun sınıflama doğruluğunu ve en uygun alansal ayırım düzeyine ulaşılacağı, sınıflamada farklı standart sapma aralıkları verilerek test edilmelidir. Bu çalışmada Landsat 7 ETM uydusunun 452 band kombinasyonunun kullanıldığı eğitilmiş sınıflamada 2 δ standart sapma aralığının en uygun doğruluğu ve en uygun ayırım düzeyini verdiği saptanmıştır. Bu doğruluk oranında ve 452 band kombinasyonuna göre yapılan çalışmasına göre, pamuk bitkisinin alansal dağılımının % 92.9'luk bir doğruluk oranı ile saptanabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmanın işaret ettiği bazı hususlar aşağıda kısaca verilmiştir.

- Böyle bir çalışmada kullanılacak uydu verilerinin algılanma tarihi, çalışılacak bitki ve/veya bitki çeşitlerinin fizyolojik özellikleri dikkate alınarak seçilmelidir. Pamuk için en uygun dönem koza oluşumunun tamamlandığı ancak kozaların açılıp pamuk bitkisinin çıkmaya başlamadığı dönemdir.

- Uydu verilerinin yersel (mekansal) çözünürlüğünün yüksek olması çalışmaların başarısı ile yakından ilgilidir.
- Sınıflandırmada kullanılacak band kombinasyonlarında belli bir standarda ulaşmak mümkün değildir. Söz konusu band kombinasyonları, her bir çalışma için gerekli kriterler kullanılarak belirlenmelidir. Ancak bir ön bilgi olarak, 4. bandın genellikle iyi sonuçlar verdiği bilinmektedir.
- Spektral özelliklere dayalı olarak yapılacak bir sınıflandırma çalışmasında sınıflama doğruluğunu ve alansal ayırım düzeyini en uygun hale getirecek bir standart sapma aralığına, çalışmanın kendi özellikleri içerisinde karar verilmelidir.
- Çalışma alanının tamamının sınıflandırılması işlemlerine geçmeden önce lokal alanlarda ön sınıflama çalışmaları yapılmalı ve bu sınıflama çalışmalarının yer gerçekleri ile olan uyumu mutlaka tespit edilmelidir. Olası uyumsuzlukların nedenleri araştırılmalı ve tüm alan sınıflamalarında bu uyumsuzluklar çeşitli sınıflama teknikleri ile en aza indirilmelidir.

Kaynaklar

- Altınbaş, Ü., Kurucu, Y. ve Bolca, M., 2002. Büyük Menderes Ovasındaki Toprak Taksonomik Birimleri ile Pamuk Bitki Örtüsünün Uzaktan Algılama Tekniği Kullanılarak Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Tarımsal Bileşim Teknolojisi 4. Sempozyumu, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, 20-22 Eylül, Kahramanmaraş.
- Anonymous, 1999-2003. Cotton: Review of the World Situation. International Cotton Advisory Committee.
- Blazquez, C.H., Nigg, H.N., Hedley, L.E., Ramos, L.E. and Simpson, S.E., 1996. Field assessment of a fiber optic spectral reflectance system. HortTechnology, 6: 73-76.
- Colaizzi, P.D., Barnes, E.M., Clarke, T.R., Choi C.Y. and Waller P.M., 1999. Using multi-spectral reflectance of cotton canopies and volumetric soil moisture measurements for irrigation management. Presented at the 1999 ASAE International Meeting, Toronto, Ont. Paper No. 991132.
- Craig, J.C. and Shih, S.F., 1998. The spectral response of stress conditions in citrus trees: development of methodology. Soil and Crop Science Society of Florida, 57: 16-20.
- Curran, P.J., Dungan, J.L., Macler, B.A., Plummer, S.E., and Peterson, D.L., 1992. Reflectance spectroscopy of fresh whole leaves for the estimation of chemical concentration. Remote Sensing of Environment, 39: 153-166.
- Dawbin, K. W., and Evans, J. C., 1988. Large area crop classification in new South Wales Australia using Landsat data. International Journal of Remote Sensing, 9(2): 295-301.
- Erdas Field Guide, 1997., Erdas Field Guide Fourth Edition, Revised and Expanded. ERDAS, Inc. 2801 Buford Highway, NE Atlanta, Georgia 30329-2137 USA, www.erdas.com.
- Gabriel, B.S., John, G.L., Andy, D.W. and Sue, E.N., 2000. Using high spatial resolution multi spectral data to classify corn and soybean crops. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 66(3): 319-327.
- Gausman, H.W., 1982. Visible light reflectance, transmittance, and absorptance of differently pigmented cotton leaves. Remote Sensing of Environment, 13: 233-238.
- Gitelson, A.A. and Merzlyak, M.N., 1997. Remote estimating of chlorophyll content in higher plant leaves. International Journal of Remote Sensing, 18: 2691-2697.
- Guoxiang, L. and Dawei, Z., 1990. Estimating Production of Winter Wheat by Remote Sensing and Unified Ground Network. I. System Verification. Applications of Remote Sensing in Agriculture. [Edited by] J.A. Clark, M.D. Steven ISBN. 0-408-04767-4 pp. 137-147
- Guyot, G., 1990. Optical Properties of Vegetation Canopies. Applications of Remote Sensing in Agriculture. [Edited by] J.A. Clark, M.D. Steven ISBN. 0-408-04767-4 pp. 19-43
- Jensen, J.R., 1986. Introductory Digital Image Processing A Remote Sensing Perspective. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Leblon, B., 1997. Soil and Vegetation Optical Properties. Volume 4 Applications in Remote Sensing. <http://research.umbc.edu/~tbenja1/leblon/frame9.html>
- Lee, K.Y., Liew, S.C., Kwoh, L.K., Nakayama, M., 2001. Land cover classification using NASA/JPL Polarimetric Synthetic Aperture Radar (POLSAR) Data. 22nd Asian Conference on Remote Sensing, SINGAPORE. <http://www.crisp.nus.edu.sg/~acrs2001/sessions.html>
- Li, D., Di, K. and Li, D., 2000. Land use classification of remote sensing image with GIS data based on spatial data mining techniques. International Society for Photogrammetry and Remote Sensing XIXth Congress International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol.

- XXXIII, Part B3., Amsterdam, p. 238-245.
www.gitc.nl
- Lydia, S., Ustin, S. L., Roberts, D. A., Gamon, J.A. and Penuelas, J., 2000. Deriving water content of chaparral vegetation from AVIRIS data REMOTE SENS. ENVIRON. 74: 570-581
Elsevier Science Inc., 2000 655 Avenue of the Americas, New York, NY 10010
www.elsevier.com/locate/sna
- Maas, S.S., 1998. Estimating cotton canopy ground cover from remotely sensed scene reflectance. Agronomy Journal, 90: 384-388.
- Mahey, R.K., Singh, R., Sidhu, S.S. and Narang R.S., 1989. Remote sensing assessment of water stress effects on wheat. 22nd Asian Conference on Remote Sensing. SINGAPORE.
<http://www.crisp.nus.edu.sg/~acrs1989/sessions.html>
- Moran, M.S., Inoue, Y., and Barners, E.M., 1997. Opportunities and limitations for image-based remote sensing in precision crop management. Remote Sensing of Environment, 61: 319-346.
- Rees, W.G., 1990. Topics in Remote Sensing Physical Principles of Remote Sensing. Cambridge University Press. Cambridge-UK
- Penuelas, J., Gamon, J.A., Freeden, A.L., Merino, J. and Field, C.B., 1994. Reflectance indices associated with physiological changes in nitrogen and water-limited sunflower leaves. Remote Sensing of Environment, 48: 135-146.
- Poul, J.C., John, A.K. and Geoffrey, M.S., 1997. Remote sensing the biochemical composition of a slash pine canopy, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 35: 415-420.
- Soil Survey Staff, 1999. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. NRCS, Washington DC., Agricultural Handbook, 436 p.
- Sönmez, N.K. ve Sarı, M., 1999. Sayısal Uydu Verileri ile Batı Akdeniz Bölgesinde Buğday Bitkisinin Spektral Özelliklerinin ve Alansal Dağılımının Belirlenmesi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23(4): 929-934.
- Rudorf, B.F.T and Batista G.T., 1991. Wheat yield estimation of the farm level using TM Landsat and agrometeorological data. International Journal of Remote Sensing, 12: 2477-2484.
- Shimazaki Y. and Tateishi R., 2001. Land cover mapping using spectral and temporal linear mixing model at Lake Baikal Region. 22nd Asian Conference on Remote Sensing. SINGAPORE.
<http://www.crisp.nus.edu.sg/~acrs2001/sessions.html>
- Zewen, L., Dong, J., Denghuai, L. and Cuizhi, Z., 1990. The Estimation of cotton-growing areas by remote sensing. Asian Conference on Remote Sensing ACRS. <http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/1990/P/pp0010pf.htm>
- Zarco-Tejada, P.J., Pushnik, J.C., Dobrowski, S. and Ustin, S.L., 2003. Steady-State chlorophyll-a fluorescence detection from canopy derivative reflectance and double-peak red-edge effect. Remote Sensing of Environment, 84: 283-294.