

ÇOK ZAMANLI UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE BİTKİ ÖRTÜSÜ DEĞİŞİM ANALİZİ

A. Akkartal^{1*}, O. Türüdü¹, F. Sunar Erbek²

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Programı, 34469, Maslak, İstanbul, Turkey,
maggie06@tnn.net, ozanturudu@yahoo.com

²İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Uzaktan Algılama Anabilim Dalı, 34469, Maslak, İstanbul, Turkey
fsunar@ins.itu.edu.tr

ÖZET

Türkiye her zaman dünyada önde gelen tarım ülkeleri arasında yer almaktadır. Türkiye ve dünyada tarımın önemi nüfus artışıyla orantılı olarak artmaktadır. Türkiye ekonomisinde tarımın önemi GNP (Gayrisafi Milli Üretim) ve ihracata bağlı olarak azalmış olsa da, işgücü fazlalığı ve tarım ile gıda kaynakları arasındaki doğrudan ilişki nedeniyle önemini korumaktadır. Türkiye, dünya ülkeleri arasındaki yerini, potansiyel ekim yerlerini belirleyerek ve bunların doğru kullanımı ile etkin bir hale getirebilir. Günümüzde uzaktan algılama ve CBS gibi yeni teknolojiler, ekin tahmini ve ekin haritalamasında kullanılabilmektedir. Bitki örtüsünün zamansal değişim analizi, ulusal tarım politikalarında daha istikrarlı kararların alınmasında yardımcı olmaktadır.

Aynı zamanda lisans tez projesi olan bu çalışmada Türkiye'nin Trakya bölgesindeki Kırklareli iline bağlı Lüleburgaz ilçesi ve çevresindeki bitki örtüsü değişimi, üç zamanlı Landsat TM ve bir SPOT XS görüntüsü ile analiz edilmiştir. Bitki örtüsü analizinde değişik bitki örtüsü indeksleri kullanılmış ve yer gerçeği verileri yardımıyla değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara dayanılarak, çok zamanlı uydu görüntülerinin etkinliği vurgulanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Tarım, Uzaktan Algılama, Bitki Örtüsü İndeksi, Çok Zamanlı Uydu Verisi

ABSTRACT

ANALYSIS OF CHANGES IN VEGETATION BIOMASS USING MULTITEMPORAL AND MULTISENSOR SATELLITE DATA

Turkey has always been one of the major agricultural countries in the world. The importance of agriculture is increasing due to the growing of population in Turkey and in the world. Although the importance of agriculture in Turkish economy has been declined relatively in the time with respect to GNP (Gross National Product) and export, this issue keeps its importance since the high number of workforce and direct relationship between food resources and agriculture. Turkey can make its place stable among the world countries by defining the potential of harvest. Today, new technologies such as remote sensing and GIS can be used for crop estimation and crop mapping. The analyses of the changes in vegetation biomass over years is also so important and will assist in taking stable decisions for national agricultural policies.

In this study, which was also undergraduate final project, changes in the vegetation biomass at the Lüleburgaz district, Kırklareli, Thrace region in Turkey was analysed using three multitemporal Landsat TM scenes and one Spot XS scene. In the analyses, different vegetation indices for observing the biomass were evaluated with the help of ground truth data. Based on the results obtained, the effectiveness of the use of multitemporal satellite imagery was outlined.

Key words: Agriculture, Remote Sensing, Vegetation Indices, Multitemporal data

1. GİRİŞ

Tarımcılığın tüm dünyadaki önemi çağlar boyunca bilinmektedir. Uygarlığın başlaması bile, tarımın ilk yerleşim birimlerince yapılmasına dayanır. Nüfusun artmasıyla günlük ihtiyaçlar (yiyecek ve hammaddeler) artmış ve bunun sonucunda tarımcılığa daha fazla önem verilmiştir. Ayrıca ekonomik boyutu da tarımın önemini etkilemektedir. Ürün miktarının belirlenebilmesi nedeniyle ülkeler kolaylıkla ihtiyaçlarını saptayabilmekte ve buna göre tarım politikalarını şekillendirebilmektedirler. Günümüzde gelişmiş ülkelerin çoğu, tarımın ekonomi üzerindeki önemini, tarımsal üretimin artırılmasının ekonomik kalkınmanın anahtarı olarak alınması ilkesine dayandırır. (Baker, 1987)

Türkiye'nin 78 milyon hektarlık arazisinin %35'i tarım arazisi olup iklimi de tarımcılığa oldukça uygundur. 2000 yılında tarımdan elde edilen gelir 9,5 Milyar YTL olarak belirlenmiştir, ayrıca tarım ürünlerinin ihracatı toplam ihracatın %50 - %60'lık kısmını oluşturmuştur. Türkiye, endüstri yerine daha çok tarıma dayalı bir ülke olarak bilinmesine rağmen tarımcılık zamanla önemini yitirmiştir (Tarım Bakanlığı, 2004). Bununla birlikte, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için, dünya pazarında birçok güçlü ülke karşısında tarımsal ürünlerin değerlerini belirlemek çok büyük bir öneme sahiptir.

Günümüzde gelişen uzay teknolojisinin, yeryüzü kaynaklarını izleme, arazi kullanımı/arazi örtüsü haritalamada oldukça güvenilir ve yüksek doğruluklu bilgilerin elde edilmesinde oldukça yarar sağlamaktadır. Örneğin tarımda, ürünün kalitesini ve miktarını yüksek doğrulukta ve yersel ölçümlerden daha hızlı bir şekilde temin edilmesini sağlar. Uzaktan algılama teknolojilerinin tarımsal uygulamalarda kullanımı ve Coğrafi Bilgi Sistemleriyle entegrasyonu, bitki örtüsünün durumu ile ilgili kompleks analizlerin yapılarak, ülkelerin tarımsal ürün miktarının ve kalitesinin artmasını sağlar.

Bu çalışmada, Trakya Bölgesi, Kırklareli iline bağlı Lüleburgaz bölgesindeki bitki biyokütlesi, değişik bitki indeksleri ve değişim saptama gibi dijital görüntü işleme teknikleri kullanılarak incelenmiş ve 1987 yılından 2003 yılına kadar olan biyokütlerdeki değişimler çok zamanlı ve çoklu algılayıcı uydu verileri aracılığıyla analiz edilmiştir.

2. ÇALIŞMA ALANI VE KULLANILAN VERİLER

Yersel veri Kırklareli iline bağlı Lüleburgaz (41.24 enlem, 27.21 boylam) sınırları içerisindeki Türkgeldi Tarım İşletme Müdürlüğü'nden alınmıştır (Şekil 1). İşletme, 19.050 dekarlık bir tarım alanına sahip olup denizden 46m yüksekliktedir.



Şekil 1: Çalışma alanının haritası ve 1993 Landsat TM görüntüsü.

Çalışma alanında yıllık ortalama yağış 600mm'dir. Türkgeldi Tarım İşletmesi Müdürlüğü'nde buğday ana ürün olup yıllık üretim miktarı 3000 ton civarındadır. Diğer tarımsal ürünler ise ayçiçeği, mısır ve soya'dır.

Bu çalışmada, bitki biyokütlesinin zaman içerisindeki değişimini belirlemek için çok zamanlı üç Landsat-TM ve bir SPOT-XS veri seti kullanılmıştır. Kullanılan uydu verilerinin karakteristik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Uydu	Tarih	Spektral Çözünürlük (µm)	Uzaysal Çözünürlük (m)
Landsat TM	11.05.1987	Band 1	0,45 - 0,52
		Band 2	0,52 - 0,60
		Band 3	0,63 - 0,69
	27.05.1993	Band 4	0,76 - 0,90
		Band 5	1,55 - 0,75
		Band 6	10,4 - 12,5
	07.06.2000	Band 7	2,08 - 2,35
Spot XS	12.05.2003	Band 1	0.50-0.59
		Band 2	0.61-0.68
		Band 3	0.79-0.89

Tablo 1: Kullanılan uydu görüntülerinin karakteristik özellikleri

3. YÖNTEM

3.1 Bitki Örtüsü İndeksleri

Bu çalışmada, yeşil bitki örtüsü yoğunluğunun değişim miktarını belirleyen beş farklı bitki örtüsü indeksi biyokütle incelemesinde kullanılmıştır. Bu indeksler, bitki örtüsünün yakın kızılötesi ve görünür kırmızı bantlarda oldukça farklı yansıtımına dayanmaktadır. Sağlıklı bir bitki örtüsü, görünür ışığı soğurup yakın kızılötesi ışının büyük bir bölümünü yansıtır, diğer yandan hastalıklı/sağlıksız bir bitki örtüsü, görünür ışığı daha çok yansıtıp yakın kızılötesi ışınları daha az yansıtır. Görünür bantlardaki yansıtım bitki yapraklarındaki pigmentlere; yakın kızılötesi bölgesinde ise bitki hücre yapısına bağlıdır. (Baker, 1987).

Yakın kızılötesi yansıtım kırmızı banttaki yansıtıma oranlanarak en basit bitki örtüsü indeksi elde edilir. Bundan dolayı bu yöntem Basit Oran veya Oransal Bitki Örtüsü İndeksi olarak adlandırılmaktadır. Basit Oran İndeksi, bitki örtüsündeki büyümeyi gösterir. Elde edilen basit oran indeksi görüntüsünde, yüksek değerler (20'den fazla) yoğun bitki örtüsünü, 1 civarındaki düşük değerler ise toprak, buz veya suyun varlığını göstermektedir. Ancak elde edilen görüntü bölgenin topografyası hakkında bilgi vermez. Sadece spektral bilgiyi içermesinden dolayı sınıflandırma ile uniform spektral sınıflar elde edilir.

Diğer bir bitki örtüsü indeksi ise, aynı zamanda bitki oranına da duyarlı olan Fark Bitki Örtüsü İndeksi'dir. Basit olarak; yakın kızılötesi bant – kırmızı bant formülü ile hesaplanır. Fark Bitki Örtüsü İndeksi, gölgeli alanlar hariç, toprak ve bitki örtüsünü birbirinden ayırabilmektedir. Bundan dolayı Fark Bitki Örtüsü İndeksi, atmosfer, gölge ve topografyanın etki ettiği dalga boyları hakkında tam olarak bilgi içermemektedir.

En çok kullanılan indeks ise Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi'dir. Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi'nin algoritması;

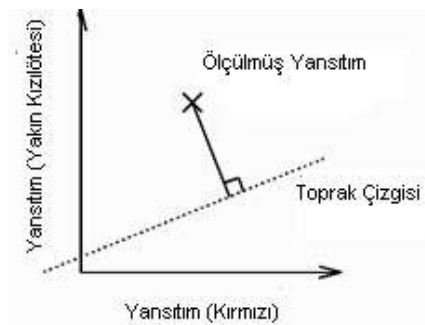
$$\text{Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi} = \frac{\text{Yakın Kızılötesi} - \text{Kırmızı}}{\text{Yakın Kızılötesi} + \text{Kırmızı}}$$

olarak verilmektedir.

Sonuçlar bitki örtüsünün bulunduğu alanın durumuna göre -1 ve +1 değerleri arasında değişim gösterir. Örneğin, eğer elde edilen değer 0,1 veya daha düşükse kayalık alana; 0,2 ile 0,3 arasında ise çayır veya çimene; 0,6 ile 0,8 arasında ise tropikal yağmur ormanlarına karşılık gelmektedir.

Dönüştürülmüş Bitki Örtüsü İndeksi, Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi'nin kareköküdür. Aynı değişken için daha yüksek bir kararlılık katsayısına sahiptir ve bu da Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi ile arasındaki farktır. Dönüştürülmüş Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi'nin formülü her zaman pozitif değerler alır ve orantıdaki değişim, ortalama değerlerle doğru orantılıdır. İndeks, bir pikselde bulunan yeşil bitki örtüsü miktarıyla ilişkilidir. (Senseman et.al. 1996)

Dikey Bitki Örtüsü İndeksi, toprak yayma faktörünü de içeren karmaşık indekslerden biridir. Çıplak topraktan gelen kırmızı ve yakın kızılötesi yansımalarının doğrusal ilişkisine dayanır. Bu ilişki, toprak çizgisi olarak adlandırılıp Şekil 2'de gösterilmektedir. Dikey Bitki Örtüsü İndeksi, toprak çizgisinden olan dikey uzaklığı verir ve bitki örtüsüyle doğrudan ilişkilidir (Sunar and Taberner 1995). Dikey Bitki Örtüsü İndeksi, toprak çizgisine dik olan ve tamamen yeşil bitkilerin bulunduğu noktalardan geçen yeşillik çizgisini bulmak için Gram-Schmidt ortogonalizasyonu kullanır. Kuru ve yeşil bitki örtüsünün belirlenmesinde etkin bir yoldur. Bunun nedeni, kırmızı ve yakın kızılötesi kombinasyonunun birçok toprakta çeşitinde bulunan demir oksit soğurmasına olan hassasiyetidir.



Şekil 2: Dikey Bitki Örtüsü İndeksi

3.2 Geometrik Düzeltmeler

Bitki örtüsündeki değişimleri saptamak için öncelikle kullanılan tüm görüntüler 1993 Landsat görüntüsü baz alınarak kayıt edilmişlerdir.

Bu amaçla görüntülerde homojen olarak dağılmış 10 yer kontrol noktası belirlenmiştir. Kullanılan yer kontrol noktalarının sayısı ve rms (en küçük kareler) hataları Tablo 2’de verilmektedir. Spot XS (2003) görüntüsünün, diğer Landsat TM görüntüleriyle beraber irdelenebilmesi için uzaysal çözünürlüğü 30m’ye örneklenmiştir. Tüm kayıt edilen görüntüler 455*547 piksellik çok zamanlı veri seti olarak analizde kullanılmıştır.

Baz Görüntü	Kayıt Edilmiş Görüntü	Yer Kontrol Noktası #	RMS Hatası ($\pm$ piksel)
	1987	10	0.5716
1993	2000	10	0.5474
	2003	10	0.4373

Tablo 2: Kullanılan yer kontrol noktalarının sayısı ve RMS hataları

4. ANALİZLER VE SONUÇLAR

4.1. Bitki Örtüsü İndeks Analizi

Çok zamanlı veri seti ile, beş farklı bitki örtüsü indeksi hesaplanmış ve elde edilen görüntüler, farklı bant kombinasyonları olarak analiz edilmiştir (Şekil 3). Şekil 3’te de görüldüğü üzere, bitki örtüsündeki yıllara dayalı değişim görsel olarak (farklı renk tonları) renkli kompozit görüntülerde kolaylıkla analiz edilebilmektedir. Çok zamanlı NDVI görüntüsünde (Şekil3), siyah renkli bölgeler, görüntülerin ait olduğu yıllarda bitki örtüsünün olmadığı yerleri (örneğin; yol, yerleşim alanı ve nehir) göstermektedir.



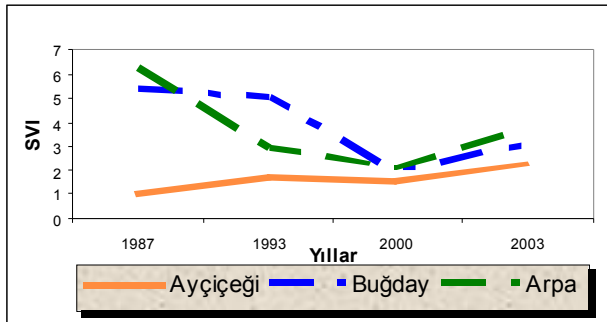
Şekil 3: Çokzamanlı NDVI görüntüsü

Analizlerde yardımcı veri olarak, Türkgeldi Tarım İşletme Müdürlüğünden temin edilen 1993 yılı ekin planı kullanılmıştır. Bu bölgede, ayçiçeği ve buğday ekinleri için yılda iki ana ekim zamanı bulunmaktadır. Ayçiçeği, genellikle Nisan/Mayıs veya Haziran/Temmuz mevsimlerinde ekilip, sırasıyla Haziran/Temmuz veya Ağustos/Eylül mevsimlerinde toplanmaktadır. Diğer yandan buğday, Ekim/Kasım mevsimlerinde ekilip, Mayıs/Haziran mevsimlerinde toplanmaktadır. Arpa ve buğday, aynı ekim dönemine sahip olduğundan, görüntülerin alındığı Mayıs/Haziran zamanında yaklaşık olarak aynı bitki örtüsü indeksi değerlerine sahiptirler. Ayçiçeği tarlalarında bu durum tam tersinedir. Ekim zamanı farklılıklarından dolayı indeks değerleri düşük olarak gözlenmiştir.

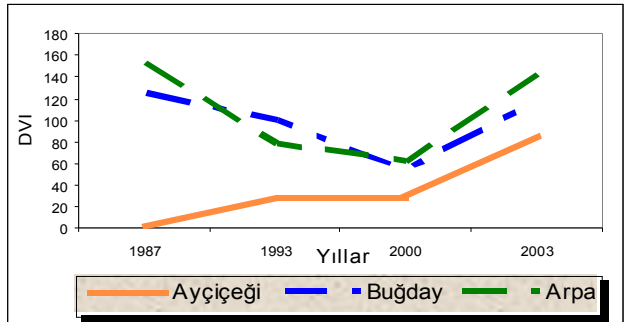
Ana ekin çeşidi olan ayçiçeği (mavi renk), buğday (sarı renk) ve arpa (yeşil renk) tarlalarında farklı kontrol bölgeleri seçilerek bu bölgelerin farklı bitki örtüsü indeksleri için aldıkları maksimum değer her yıl için hesaplanmıştır (Şekil 4). Şekil 5'ten 9'a kadar olan grafiklerde farklı bitki örtüsü indekslerinin yıllara bağlı olarak değişimi gösterilmektedir.



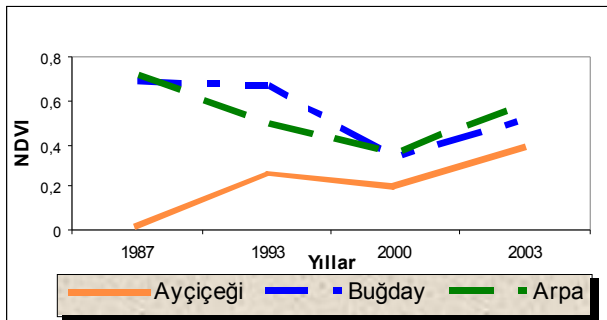
Şekil 4: 1993 NDVI görüntüsünde seçilen kontrol bölgeleri



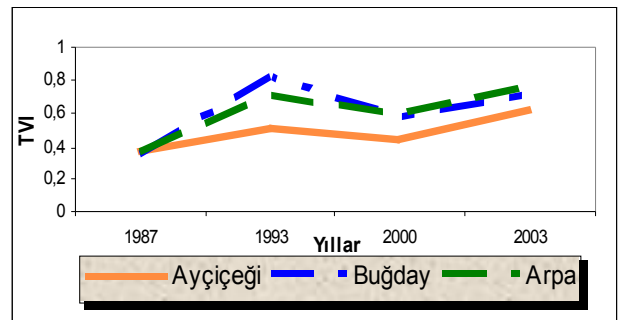
Şekil 5: Basit oran bitki örtüsü indeksi



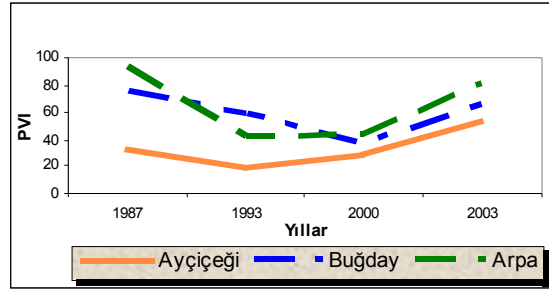
Şekil 6: Fark bitki örtüsü indeksi



Şekil 7: Normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi

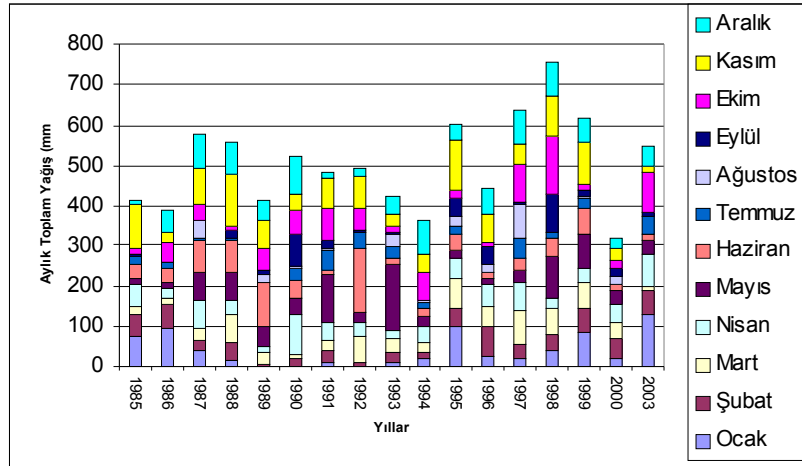


Şekil 8: Dönüştürülmüş bitki örtüsü indeksi



Şekil 9: Dikey bitki örtüsü indeksi

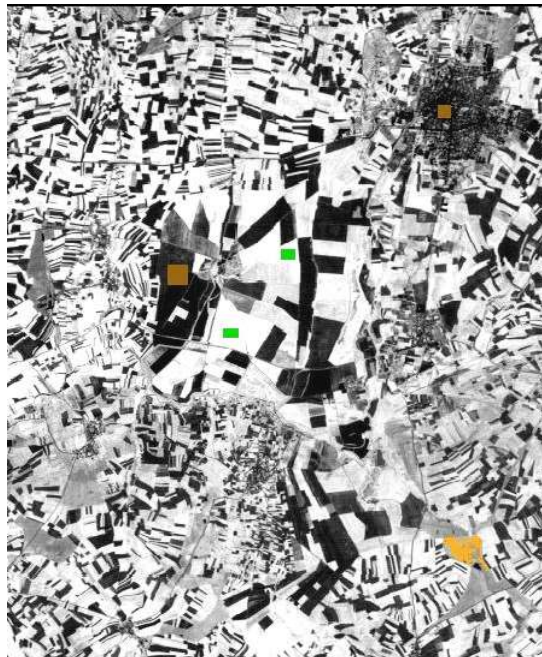
Tüm bitki örtüsü indeksleri değerlendirildiğinde, 2000 yılında bir azalma gözlenmektedir. Literatürdeki birçok çalışmada belirtildiği gibi, 2000 yılı yağış miktarı ölçümlerinde (Şekil 10) gözlenen kuraklık etkisi, bunun esas nedenidir (Çaldağ et.al. 2003).



Şekil 10: 1985-2003 yılları arasındaki aylık toplam yağış miktarı

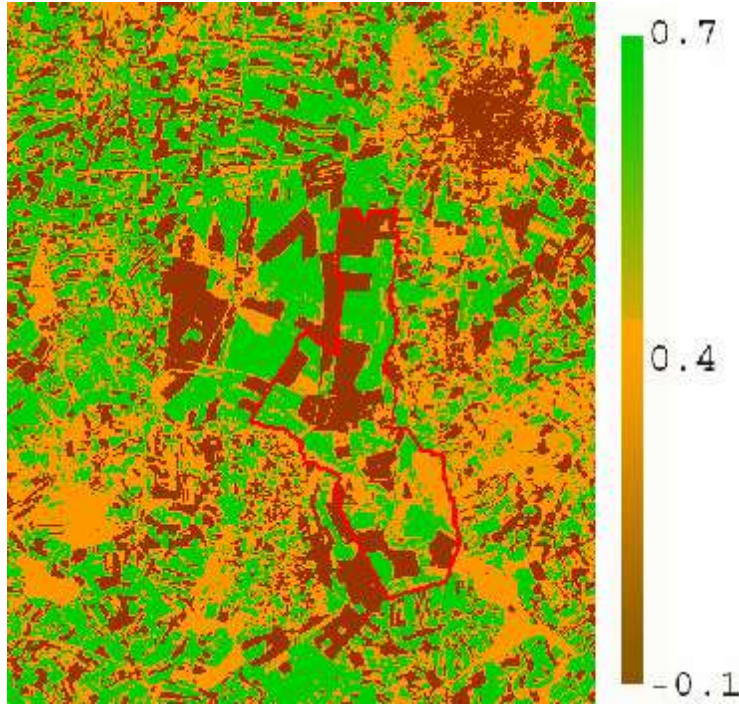
4.2 Bitki Örtüsü Sınıflandırması

Bu uygulama adımında sadece NDVI veri seti göz önüne alınmıştır. Yüksek oranda yeşil bitki örtüsü bulunan (ortalama NDVI değeri 0,7'den fazla olan), düşük oranda yeşil bitki örtüsü bulunan (ortalama NDVI değeri 0,4-0,0 arasında olan) ve bitki örtüsü bulunmayan (ortalama NDVI değeri 0,0'dan az olan) bölgeleri temsilen üç kontrol bölgesi seçilerek kontrollü sınıflandırma uygulanmıştır (Şekil 11).

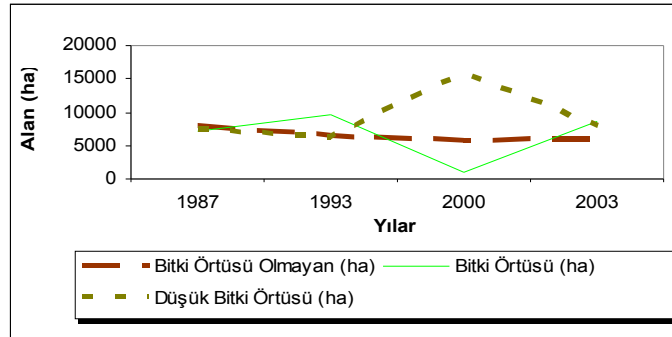


Şekil 11: Kontrollü sınıflandırma için seçilen kontrol bölgeleri

Sınıflandırma sonucu, Şekil 12’de verilmektedir. Şekilde de görülebileceği üzere, yeşil renk ile gösterilen alanlar yeşil bitki örtüsü oranının fazla olduğu, kahverengi renk ile gösterilen alanlar bitki örtüsü olmayan ve koyu turuncu renk ile gösterilen alanlar ise yeşil bitki örtüsü oranının düşük olduğu bölgeleri göstermektedir. Sonuç olarak bölgenin genelinde yeşil bitki örtüsü oranının yüksek olduğu gözlenmektedir. Herbir sınıfın alansal büyüklüğü hesaplanarak Şekil 13’te grafik olarak gösterilmiştir. Şekil 13’teki grafik, 2000 yılındaki kuraklığın bitki örtüsü üzerindeki etkisini bir kez daha ortaya koymaktadır.



Şekil 12: 1993 sınıflandırılmış NDVI görüntüsü



Şekil 13: Bitki örtüsü değişiminin alansal olarak yıllara göre dağılımı

5. SONUÇ

Tarım, sadece yerel veya ülkesel değil, aynı zamanda global anlamda da büyük önem taşımaktadır. Ülkeler, nüfusları arttıkça, tarım kaynaklarının planlamasını ve yönetimini, ileriye dönük olarak yapmak zorundadır. Türkiye, son on yıla kadar endüstriden çok tarım potansiyeli olan bir ülke olarak bilinmekteydi, ancak günümüzde bu durum tersine bir eğilim göstermektedir. Bu nedenle gerekli nüfus artışına bağlı olarak gerekse ekonomisi ile ilgili ihtiyaçlarını ve kararlarını belirlerken mevcut tarımsal ürün potansiyellerini bilmek ve bunları en etkin biçimde kullanmak zorundadır.

Gelişen uzay ve bilgisayar teknolojisi sayesinde, insanoğlu daha kolay ve yüksek doğruluklu, önemli tarım projeleri yapabilmektedir. Buna ek olarak Coğrafi Bilgi Sistemlerinin yardımıyla kompleks analizler yapılarak, tarım ürünlerinin kalitesi ve miktarının artırılmasında önemli rol üstlenilmektedir.

Bu çalışmada tarım ve endüstri alanında ülke ortalamasının üzerinde bir ilimiz olan Kırklareli iline bağlı Lüleburgaz’daki tarım potansiyeli çok zamanlı uzaktan algılama verileriyle incelenmiştir. Farklı bitki örtüsü indeksleri uygulanarak, 1987 ve 2003 yılları arasındaki bitki örtüsündeki değişimler irdelenmiş ve çok spektrumlu/çoklu algılayıcı uydu verilerinin bitki örtüsü analizinde başarıyla uygulanabileceği gösterilmiştir.

KAYNAKLAR

Baker, C.B, 1987. Changes in financial markets and their effects on agriculture”, Federal Reserve Bank of St. Louis
http://research.stlouisfed.org/publications/review/87/10/Financial_Oct1987.pdf

Çaldağ, B., Sırdaş S., Şaylan, ve L., “2003.Trakya bölgesinde kuraklık durumunun standart yağış indeksi ile belirlenmesi”, s.334-340.

Lillesand, T.M. ve Kiefer, R.W., 1987. Remote Sensing and Image Interpretation (Second Edition), John Wiley & Sons Inc., USA.

Gabre-Madrin E. Barrett C.B., ve Dorosh P., MITID Discussion paper No:62, “Technological change and price effects in agriculture: conceptual and comparative perspectives”
<http://www.ifpri.org/divs/mtid/dp/papers/mtidp62.pdf>

Türkiye’de Tarım Sektörü,
http://www.tarim.gov.tr/arayuz/5/icerik.asp?efl=sanal_kutuphane/sanal_kutuphane.htm&curdir=\sanal_kutuphane&fl=tarim_sektor/index.htm

Gary M. Senseman, Scott A. Tweddale, Alan B. Anderson, and Calvin F. Bagley, 1996. Correlation of Land Condition Trend Analysis (LCTA) Rangeland Cover Measures to Satellite-Imagery-Derived Vegetation Indices
http://www.cecer.army.mil/techreports/and_vegi/AND_VEGI.LLN.post.PDF

Geo-strategie , satellite details
<http://www.geostrategies.com/imageprocessing/satellite/details.htm>

NASA, Measuring vegetation,
<http://earthobservatory.nasa.gov/Library/MeasuringVegetation/>

Normalised difference vegetation index,
<http://www.met.rdg.ac.uk/~swsgrime/artemis/ch3/ndvi/ndvi.html>

“Vegetation indices”
http://www.google.com.tr/search?q=cache:In_TxZrK0J:www.uwyo.edu/rs4140/veg_indices.ppt+%22Ratio+vegetation+index%22&hl=tr&ie=UTF-8

TEŞEKKÜR

Meteorolojik veri desteği ile bu çalışmaya katkılarından dolayı İTÜ Uzay ve Uçak Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Levent Şaylan’a teşekkür ederiz.