

BİTKİ ÖRTÜSÜ VE YOĞUNLUĞUNUN UZAKTAN ALGILAMA İLE BULUNMASI

Hülya Yıldırım, Erhan Alparıslan, Cihangir Aydıner, Samuray Elitaş
Marmara Araştırma Merkezi, TÜBİTAK, P.K. 21 41470 Gebze, Kocaeli
e-posta : hulya@mam.gov.tr

ÖZET

Güneybatı Anadolu'da bir yörenin bitki örtüsü ve yoğunluğu uzaktan algılama yöntemleriyle belirlenmiştir. Yöreye yapılan arazi çalışmasında farklı bitki türlerini temsil eden test alanları seçilmiştir. Test alanlarının sınırları sayısallaştırılarak, geometrik olarak düzeltilmiş UTM koordinatlı uydu görüntüsüne çakıştırılmıştır. Test alanlarında bulunan farklı bitki türleri ve yoğunluklarına ait yer ölçüm değerleri bilgisayara girilmiştir. Çalışma yöresi, en çok benzerlik eğitilmiş sınıflandırma yöntemi kullanılarak yer ölçümlerinde belirlenen farklı bitki türlerine ve diğer arazi kullanımlarına göre sınıflandırılmıştır. Test alanlarında uydu görüntüsü bitki indisi değerleriyle, yer ölçümü bitki yoğunluğu değerleri arasında regresyon analizi yapılarak, sabit katsayılar belirlenmiş, geliştirilen bu doğrusal modellerle çalışma yöresindeki farklı bitki türlerinin bitki yoğunluğu, görüntü sınıflandırma yöntemleriyle belirlenerek bulunmuştur.

1. GİRİŞ

Bitki örtüsü ve bitki örtüsü yoğunluğu, bitki, toprak ve iklim oluşumunda önemli göstergelerden birisidir[1]. Kara ve atmosfer arasındaki hissedilir ve gözükmeyen ısı akışını, dinamik enerjiyi ve yağış/buharlaştırma gibi doğal olayları içeren fiziksel modellerin geliştirilmesinde, bitki örtüsü ve bitki yoğunluğu önemli girdi parametrelerdir. Bölgesel olarak değişiklikler gösteren bitki yoğunluğunu uydu görüntülerinden parametreleştirmek kolay değildir [2,3]. Bitki örtüsü yoğunluğunun belirlenmesinde karşılaşılan en büyük zorluk, bitki örtüsünün doğada tekdüze değil konumsal ayrı cinstenlikte bulunmasıdır. Şu anda veri kaydeden uydu algılayıcılarının çözünürlüğün en çok 5.7 m (Hindistan IRS uydusu) olduğu uydu görüntülerinden doğadaki bitkilerin boylarını, yeryüzünü kapladığı alanları görmek mümkün değildir, çünkü uydu tarafından algılanan veriler, bitki örtüsünün ve arka plandaki toprak yansıma değerlerinin ve atmosferik koşulların bilinmeyen bir karışımıdır. Bu bakımdan uydu görüntüleriyle yapılan analizler, çoğu kez arazi ekipleriyle gerçekleştirilen yer gerçeği ölçüm çalışmalarıyla desteklenmektedir.

Test alanlarının geometrik konumlarını belirlemek için GPS (Küresel konum belirleme) kullanılmaktadır. GPS ölçümleri ile 10m-100m hassasiyetle enlem, boylam ve yüksek belirlenebilmektedir. Yapılan fark ölçmeleri ("Differential") ile konum belirlenme doğruluğunu 1m'nin altına indirmek mümkündür. Bu doğruluk, 30m x 30 m çözünürlüğü olan Landsat-TM görüntülerinde 1 pikselden az bir büyüklüktür. Fiziksel açıdan bitki örtüsüne gelen ışının geri yansımaları konusunda saçılma, emilme ve yayma esaslarını içeren karmaşık ışın transfer modelleri geliştirilmiştir[4,5]. Hidrometeorolojik ve ekolojik model geliştirmek için günümüzde bitki örtüsü yoğunluğu hesapları deneysel bitki indisleriyle yapılmaktadır [6-8]. Güneş enerjisinin uzaktan algılanan görünür ve yakın kızıl ötesi elektromanyetik tayfta yansımaları son yirmi yıldır uydu teknolojisinin gelişmesine paralel olarak bitki örtüsü özneliklerini elde etmekte kullanılmaktadır. Bitkilerin yakın kızıl ötesi bantta verdiği yüksek yansıma özelliğini kullanarak geliştirilmiş olan normalize fark bitki indisi yakın kızıl ötesi bant ve görünür kırmızı bant değerleri arasındaki farkı bu değerlerin toplamına bölerek bitki indisi değerlerini hesaplar. Bitkilerin yakın kızıl ötesi banttaki parlaklıkları kırmızı banttaki parlaklıklarından yüksek olacağı için bitki indisinin pozitif değer aldığı pikseller bitki bulunan yerleri gösterecektir. İndisin negatif olduğu yerlerde bitki bulunmamaktadır. Normalize fark bitki indisisiyle bitki yoğunluğu arasında bir ilişki kurulacak olursa, bitkinin yoğun olduğu yerlerde indisinin 1 sayısına yaklaşacağı, bitkinin seyrek yani az yoğun olduğu yerlerde ise 0 sayısına yaklaşacağı varsayılabilir. Arazi çalışmalarında, farklı bitki türlerini temsil eden test

alanlarında kestirilen bitki yoğunluğu değerleriyle aynı alanların uydu görüntülerinden saptanan normalize fark bitki indisi değerleri arasında regresyon analiziyle doğrusal bir model geliştirilecek olursa bütün yöredeki farklı bitkilerin bitki yoğunluğunu bulmak mümkün olmaktadır. Bu çalışmada bu yöntem kullanılarak Şekil 1 de verilen akış diyagramına göre bitki yoğunluğu hesaplanmıştır.

Bu raporda, önce çalışma alanımızı tanıtmakta, sonra kullanılan eğitilmiş sınıflama yöntemi hakkında bilgi vermekte, daha sonra normalize fark bitki indisi yöntemi ve regresyon analiziyle bitki yoğunluğunun bulunması ayrıntılarına girilmektedir. Son olarak elde edilen sonuçlar tartışılmaktadır.

2. ÇALIŞMA ALANI

Çalışma bölgesi, Güneybatı Anadolu'da 28°52' - 29° boylamları ile 36°52' - 37° enlemleri arasında sınırlanan yaklaşık 10 km x 14 km genişliğinde bir alan olup, HGK tarafından hazırlanan 1:25.000 ölçekli olan O21-b2 paftasıyla çakışmaktadır. Bölgedeki en büyük yerleşim merkezi, Akköprü ile Değirmenbaşı mahalleleridir. Arazinin yükseklik ortalaması 560m olup 100m ile 1264m arasında değişmektedir. Çalışma bölgesi yarı-kurak bir iklime sahip olup, bölgenin Mayıs 1993 Landsat TM uydu görüntüsü (Bant 5 4 3) Şekil 2 de verilmektedir.

3. BİTKİ SINIFLARININ BELİRLENMESİ

Farklı bitki türlerinin, farklı doğrusal modellerle yoğunluk değeri hesaplanmaktadır. Bu nedenle, çalışma bölgesinde bitki yoğunluklarından önce, görüntü analiz yöntemlerinden eğitilmiş sınıflandırma ile bitki türleri sınıflandırılmıştır.

Eğitilmiş sınıflandırma çalışmasında kullanılmak üzere yer gerçeği bilgileri, çalışma bölgesine Nisan-95 ve Temmuz-95 tarihlerinde düzenlenen arazi çalışmaları esnasında belirlenmiştir. Bölgede, çalı, step ve orman olmak üzere bitki içeren üç farklı arazi kullanım sınıfı bulunmuştur. Bu bitki türlerinin bulunduğu test alanlarının geometrik konumları GPS cihazıyla belirlenerek topoğrafik harita üzerine işaretlenmiştir. Test alanlarının sınırları sayısallaştırılarak, geometrik düzeltilerek UTM koordinatlarına oturtulmuş uydu görüntüsüne işaretlenmiştir. Test alanlarındaki farklı bitki türlerinin tekdüze bir yapıda olmayıp ayrı cinsten bir yapıya sahip oldukları test alanları uydu görüntülerinde gözlemlenmiş, test alanlarındaki farklılıklar gözle yorumlanarak ve arazi çalışması yer ölçümleri esas alınarak farklı bitki türlerini en iyi temsil eden örnekler belirlenmiştir. Test alanları uydu görüntülerinin parlaklık değerleri (Bant 5 4 3) kullanılarak çalı, orman, step sınıflarına örnek oluşturan piksellerin her banttaki ortalama değerleri, standart sapmaları, kovaryans matrisleri gibi istatistiksel değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra farklı bitki türlerini temsil eden sınıf örnekleri en kısa uzaklık sınıflandırma yöntemiyle sınıflandırılarak sınıflarını temsil edebilme özellikleri araştırılmıştır. En kısa uzaklık yöntemine göre uzaklık (3.1) le hesaplanmıştır:

$$x \in j \text{ eğer } d_j = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x}_j)^2}{\sigma_j^2} = \min (d_i), 1 \leq i \leq N, N = \text{sınıf sayısı} \quad (3.1)$$

n = bant sayısı,

\bar{x}_j , j sınıfının bant i ortalama değeri

σ_j^2 , j sınıfının bant i standart sapma değeri

Kendi kendini sınıflayamayan istisnai örnekler çıkarılarak, saf sınıf örnekleri elde edilmiş, bu örneklerin istatistiksel değerleri hesaplanarak, Mahalanobis uzaklığını hesaplamada esas oluşturan sınıf ortalama değer vektörleri ve sınıf kovaryans matrisleri hesaplanmıştır. Bu değerler kullanılarak çalışma yöresinin uydu görüntüsündeki her eleman için (3.2) de verilen sınıf Mahalanobis uzaklıkları hesaplanmış, elemanlar üç standart sapma uzaklığından daha uzak olmayacak şekilde en kısa uzaklığa sahip olan sınıfa atanmışlardır.

$$x \in j \text{ eğer } d_j = (x - \bar{x}_j)^T C_j^{-1} (x - \bar{x}_j) = \min (d_i), 1 \leq i \leq N \quad (3.2)$$

C_j^{-1} , j sınıfının kovaryans matrisinin tersi

T , vektör transpoz sembolü

Çalışma yöresinin sınıflandırılmış görüntüsü Şekil 3'de verilmektedir. Bu yöredeki bitki örtüsü içeren sınıfların hektar cinsinden yüzölçümleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışma Yöresindeki Sınıfların Alanları

Bitki Sınıfı	Piksel Sayısı	Kapladığı Alan
orman	79906	% 46.8
çalı	50562	%30.0
step	14281	%8.2
diğer	27197	%15.0

4. BİTKİ YOĞUNLUĞUNUN BULUNMASI

Çalışma bölgesine ait bitki yoğunlukları, sırayla aşağıdaki işlemler ile elde edilmiştir.

Öncelikle Landsat TM uydusunun yakın kızıl ötesi ve kırmızı dalga boylarına karşılık gelen 4. ve 3. bantları, (4.1) formülüyle normalize fark bitki indisini hesaplamakta kullanılmıştır.

$$\text{Bitki İndisi} = BI = \frac{YKÖ - K}{YKÖ + K}, \quad (4.1)$$

YKÖ: Yakın Kızıl Ötesi Bant Değeri

K: Kırmızı Bant Değeri

Bitki indisini, bitkilerin yakın kızıl ötesinde yüksek parlaklık değerleri vermesi özelliğinden yararlanarak, bitki örtüsünün belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bitki indisinin 0 değerinden küçük değerleri bitkiye karşılık gelmeyen pikselleri, (0-1) arasında değişen değerler ise bitki yoğunluğu bulunan pikselleri temsil etmektedir. Bitki indisini bulduktan sonra 0 dan küçük değerler, 0'a taşınmıştır.

(4.1) bitki indisini hesaplaması sonunda (0,1) arasında değişen bitki indisini değerleri doğrusal olarak (0, 255) aralığına uzatılmıştır. Uzatılmış BI^s değerleri, (4.2)'le hesaplanır:

$$BI^s = \frac{BI - BI_{\min}}{BI_{\max} - BI_{\min}} * 255 \quad (4.2)$$

Çalışma yöresinin bitki indisini görüntüsü Şekil 4'te verilmektedir. Bitki indislerinin oluşturduğu görüntünün, test alanları ile maskelenmesinin ardından oluşturulacak doğrusal model için gerekli değerler hazır hale gelmiştir. Doğrusal modelin regresyon analizi, (4.2.) ile hesaplanan bitki indisini değerleri ile arazi ölçümlerinden elde edilen bitki örtüsü yoğunluk değerleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Uydu görüntüsündeki tüm arazi kullanımlarına ait bitki indisini değerleri bağımsız değişken, arazi çalışmaları sırasında ölçülen test alanları bitki yoğunluk değerleri ise bağımlı değişken olarak

alınarak, her bir arazi kullanımı için sabit regresyon katsayıları hesaplanmıştır. Regresyon analizi sonuçları ve doğrulukları Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2. Farklı Bitki Sınıfları için Geliştirilen Modeller

<u>Sınıf</u>	<u>Doğrusal Regresyon Modeli</u>
Çalı	$y = 3.335 x + 52.68$, $r^2 = 0.719$
Orman	$y = 0.754 x + 15.44$, $r^2 = 0.653$
Step	$y = 1.375 x + 9.6$, $r^2 = 0.80$

x : Bitki indisi değerleri

y : Bitki yoğunluğu değerleri

Yukarıda görüldüğü üzere, regresyon katsayıları arasındaki korelasyonun ve dolayısıyla regresyon doğruluğunun sağlanması amacıyla farklı çalı, orman ve step sınıfları birleştirilerek tek bir sınıf altında toplanmışlardır.

Bitki yoğunluklarının elde edilmesi için bitki indisi görüntüsü, bitki sınıfları ve regresyon katsayılarını tanıyan bir program yazılmıştır. Bu ara program, piksellere ait bitki sınıflarına regresyon katsayılarını tanıtarak, bitki indisi görüntüsüne doğrusal modeli uygulamıştır. Piksel bazda uygulanan doğrusal model, piksellere ait bitki yoğunluk değerlerini veren görüntüyü oluşturmuştur. Son olarak, bitki yoğunluk değerleri 4 gruba indirgenmiştir.

Çalışma yöresine ait bitki örtüsü yoğunluğu Şekil 5’te verilmektedir.

5. SONUÇLAR

Bitki yoğunluğu doğruluğunu belirleyen iki önemli etken vardır. Birisi, bitki sınıflarının doğruluğu, ikincisi ise regresyon analizlerinde kullanılan test alanları yer ölçümleridir. Bu durumda arazi çalışmaları, hem sınıflandırma hem de bitki yoğunluklarının belirlenmesinde en önemli etkindir.

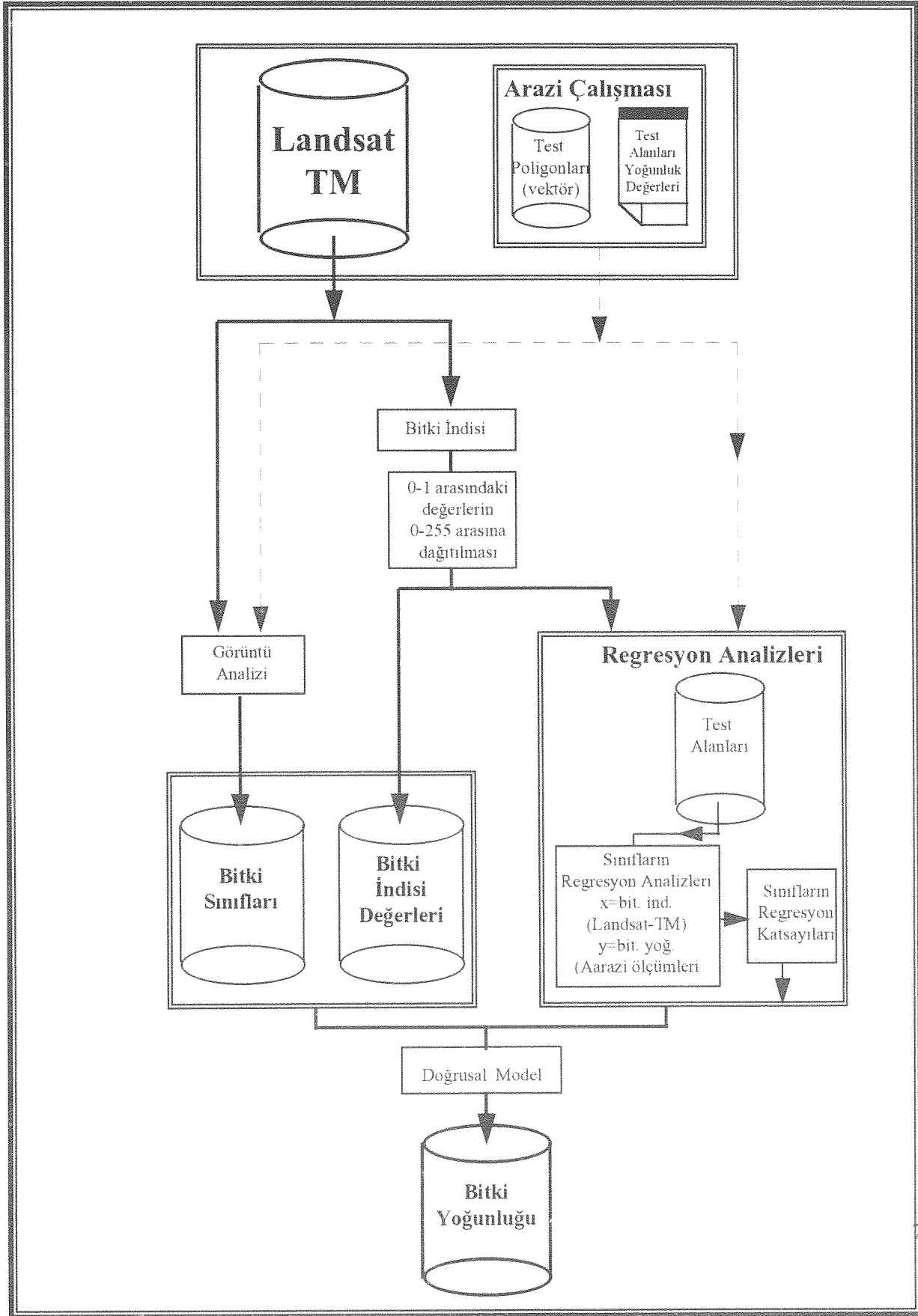
Eğitilmiş sınıflandırma çalışması, yer ölçümü verilerinin bazı düzeltme ve analizlerden sonra yüksek doğrulukta dolayısıyla test alanlarının yeteri saflıkta olduğunu varsaymaktadır. Bitki yoğunluğu yer ölçüm değerleri ise uydu görüntüsü ve bitki indisi değerleri arasında yapılan regresyon analizlerini etkilemektedir. Bitki yoğunluğunun belirlenmesinde, arazi çalışması ile her test alanını temsil eden bitkinin yoğunluğu kayıt edilmektedir. Arazide ölçümleri alınan test alanlarının yersel doğruluğu, sınıflandırma ve regresyon analizleri doğruluğunu belirleyen diğer bir etkindir.

Arazi çalışmalarında karşılaşılan çeşitli görüntü analizleri ile bitki yoğunluklarının hesabında doğruluğa etkileyen ve arazi çalışmalarında karşılaşılan çeşitli zorluklar ve engeller olmuştur. Bunlar, arazinin doğasından kaynaklanan bitki örtüsünün ayrı cinsten bir yapıya sahip olması, arazi çalışmasının mevsimi ile görüntünün alındığı mevsimin farklılığı, arazi çalışmasının tarihi ile görüntünün tarihi arasındaki zaman diliminde arazide meydana gelen değişimler, test alanlarının dolayısıyla görüntünün de bölgesel olarak aydınlanma farklılıkları altında kalmaları, GPS in doğru kullanılmamasından ya da yetersizliğinden kaynaklanan konumsal hatalar gibi kısaca sıralanabilir. Ayrıca, araziye çıkılmadan önce detaylı laboratuvar çalışmasının, uygulamanın amacına uygun olarak test alanlarının yöreyi temsil edecek özneliklerinin göz önüne alınmasının ve çalışma bölgesinin çok büyük olduğu durumlarda ise arazinin topografik ve iklimsel özelliklerinden dolayı test alanlarının araziye iyi dağılmalarının gereği unutulmamalıdır. Sonuçların yeni bir arazi yer ölçüm çalışmasıyla doğrulanması mümkündür.

KAYNAKLAR

- [1] M.F.Jasinski, Estimation of Subpixel Vegetation Density of Natural Regions Using Satellite Multispectral Imagery, IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sens., Vol.34, No.3, May 96
- [2] G.Asrar, R.B.Myneni and E.T.Kanemasu, "Estimation of Plant Attribute Canopies from Spectral Reflectance Measurements", in Theo. and App. of Opt. Remo. Sen., N.Y., Wiley, 89
- [3] R.B.Myneni, G.Asrar and E.T.Kanemasu, "The Theory of Photon Transport In Leaf Canopies" in Theory and Applications of Optical Remote Sensing, NewYork, Wiley, 1989
- [4] J.Ross, "The Radiation Regime and the Architecture of Plant Stands", The Hague: W.Junk Publishers, 1981
- [5] C.R.Perry and L.F.Lautenschlager, "Functional equivalence of spectral vegetation indices", Remote Sensing Environment, Vol.14, pp.169-182, 1984
- [6] C.J.Tucker et al., "Satellite remote sensing of total dry matter production in the Senegalese Sahel", Remote Sensing Environment, Vol.14, pp. 461-474, 1983
- [7] A.R.Huete, R.D.Jackson and D.F.Post, "Spectral response of a plant canopy with different soil backgrounds", Remote Sensing Rev. Vol.17, pp.37-55, 1985
- [8] M.F.Jasinski, "Sensitivity of the normalized difference vegetation index to sub-pixel canopy cover, soil albedo, and pixel scale". Remote Sens. Environ.Vol.32, pp.169-187, 1994

BİTKİ YOĞUNLUĞUNUN BULUNMASINDA AKIŞ ŞEMASI



O21-b2 Paftası Landsat-TM Görüntüsü



Akköprü-Değirmenbaşı Yöresi

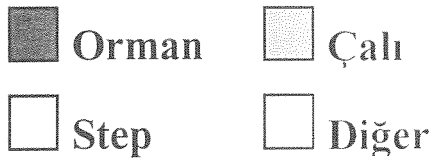
Mayıs-93 , 5-4-3 Bantları

Ölçek

1: 75 000

Şekil 2.

O21-b2 Paftası Bitki Örtüsü Sınıfları



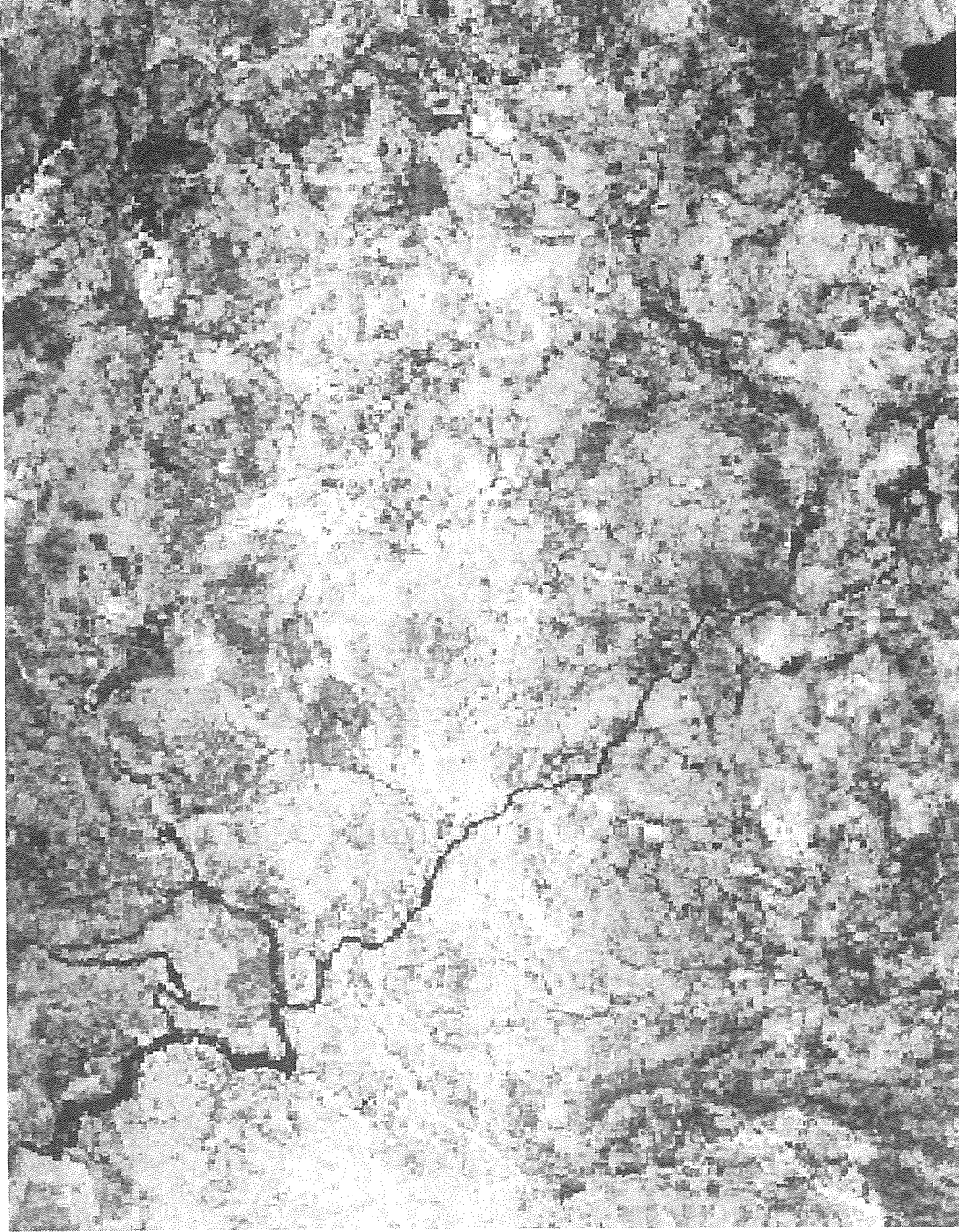
Mayıs-93 Landsat-TM Görüntüsü,
En Çok Benzerlik Sınıflandırması

Akköprü-Değirmenbaşı Yöresi

Ölçek 1: 75 000

Şekil 3.

O21-b2 Paftası Bitki İndisi Görüntüsü



Lineer uzatma uygulanmıştır.

Bitki indisi değerleri



0

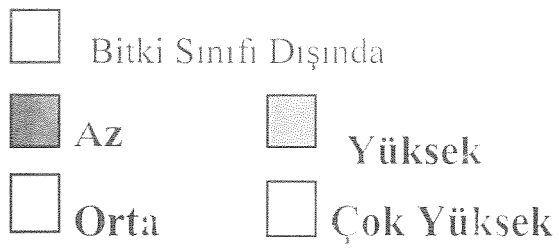
1

Akköprü-Değirmenbaşı Yöresi

Ölçek 1: 75 000

Şekil 4.

O21-b2 Paftası Bitki Yoğunluğu



Akköprü-Değirmenbaşı Yöresi

Ölçek 1: 75 000

Şekil 5.