

# ENVISAT MERIS VE LANDSAT ETM VERİLERİNİ KULLANARAK BULANIK (FUZZY) SINIFLAMA YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

O. Satır<sup>a</sup>, S. Berberoglu<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü 65080 Van – osatir@yyu.edu.tr

<sup>b</sup>Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü 01330 Adana – suha@cu.edu.tr

**ANAHTAR KELİMELELER:** Bulanık mantık, görüntü sınıflaması, doğrusal karışım modeli, yapay sinir ağları

## ÖZET

Araştırmada, bulanık sınıflama tekniklerinden doğrusal karışım modeli (DKM) ve yapay sinir ağları (YSA) yöntemleri kullanılarak, Yukarı Seyhan Havzası içerisindeki Aladağ ve çevresinde yer alan arazinin, Ağustos 2003 tarihli Envisat MERIS ve Landsat ETM uydu görüntüleri yardımıyla sınıflanması amaçlanmıştır. Yapay sinir ağları ve doğrusal karışım modeli bulanık sınıflama yöntemiyle görüntüler sınıflanmıştır. Ayrıca bulanık sınıflamanın, belirgin (hard) sınıflamalara göre daha yüksek doğrulukla sonuç verdiği karşılaştırmalı olarak ortaya konmuştur. Landsat ETM verisi maksimum olabilirlik algoritmasıyla sınıflanıp, 300 m ölçeğine getirilerek test verisi olarak kullanılmıştır. Belirgin sonuçlar ise YSA yöntemiyle üretilmiş ve sınıfların dağılımına göre belirlenen 500 tesadüfi nokta ile test edilmiştir.

Genel sınıflamanın sonucunda, DKM % 82, YSA %81 ve belirgin YSA %57 olarak tespit edilmiştir. Her sınıflamanın doğruluk analizleri test verisiyle tam olarak regresyonuna bakılarak saptanmıştır. Bulanık görüntü sınıflaması belirgin sınıflamalardan daha yüksek doğrulukla sonuç vermiştir. Karışımın yüksek olduğu piksellerde YSA'nın DKM'den daha etkin olduğu ve doğru sonuç ürettiği görülmüştür.

## 1.GİRİŞ

Bilimsel ve teknolojik gelişmeler tüm peyzajın analizi ve yönetimi yeteneğini güçlendirmiştir. Peyzaj ekolojisi, yönetim için peyzaj yapısının, fonksiyonlarının ve değişimlerin daha iyi algılanmasına katkıda bulunan güçlü bir kavramsal ve teorik temeldir (Forman ve ark. 1986). Peyzaj yapısının sayısal olarak tanımlanması temel bir gerekliliktir (Forman 1995, Mc Garigal ve Marks 1995). Bireysel peyzaj elemanlarının yapısının belirlenmesinde, analizinde ve tanımlanmasında konumsal özellikler oldukça önemlidir (Schumaker 1996). Sayısal olarak belirli bir alan içerisindeki elemanların belirlenmesi, özellikle peyzaj içerisindeki biyoçeşitliliğin değerlendirilmesi açısından gereklidir (Fahrig ve Merriam 1985, Wilcox ve Murphy 1985, Rosenberg 1997).

Uzaktan algılama ile elde edilen görüntülerin, geleneksel belirgin (hard) sınıflama teknikleriyle sınıflanması, karma piksellerinin algılanmasında yeterli değildir (Cracknell 1998). Bulanık (fuzzy) sınıflama yöntemleri ise bu sorunu, her bir pikseldeki her sınıfın birbirlerine göre oransal değerlerinin saptanmasıyla ortadan kaldırır (Foody 1996).

Doğadaki bir çok olayı net bir şekilde ifade etmek çok zordur. Karmaşıklık doğanın temelinde bulunan bir olgudur. Bu karmaşıklıkları basit matematiksel veya istatistiksel modellerle anlamlı hale dönüştürmek mümkün olsa da doğru olarak ifade etmek için çeşitli modelleme ve analiz yöntemleri geliştirilmiştir. Az karmaşıklık içeren verileri tanımlamak için matematiksel eşitlikler kullanılabilir. Çok daha karmaşık fakat birbirleriyle ilişkili veri gruplarında ise YSA yöntemleri gibi istatistiksel modelden bağımsız yöntemler oldukça iyi sonuçlar verebilir. Son olarak az sayıda sayısal verinin, eksik ve belirsizlik içeren bilgilerin bulunduğu en karmaşık sistemlerin tanımlanmasında ise bulanık sistemler kullanılmaktadır. Bulanık sistemler giriş ve çıkış bilgileri arasında belirli esaslara bağlı olarak sistemin davranışı hakkında bilgi edinmemizi sağlar ve sonuç verisine giriş verisindeki değişkenlikler yansıtılır (Akyılmaz, 2005).

Ülkemiz mevcut coğrafi konumu nedeniyle, bir çok yer şekli, iklimi ve bunlara bağlı olarak çok çeşitli bitki ve hayvan topluluklarını bünyesinde taşımaktadır. Homojen özellikteki alanların az olması arazi örtüsünün belirlenmesinde zorluklara sebep olmaktadır. Aladağ ve çevresi doğal peyzaj yapısının algılanması açısından içinde barındırdığı örtü çeşitliliği açısından önemli örnek alanlardan bir tanesidir.

Olabilirdiğince düşük maliyetle ve en iyi doğrulukla bu bölgedeki arazi örtüsünün sınıflanması bölgesel ve küresel ölçekteki çalışmalarda uzaktan algılama verilerinin kullanımını çok daha yaygınlaştırabilir. Aladağ ve çevresinde yapılan bu araştırma düşük maliyetli MERIS verisinin karmaşık yapıdaki arazi örtüsünün tanımlanmasında kullanılabilirliğini LANDSAT verisi yardımıyla DKM ve YSA bulanık sınıflama tekniklerini kullanarak test etmektedir.

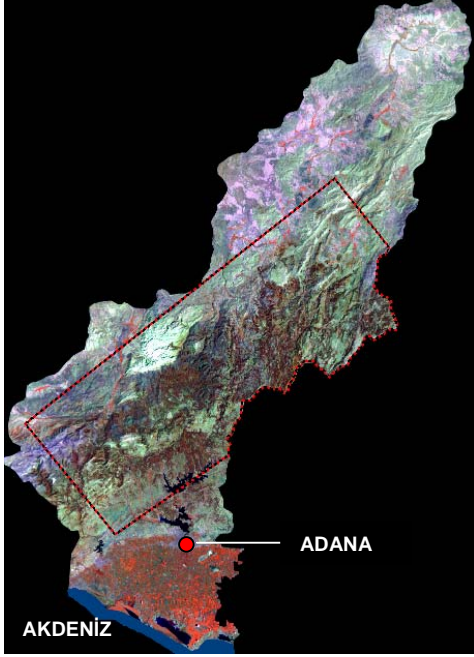
## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1 Materyal

Adana ilinin kuzey bölgesindeki, Yukarı Seyhan Havzası içerisinde yer alan Aladağ ve çevresindeki orman alanları çalışma alanı olarak seçilmiştir (Şekil 1). Alan içerisinde yerleşim bölgeleri çok azdır. Ağırlıklı olarak mera ve çayırarla iğne yapraklı ağaç türleri (*Pinus brutia* (kızılçam), *Pinus nigra* (Kara Çam), *Juniperus sp.* (ardıç), *Cedrus libani* (sedir), *Abies cilicica* (Toros Göknarı)) bulunmaktadır. Bu bölgelerin, 17 Ağustos 2003 tarihli Landsat ETM ve Envisat MERIS (Medium Resolution Imaging Spectrometer) uydu görüntüleriyle birlikte, yer verisi olarak orman meşçere haritaları ve bazı orman meşçere gruplarından alınmış GPS verileri kullanılmıştır. Bu görüntülere ek olarak SYM (sayısal yükseklik modeli) ve bu modelden üretilmiş olan SBM (sayısal bakı modeli) sınıflamalar sırasında mevcut görüntülere eklenerek kullanılmıştır.

### 2.2 Yöntem

Araştırma yöntemi; ön çalışma, analiz, değerlendirme ve sonuç olarak 4 ana bölümden oluşmaktadır (Şekil 2).



Şekil 1. Seyhan havzası ve çalışma alanı

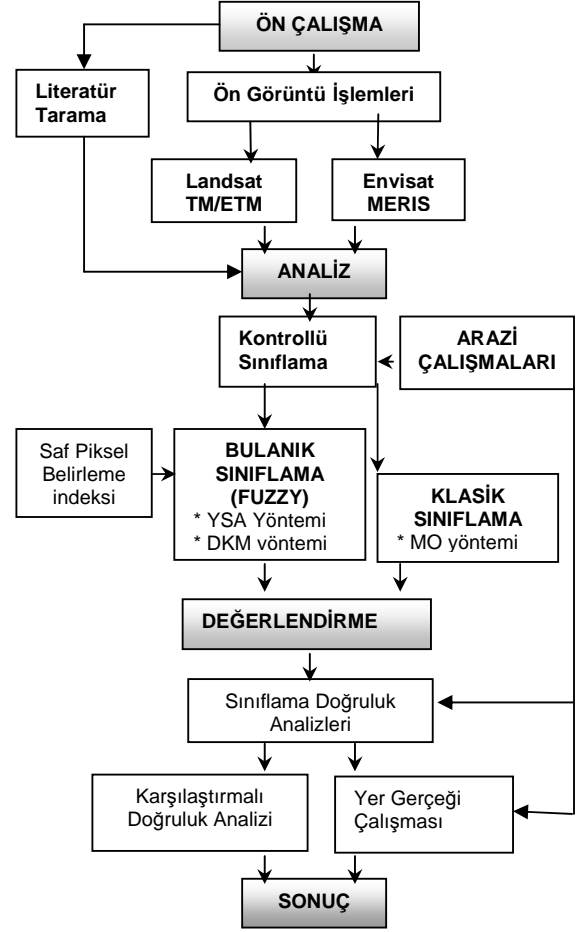
Ön çalışmada, GPS verilerinin toplanması, literatür tarama, görüntü düzeltmelerinin yapılması işlemleri uygulanmıştır. Analiz aşamasında, DKM ve YSA yöntemleri uygulanmış, DKM yönteminin uygulanabilmesi için saf pikseller belirlenmiş ve Landsat görüntüsü MO (maksimum olasılık) yöntemiyle sınıflanarak sonuç görüntüsü 300m olarak ölçeklendirilerek test verisi oluşturulmuştur. Kullanılan MERIS verisi en yüksek yersel çözünürlükte (300m) kullanılmıştır. Değerlendirme aşamasında, sınıflama sonuçları, oluşturulan test verisiyle karşılaştırılmıştır. Bunlara ek olarak oluşturulan test verisinin sınıflanması sonrasında orman meşcere haritaları ve araziden toplanan GPS verileriyle güvenilirliği belirlenmiştir. Sonuç aşamasında ise uygulanan sınıflama tekniklerinin kullanılabilirliği ve uygunluğu ortaya konmuştur.

### 2.2.1 YSA Yöntemi

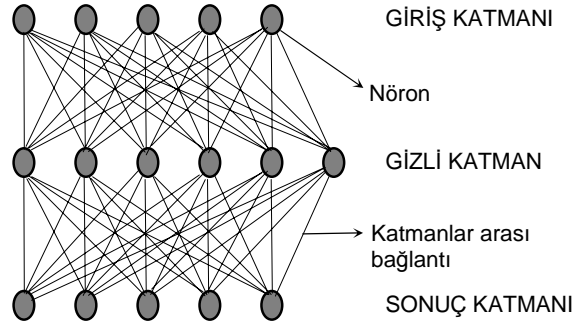
YSA geleneksel istatistiksel görüntü sınıflama yöntemlerine alternatif olan yapay zeka tekniklerinden biridir. YSA'nın geliştirilmesinde insan beyninin çalışma mekanizması örnek alınmıştır. Fakat insan beyninin kompleks yapısına kıyasla YSA yapıları çok daha basittir (Berberoğlu, 2001). YSA sınıflama yöntemi için bazı modeller geliştirilmiştir. Rumelhart *et al.* (1986) tarafından geliştirilen MLP modeli literatürde en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Bu model en az üç katmandan oluşur (Şekil 3).

Katman 1: Giriş katmanıdır sisteme sınıflaması yapılacak bilgiler girilir ve diğer katmanlara buradan veriler aktarılır burada herhangi bir işlem yapılmaz. Bu katman uydu verilerinin değişik bantlardaki yansıma ve sınıflamaya yardımcı olacak diğer değerleri içerir.

Katman 2: Gizli katmanlardır sayısı kullanıcı tarafından belirlenir, genelde bir fakat dağılım değişkenliği çok yüksek olan veriler için birden fazla kullanılabilir.



Şekil 2. Yöntem akış şeması



Şekil 3. Multi-Layer Perceptron Modeli (Berberoğlu,2001)

Katman 3: Sonuç katmanıdır ve arazi sınıflarını içerir. MLP modeli geri yayılım (GY) öğrenme algoritmalarından birisidir. Buna göre, nöron sisteminin eğitimi sırasında, bazı noktalarda sistem geriye doğru çalışarak olası hataları en aza indirmeye çalışır. Bu çalışmada GY öğrenme algoritması içerisinde MLP modeli uygulanmıştır.

GY algoritması içerisinde üç temel değişken görülmektedir:

$$\Delta W_{ji}(t) = \eta \delta_j X_i + \alpha \Delta W_{ji}(t-1) \quad (1)$$

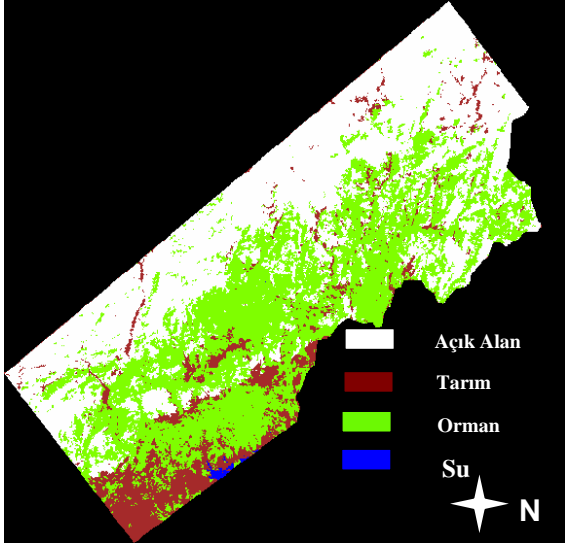
$\eta$ = Öğrenme Katsayısı.

$\alpha$ = Momentum Katsayısı.

$\delta_j$ = Ara veya çıkış katmanındaki her hangi bir "j" nöronuna ait katsayı.

Tüm bu parametreler eğitim sistemindeki hata miktarını etkileyen önemli değerlerdir. Sistemin eğitilmesinde, bu sayıların seçimi eldeki verinin niteliğine göre değişmektedir. Bu nedenle, bu parametreleri doğru belirlemek için, yapılan eğitim işleminin sonucuna göre, deneme yanılma yöntemiyle uygun parametrelerin girilmesi gerekmektedir.

Çalışmada YSA sınıflamasında 4 temel arazi örtüsü (orman, tarım, su, açık alan) 416 eğitim pikseli kullanılarak sınıflanmıştır (Şekil 4). YSA değişkenleri Çizelge 1'deki gibi belirlenmiştir. Orman alanları birbirleriyle en çok karışan mesçere tipleri dikkate alınarak orman 1 ve orman 2 olarak sınıflanmış ancak sonuçlarda bunlar birleştirilerek orman alanları olarak değerlendirilmiştir. Tarım alanları sulu ve kuru tarım alanları olarak sınıflanmış ve sonuç verilerinde tarım sınıfı olarak birleştirilerek değerlendirilmiştir.



Şekil 4. YSA Belirgin Sınıflaması Sonuç Görüntüsü

Çizelge 1. Genel YSA Sınıflaması İçin Belirlenen İdeal Parametreler

Giriş Katmanı	16
Gizli Katman	33
Çıkış Katmanı	6
Öğrenme Oranı	0.1
Öğrenme Momenti	0.5
Döngü Sayısı	8643
Öğrenme Fonksiyonu	Geri Yayılım
Transfer Fonksiyonu	Sigmoidal

## 2.2.2 DKM Yöntemi

DKM'nin amacı her bir piksel için yansıma verileri yardımıyla içerdiği alan kullanım türlerinin belirlenmesidir. Başka bir deyişle, DKM'nin öncelikli amacı doğrusal karışımın derecesine bağlı olarak her bir pikseldeki arazi sınıfının yansıma katılımlarının ayrılması ve miktarının tahmini prensibine dayanmaktadır. Bir pikseldeki her sınıfın ortalama oranının hesaplanması için her arazi sınıfına ait saf yansımaların tespit edilmesi gerekmektedir. DKM'nin matematiksel modeli aşağıdaki gibidir:

$$DN_i = \sum_{c=1}^n f_{ic} DN_{ic} + \epsilon_i \quad (2)$$

$DN_i$  = Dijital Sayı (piksel parlaklık değeri)

$C$  = Alan kullanım sınıfı

$I$  = Yansıma Bandı

$n$  = Band Sayısı

$f_{ic}$  = Her bant için hesaplanan görüntü saf pikseli  $k$ 'nin fonksiyonu

$DN_{ic}$  = Her bir görüntünün saf piksel  $k$ 'nin bant  $i$ 'deki parlaklık değeri

$\epsilon_i$  = Bant  $i$  için hata terimi

Bu eşitlikte sınırlama her bir piksel için  $\sum_{c=1}^n f_{ic} = 1$ 'dir. Ayrıca her bir piksel için  $f_{ic} \geq 0$  olmalıdır (Özkan, 2001). Sadece referans yansıma saf piksel olduğunda  $f_{ic}$  her zaman sıfır ile bir arasında bir değer almaktadır (Embashi,1998).

Çalışmada DKM sınıflamasında, YSA'da olduğu gibi 4 farklı ana arazi örtüsü sınıflanmıştır. Sonuçların karşılaştırılabilir olması için aynı eğitim verisi kullanılmıştır. DKM sınıflaması uygulanmadan önce, saf pikseller eğitim verisi içerisinde çıkarılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. DKM Sınıflamasında PSI Öncesi ve Sonrası Eğitim Pikselleri Sayısı

Sınıf Adı	PSI' danÖnce	PSI' danSonra
Açık Alan	93	52
Tarım	89	22
Orman	197	44
Su	37	21

## 3. Bulgular

### 3.1 Karşılaştırmalı Analizler ve Değerlendirme

Farklı teknikler ve farklı ölçeklerde bulanık olarak sınıflanan Envisat MERIS uydu görüntüsü, bulanık sınıflamanın belirgin sınıflamalara göre genel doğruluk oranlardaki başarısını göstermek amacıyla YSA yöntemiyle elde edilen belirgin sınıflama sonuçları da genel doğruluk oranlarında birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

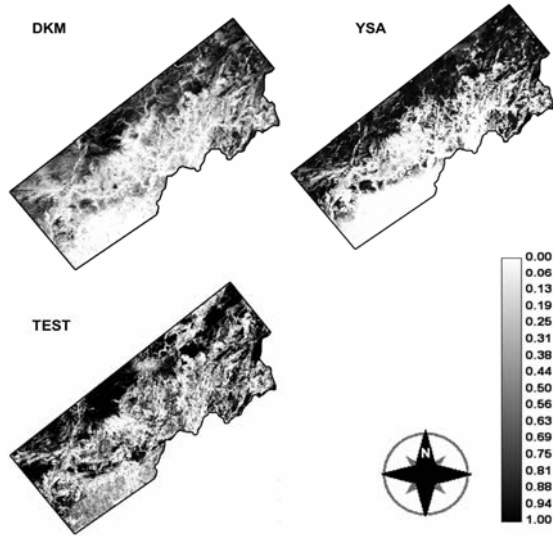
Doğruluk analizleri yapılırken her bulanık sonuç, Landsat ETM görüntüsünün MO sınıflamasından elde edilen ve test için yeniden ölçeklendirilerek oluşturulan görüntülerle karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sırasında alanın belirli bir bölgesi test için ayrılmamıştır. Tüm alanın bir bütün olarak,

önceden hazırlanmış aynı ölçekte oluşturulan verilerle regresyon analizi yapılarak uyumluluğu saptanmıştır. Bu çerçevede, MERIS verisindeki 129000 piksel bire bir test verisiyle karşılaştırılmış ve analiz edilmiştir. Alandan çeşitli test bölgeleri belirleyerek karşılaştırmak, sonucu göreceli olarak etkileyebileceğinden ve alanın tümü için test verisi üretilebildiğinden böyle bir yöntem izlenmesi doğruluğunun daha objektif bir şekilde tespit edilmesini sağlamıştır.

Belirgin YSA, sınıflama sonuçlarının doğrulukları, sınıfların dağılımına göre tesadüfi olarak belirlenmiş 500 nokta ile hesaplanmıştır. MO yöntemiyle sınıflanan Landsat uydu görüntüsünün belirgin elde edilen sonucu YSA sınıflamalarından elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmış ve her sınıf için doğruluk oranları saptanmıştır.

### 3.2 Bulanık Sınıflama Sonuçlarının Test Verisiyle Karşılaştırılması

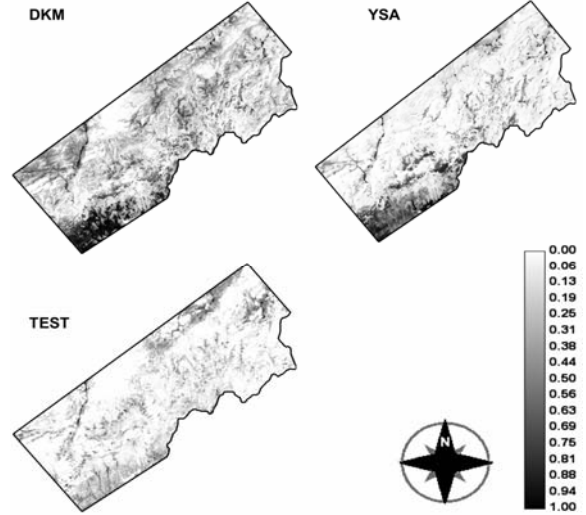
Açık alanlarda, DKM % 79, YSA % 78 oranında test verisiyle örtüşmüştür (Şekil 4).



Şekil 4. Açık Alanların Genel Bulanık Sınıflama Sonuçlarının Test Verisiyle Karşılaştırılması

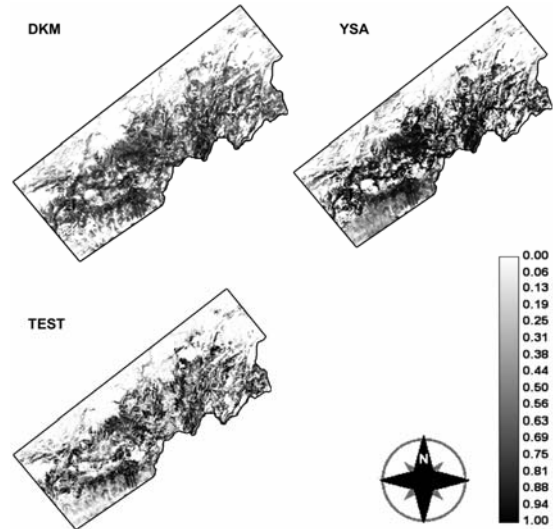
Tarım alanları genel olarak sınıflanırken tüm ağaç türleri orman olarak sınıflandığı için tarım alanlarının ağaç türleriyle olan karışımları engellenmiştir. DKM % 64, YSA %60 olarak test verisiyle örtüşmüştür. Berberoğlu 1999'a göre eğitim piksellerinin sayısındaki artışın YSA sınıflamalarındaki doğruluk oranlarını artıracacağı saptanmıştır. Eğitim piksellerinin fazlalığı sınıflama sonuçlarının doğruluğunu artırmıştır (Şekil 5).

Bütün vejetasyon sınıfları (ardıç, göknar, sedir, kızılçam, karaçam) sınıflamada orman alanları olarak birleştirilmiştir. Böylece, bu alanlardan elde edilen piksel sayılarının artmasıyla saf piksel sayıları da artmıştır. Bu durum DKM sınıflamasının doğruluğunun büyük oranda YSA ile aynı olmasını sağlamıştır. Orman alanları DKM % 80, YSA % 79 oranlarında test verisiyle örtüşmüştür. (Şekil 6).



Şekil 5. Tarım Alanlarının Genel Bulanık Sınıflama Sonuçlarının Test Verisiyle Karşılaştırılması

Farklı yöntemler uygulanarak, Yukarı Seyhan Havzası'ndaki Aladağlar ve yakın çevresinde bulunan, ormanlık alanlar içerisinde kalan bölgedeki arazi örtüsü, uygun bulanık tekniklerle sınıflanmıştır. Bununla birlikte, belirgin sınıflamalarla bulanık sınıflamalar arasındaki farklılığı göstermek amacıyla YSA yöntemiyle elde edilen belirgin sınıflama sonuçları da, bulanık sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Her bir sınıflama yaklaşımı kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Belirgin sınıflamalar değerlendirilirken, tesadüfi seçilmiş 500 nokta test verisiyle karşılaştırılmıştır. Sınıflama sonuçlarına bakıldığında, MERIS verisinin, bulanık olarak sınıflanmasından elde edilen sonuçlar doğrudan her arazi sınıfı için yeterli sayıda eğitim piksellerinin varlığı ile ilişkilidir (Çizelge 3).



Şekil 6. Orman Alanlarının Bulanık Sınıflama Sonuçlarının Test Verisiyle Karşılaştırılması

Çizelge 3. Bulanık ve Belirgin Sınıflamaların Doğruluk Oranları

	<b>DKM</b> <b>(Bulanık)</b>	<b>YSA</b> <b>(Bulanık)</b>	<b>YSA</b> <b>(Belirgin)</b>
Açık Alan	% 79	% 78	% 70
Tarım Alanları	% 64	% 60	% 18
Orman Alanları	% 80	% 79	% 45
Su Yüzeyleri	% 99	% 100	% 85
<b>GENEL</b>	<b>% 82</b>	<b>% 81</b>	<b>% 57</b>

#### 4. SONUÇLAR

- I. YSA sınıflaması ve DKM sınıflamasının doğrulukları birbirlerine çok yakındır. Fakat bulanık sınıflama uygulamalarında her bir sınıftan yeterli sayıda eğitim pikseli bulunması halinde karmaşık yapıdaki arazi örtüsünün tanımlanmasında, YSA daha doğru sonuçlar üretmektedir.
- II. Arazi örtüsünün homojen olduğu durumlarda (her sınıftan yeterli sayıda saf piksel elde edilmesi halinde) DKM yöntemiyle yapılan görüntü sınıflaması iyi sonuçlar vermektedir.
- III. YSA yöntemi, DKM yöntemindeki gibi saf piksellerin tespit edilmesi gibi ek işlemler gerektirmemektedir. Eğitim piksellerini belirleyip doğrudan sonuç üretmek mümkündür.
- IV. Bulanık sınıflamalarda arazi sınıfları, belirgin sınıflamada olduğu gibi kesin sınırlarla ayrılmamıştır. Ancak, sınıfların dağılımlarını oransal olarak tespit etmek mümkündür.
- V. Envisat MERIS verisiyle bölgesel ve küresel ölçekte, arazi örtüsü az maliyetle ve kabul edilebilir bir doğrulukta DKM ve YSA gibi bulanık yöntemler kullanılarak sınıflanabilir.

#### KAYNAKLAR

AKYILMAZ, O., 2005, Esnek Hesaplama Yöntemlerinin Jeodezide Uygulamaları. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

BERBEROĞLU, S., 1999. Optimising the Remote Sensing of Mediterranean Land Cover. Phd. Thesis, University of Southampton School of Geography.

BERBEROĞLU, S., 2001. Akdeniz kıyı peyzajının uzaktan algılama ile sınıflaması, Türkiye Kıyıları 01. Kıyı Alanları Yönetimi Türk Milli Komitesi, ODTÜ, Ankara.

CRACKNELL, A.P., 1998. Synergy in Remote Sensing: What's in A Pixel? International Journal of Remote Sensing, 19: 2025 – 2047.

EMBASHI, M.R.M., 1998. Mapping Sub-Pixel Variation in Land Cover at the Global Scale Using NOAA AVHRR

Imagery. PhD Thesis. Department of Geography, Faculty of Science, University of Southampton, England.

FARIG, L. and MARIAM, G., 1985. Habitat Patch Connectivity and Population Survival. Ecology, 66: 1762 – 1768.

FORMAN, R.T. and GODRON, M., 1986. Landscape Ecology. New York Willey.

FORMAN, R.T.T., 1995. Land Mosaics: The Ecology of Landscape and Regions. Cambridge UK: Cambridge University Press.

FOODY, G.M., 1996. Approaches for the Production and Evaluation of Fuzzy Land Cover Classifications From Remotely Sensed Data. International Journal of Remote Sensing, 17: 1317 – 1340.

MC. GARIGAL, K. and MARKS, B.J., 1995. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. US Department of Agriculture General Technical Report PNW – GTR – 351, Pacific Northwest Research Station.

ROSENBERG, D.K., NOON, B.R. and MESLOW, E.C., 1997. Biological Corridors: Form, Function and Efficacy. Bioscience, 47: 677 – 687.

RUMELHART, D. E., HINTON, G. E. AND WILLIAMS, R. J., 1986, Learning internal representations by error propagation. In *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition. Volume 1: Foundations*, edited by D. E. Rumelhart and J. L. McClelland (Cambridge, Massachusetts: The MIT Press), pp. 318–362.

SCHUMAKER, N.H., 1996. Using Landscape Indices to Predict Habitat Connectivity. Ecology, 77: 1210 – 1225.

WILCOX, B.A. and MURPHY, D.D., 1985. Conservation Strategy: The Effects of Fragmentation on Extinction. American Naturalist. 125: 879 – 887.