

# ENVISAT MERIS VERİ SETİ KULLANILARAK SEYHAN ÜST-HAVZASI AĞAÇ KAPALILIK YÜZDESİNİN HARİTALANMASI

Cenk Dönmez<sup>1</sup>

Süha Berberoğlu<sup>1</sup>

Çukurova Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Balcalı / ADANA / Türkiye 01330<sup>1</sup>

[cdonmez@cu.edu.tr](mailto:cdonmez@cu.edu.tr)  
[suha@cu.edu.tr](mailto:suha@cu.edu.tr)

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Uzaktan Algılama, Ağaç Kapalılık Yüzdesi, Envisat MERIS, IKONOS, Regresyon Ağacı Modeli, Seyhan Havzası.

## ÖZET

Ağaç kapalılık yüzdesi, doğal bitkilerin, yatay ve dikey olarak alana yayılışı ile yeryüzü alanının örtülülüğünün yüzde cinsinden miktarıdır. Bu çalışmanın amacı, Seyhan Nehri Üst-Havzası için orta çözünürlükte ağaç kapalılık yüzdesi haritasının oluşturulmasıdır. Ağaç Kapalılık yüzdesinin tahmini için regresyon ağacı modeli yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışmanın ana materyalini, Mart 2003 ile Eylül 2005 tarihleri arasında kaydedilmiş 47 adet 300 m çözünürlü Envisat MERIS verileri oluşturmaktadır. Çalışmada ayrıca, eğitim seti olarak IKONOS (4m) verileri kullanılmıştır. IKONOS verileri, eğitilmiş sınıflama ile ağaç bulunan ve bulunmayan alanları gösteren biçimde sınıflanmış ve 300 m çözünürlüğe dönüştürülmüştür. Envisat MERIS verilerinden üretilen metrikler (Normalleştirilmiş Vejetasyon Fark İndeksi, MERIS Karasal Klorofil İndeksi, Fotosentetik Aktif Radyasyon, Yaprak Alan İndeksi) çalışmada kullanılan modelin doğruluğunu artırmak için kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan regresyon ağacı modelinin sonuç verisi olarak Seyhan Havzası için üretilen ağaç kapalılık yüzdesi haritasında, kapalılık değerleri 0 ile 100 arasında değişmektedir. Havzanın kuzey kesimlerinde kapalılık değerlerinin % 0 ile % 30 arasında olduğu gözlenirken, % 100 kapalılığın bulunduğu alanların güney kesimlerde olduğu saptanmıştır. Ağaç Kapalılığının tahmini için model içerisinde tüm veriler kullanıldığında korelasyon katsayısı 0.67 iken, geri-adım doğrusal regresyon kullanarak seçilen yararlı değişkenler kullanıldığında sonuç verisinin korelasyon katsayısı 0.76 olmuştur.

## 1. GİRİŞ

Karbondioksit (CO<sub>2</sub>), küresel ısınmaya önemli derecede katkıda bulunan ve sera etkisi yaratan gazlardan biridir. Hızlı nüfus artışı ve artan teknolojik yeniliklerin etkisiyle artma potansiyeline sahip sera gazlarının azaltılması için en olası strateji ağaçlar tarafından atmosferdeki karbondioksitin emilmesidir. Atmosferdeki karbondioksitin ağaçlar tarafından emilmesi, fotosentez süreci ile karbonun bitki bünyesinde depolanmasıdır.

Karbondioksitin doğa içerisindeki bu döngüsü ve dinamiklerinin belirlenmesi, küresel ısınmanın büyük tehdit oluşturduğu dünyamızda, iklim değişikliklerinin azaltılması ve doğal sistemlerdeki dengenin korunması için gerekli hale gelmiştir. Bölgesel ve küresel ölçekteki karbon dinamiklerinin, doğru olarak belirlenebilmesi için karbon modellerinde ağaç kapalılık yüzdesinin kullanılması, güvenilir sonuçlara ulaşılması için en etkin yollardan birisidir (Rokhmatuloh, 2005).

Ağaç kapalılık yüzdesi, doğal bitkilerin, yatay ve dikey olarak alana yayılışı ile yeryüzü alanının örtülülüğünün yüzde cinsinden miktarıdır. Farklı ağaç kapalılık yüzdeslerinde karbon, farklı miktarlarda depolanır ve ağaç örtüsündeki değişimler, bir model içerisinde karbonun o alandaki yıllık değişimlerinin bulunması için kullanılır (Huang ve ark., 2001).

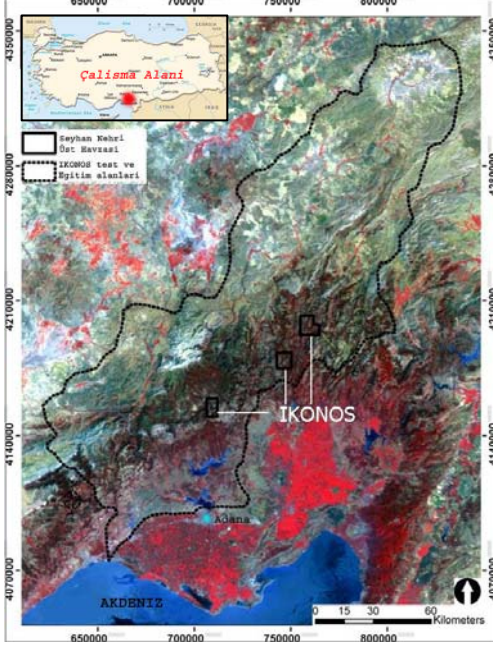
Ağaç kapalılık yüzdesinin tahmini için yapılan, önceki çalışmalarda, yansıma karışım analizi (spectral mixture analysis) ve geleneksel doğrusal regresyon (linear regression) tekniklerinden yararlanılmaktaydı (Iverson ve ark., 1989; Zhu ve Evans, 1994; DeFries ve ark., 2000). Bu yöntemler, yansıma miktarı ve ağaç örtüsü arasındaki ilişkiyi yaklaşık olarak bulmak için doğrusal bir model kullanımına dayanır. Ancak, özellikle büyük alanlarda, diğer yüzey materyalleri ile birlikte ağaç örtüsünün yansıma değerlerinin değişkenliği ve geniş alanlara yayılması nedeniyle, yansıma karışım analizi ve doğrusal regresyon yöntemleri, kapalılığın istenen doğrulukta bulunması için yeterli olmamaktadır (Ray ve Murray, 1996; Huang ve Townshend, 2001).

Doğrusal olmayan regresyon teknikleri kullanılarak ağaç kapalılığının daha yüksek doğrulukla bulunması sağlanabilir. Ağaç kapalılık yüzdesinin bulunmasında kullanılan ve doğrusal olmayan en etkin yöntem regresyon ağacı yöntemidir. Bunun nedeni, regresyon ağacı yönteminin, doğadaki karışık ilişkilerin çözümlenmesinde, doğrusal yöntemlerden daha doğru ve etkin, sonuçlar üretmesidir (Gallant, 1987).

Bu çalışmada, Seyhan Havzası ormanlarındaki ağaç kapalılığının tahmini için, regresyon ağacı modeli kullanılmıştır. Regresyon Ağacı Modeli ile Envisat MERIS (300m) verileri kullanarak Seyhan Nehri Üst-Havzası için orta çözünürlükte ağaç kapalılık yüzdesi haritalanmıştır.

## 2. ÇALIŞMA ALANI VE MATERYAL

Çalışma alanı, Doğu Akdeniz Bölgesinde, Adana ilinin Kuzey kesiminde UTM (Universe Transverse Mercator) koordinat sistemine göre 36. zonda yer almaktadır. Tür çeşitliliği bakımından oldukça zengin olan Seyhan Havzası, Toros Dağlarının yamaçlarından, Akdeniz'e kadar verimli tarım topraklarında, Doğuda Ceyhan Havzası, batıda Berdan Nehri, kuzeyde Develi'ye kadar uzanmaktadır (Şekil 1).



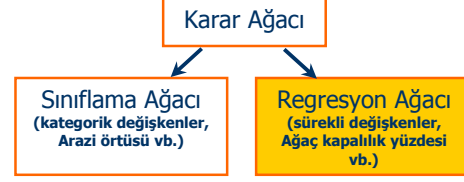
Şekil 1. Çalışma Alanının Konumu

Seyhan Havzası, özellikle sahip olduğu uygun iklimsel özellikler, antropojenik etkilerin (tarım, yerleşim vb.) fazla olması ve vejetasyon miktarının zamansal değişkenlik göstermesi sebebiyle ağaç kapalılık yüzdesinin tahmini için uygun bir çalışma alanıdır. Havzanın aşağı kesiminde yıllık ortalama sıcaklık yaklaşık 18 °C'dir. Bununla beraber denize yakın bölümde yıllık ortalama yağış 800 mm olmakla birlikte havza; yaklaşık 20 000 km lik yağış alanına sahiptir.

Çalışma alanında, ağaç kapalılık yüzdesinin belirlenebilmesi için geniş bir veri seti hazırlanmıştır. Bu veri setinin temel altlığını Mart 2003 ve Eylül 2005 tarihleri arasında kaydedilmiş 47 adet, 15 programlanabilir bantlı, 300 m piksel çözünürlü Envisat MERIS (Medium Resolution Imaging Spectrometer; Orta Çözünürlük Görüntü Spektrometresi) algılayıcısından sağlanmış veriler oluşturmaktadır. Çalışmada, yüksek çözünürlü İkonos (4m) algılayıcısından elde edilmiş veriler ise eğitim verileri olarak kullanılmıştır.

## 3. YÖNTEM

Bu çalışmada ağaç kapalılığının tahmini için karar ağacı yöntemlerinden biri olan regresyon ağacı yöntemi kullanılmıştır. Karar Ağacı yöntemi, sınıflama ağacı ve regresyon ağacı olmak üzere 2'ye ayrılır (Şekil 2). Sınıflama Ağacı yöntemi, kategorik değişkenlerin (arazi örtüsü vb.) hesaplanmasında kullanılırken, regresyon ağacı da sürekli değişkenlerin (ağaç kapalılık yüzdesi vb.) hesaplanmasında kullanılır.

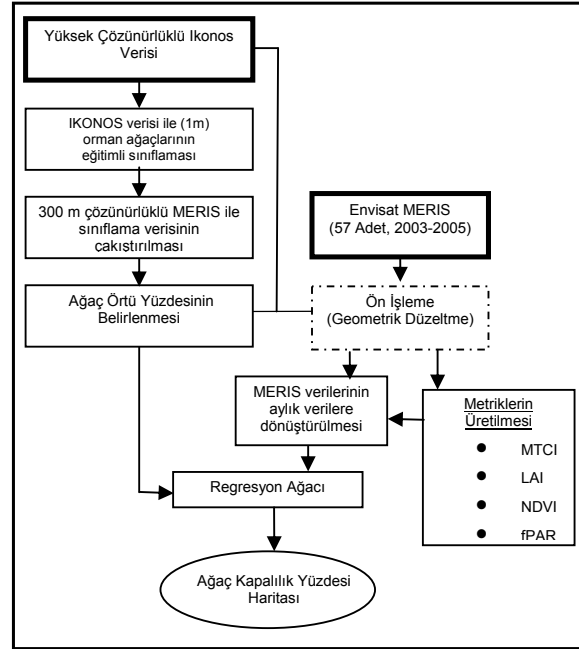


Şekil 2. Karar ağacı yaklaşımının alt modelleri

Çalışmada kullanılan regresyon ağacı yöntemi, sürekli değişkenlerin tahmini için eğitim verisi kullanarak kural tabanlı tahminler yapabilen bir algoritma kullanır. Bu algoritma, kapalılığın tahmini için veri setini homojen gruplara ayırır ve her ayırımı ayrı bir lineer regresyon kullanır (Hansen ve ark., 2003).

Bu çalışmada regresyon ağacı yöntemi ile ağaç kapalılığının tahmini 5 aşamada yapılmıştır (Şekil 3).

- Referans ağaç kapalılık yüzde haritasının oluşturulması,
- Envisat MERIS verileri üzerinden metriklerin (dönüşümler) oluşturulması,
- Tahmin edici değişkenlerin üretilmesi,
- Ağaç kapalılığının modellenmesi ve doğruluk analizi,
- Ağaç kapalılığının haritalanması.



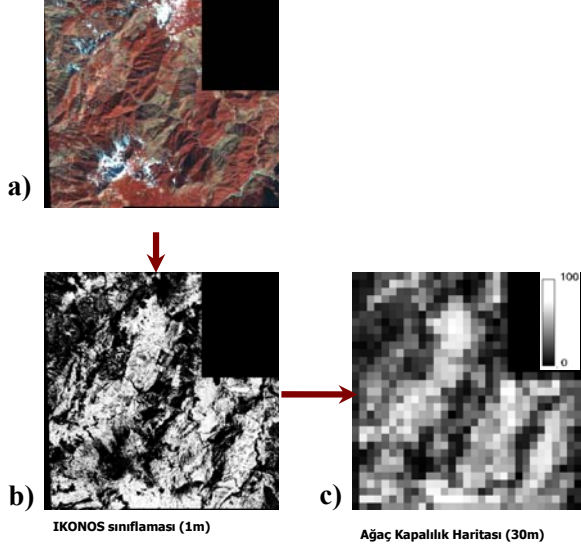
Şekil 3. Ağaç Kapalılık Yüzdesi için kullanılan Regresyon Ağacı Modelinin Akış Şeması

Çalışmanın başlangıç aşamasında, farklı tarihlere ait Envisat MERIS ile İKONOS verilerinin geometrik düzeltmeleri (rektifikasyon) yapılmıştır. Bu sayede, çalışma alanı içine düşen grid hücrelerinin koordinat değerleri birbirlerine kaydedilerek tam olarak çakışmaları sağlanmıştır.

### 3.1 Referans Verisinin Oluşturulması (Eğitim Seti)

Çalışmanın ilk aşamasında, ağaç oranını gösteren güvenilir bir yersel verinin hazırlanması için, havzanın farklı bölümlerinde

tür çeşitliliğinin yoğun olarak bulunduğu alanlara ait 3 adet 4 m çözünürlüklü IKONOS verisi siyah beyaz pankromatik band ile birleştirilerek 1m çözünürlük sağlanmıştır. Her bir IKONOS verisi, ağaç bulunan ve bulunmayan alanları gösterecek biçimde, eğitilmiş sınıflama tekniğiyle sınıflanmış ve MERIS verileriyle uyumlu olması için 300m çözünürlüğe dönüştürülmüştür (Şekil 4).



Şekil 4. a) IKONOS (4m) verisi  
b) Pankromatik band ile birleştirilen IKONOS verisinin eğitilmiş sınıflama yöntemi ile sınıflanmış ağaç bulunan/bulunmayan alanları gösteren sınıflama haritası.  
c) 300m çözünürlüğe dönüştürülmüş sınıflama haritası

### 3.2 Metriklerin Elde Edilmesi

İkinci aşamada, model doğruluğunun artırılması için MERIS verileri kullanarak 2003-2005 yıllarına ait vejetasyon üzerinden yüzey yansımalarına dayanan 5 adet metrik (MTCI; MERIS Terrestrial Chlorophyll Index; MERIS Karasal Klorofil İndeksi, fPAR; Fraction of Photosynthetic Active Radiation; Fotosentetik Aktif Radyasyon, NDVI; Normalised Difference Vegetation Index; Normalleştirilmiş Vejetasyon Fark İndeksi, LAI; Leaf Area Index; Yaprak Alan İndeksi) oluşturulmuştur.

Meris Karasal Klorofil İndeksi, MERIS standart band düzeninde, band 10 ile band 9 un yansımalarının farkları ile band 9 ile band 8 yansımalarının farklarının birbirlerine oranı ile bulunur. İndeks, birim alanda sağlıklı vejetasyonda bulunan klorofil miktarının bulunmasını sağlar (Dash ve Curran, 2004).

$$MTCI = \frac{R(\text{band}10) - R(\text{band}9)}{R(\text{band}9) - R(\text{band}8)} \\ = \frac{R(753.75) - R(708.75)}{R(708.75) - R(681.75)}$$

Fotosentetik Aktif Radyasyon; bitkilerin görünür ışın bölgesi veya ışık denilen 0,4-0,7  $\mu$  dalga boyu aralığından absorbe ettiği ışınlarıdır. Mart 2003 ile Eylül 2005 yılları arasındaki aylık ortalama fotosentetik aktif radyasyon değerleri, NDVI verileriyle kombine edilerek ağaç kapalılık yüzdesinin hesaplanmasında kullanılır (Potter ve ark., 2003).

Yaprak Alan İndeksi: Bu indeks, alan içindeki her bitkinin sağlıklı yeşil yapraklarının bir yüzeyi ve toprak yüzeyinin birim alanına karşılık gelen yaprak alanıdır. Yaprak alanı/yer yüzeyi

alanı olarak da ifade edilir. Yaprak Alan İndeksi, fotosentez, evapotranspirasyon ve ürün gibi birçok bitkisel işlemin yapımında önemli bir faktördür (Curran ve Williamson, 1987; Berberoğlu, 2001).

Normalleştirilmiş Vejetasyon Fark İndeksi: Alanda bulunan sağlıklı vejetasyonun bolluğunu ifade eder (DeFries ve Townshend, 1994).

Bu çalışmada NDVI, MERIS verisinin standart band düzeni içerisinde band 10 'un band 6 'dan çıkarılması ile band 10 'un band 6 ile toplanmasının birbirine oranı ile hesaplanmıştır.

$$NDVI = \frac{\text{Band } 10 - \text{Band } 6}{\text{Band } 10 + \text{Band } 6}$$

Bu metrikler MERIS standart bantlarının üzerine eklenmiş ve her ay için 20 bant elde edilmiştir. Elde edilen 20 bantlı görüntüler, kar örtüsü ve bulut etkisinden dolayı yıl içindeki 4 ayın çıkarılmasıyla, sekiz ay için uygulanabilmiş ve modelde kullanılmak için toplam 160 bant (20 bant x 8 ay) üretilmiştir.

### 3.3 Tahmin Edici Değişkenlerin Seçilmesi

MERIS standart bantları ve metriklerin birleştirilmesi ile elde edilen 160 bantın içerisinde, regresyon ağacı modeli için en iyi sonucu verecek bantların seçilmesi için geri-adım doğrusal regresyon (stepwise linear regression) yöntemi kullanılmıştır. Geri-Adım yöntemi, tahmin edici değişkenin bir önceki adımda tekrarlı olarak eklenmesi ya da çıkarılmasıyla, modeli değiştiren ve bu sayede tahmin edici değişken içinde en yararlı verileri seçen istatistiksel bir yaklaşımdır. Bu yöntem kullanılarak 160 bant içerisinde regresyon ağacı modeli için en yararlı değişkenler olarak 69 bant seçilmiştir.

### 3.4 Regresyon Ağacı Algoritması

Ağaç kapalılığının belirlenebilmesi için geri-adım regresyonu ile seçilen en yararlı tahmin edici değişkenler, modelin yapılandırılmasında kullanılmış ve uygun bir regresyon ağacı ve kural seti hazırlanmıştır.

Regresyon ağacı algoritması ile sonuç verisini üretmek için bu kural seti içerisinde; bağımsız değişken olarak MERIS verileri, bağımlı değişken olarak eğitim setinde hazırlanan referans ağaç örtüsü kullanılmış ve ağaç kapalılık yüzdesi haritalanmıştır. (DeFries ve ark., 1997; Prince ve Steiner, 1999).

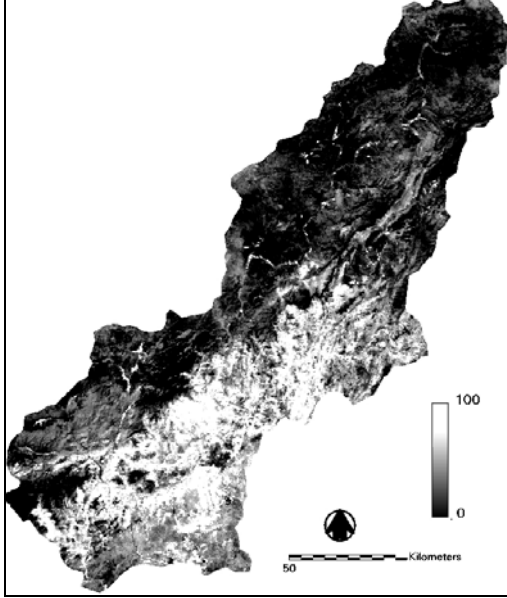
Regresyon ağacı algoritması içinde,

$$D = \sum_{(j)} (y_j - u_j)^2$$

$D$  değişkeni,  $y$ ' nin tüm  $j$  bileşeninden ve bu bileşenlerin ortalama değeri olarak  $u$ ' nun kullanılmasından hesaplanır. Bu metodoloji içinde model, tüm değerleri kullanarak analizi gerçekleştirir. Regresyon ağacı içerisinde verilerin bölünerek ilerlemesi, değerlerdeki sapmaları en aza indirgeyerek iki yeni bölüm oluşmasını sağlamış ve böylece ağacın diğer dallarının oluşturulması sağlanmıştır (Hansen ve ark., 2003). Modeldeki bu dallanma, girdi verisi homojen gruplara ayrılan kadar dallanma devam etmiş, sağ ve sol dallar üretilerek son homojen grup oluşturulduğunda sonuç verisinin oluşmasıyla tamamlanmıştır.

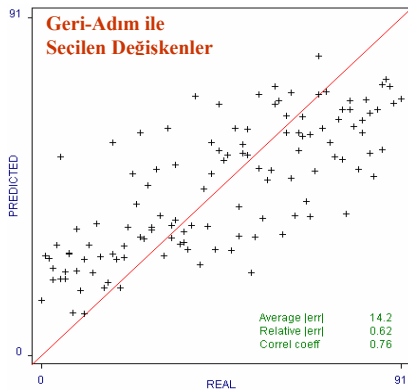
#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kullanılan regresyon ağacı modelinin sonuç verisi olarak Seyhan Havzası için 300m çözünürlüklü ağaç kapalılık yüzdesi haritası üretilmiştir (Şekil 5). Bu ağaç kapalılık yüzdesi haritasındaki kapalılık değerleri % 0 ile % 100 arasında değişmektedir. Bu haritanın doğruluğu, IKONOS verileri kullanarak elde edilmiş eğitim setinin % 20'si kullanılarak test edilmiştir.



Şekil 5. Regresyon Ağacı Modeli ile Seyhan Havzası için üretilen ağaç kapalılık yüzdesi haritası

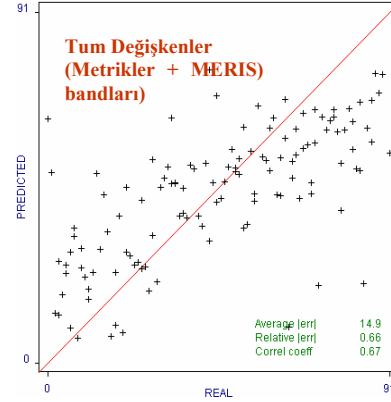
Seyhan Havzası için üretilen ağaç kapalılık yüzdesi haritası için yapılan doğruluk analizinde, geri adım doğrusal regresyon yöntemi ile regresyon ağacı modeli için yararlı değişkenler seçildiğinde, korelasyon katsayısı 0.76 olmaktadır (Şekil 6).



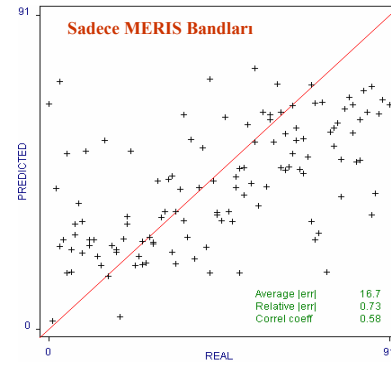
Şekil 6. Geri-Adım Doğrusal Regresyon kullanılarak seçilen değişkenlerin alandaki dağılımı

Geri-adım regresyon yöntemi uygulanmadan tüm bantların model içerisinde kullanılması sonucunda korelasyon katsayısı 0.67'ye düşmektedir (Şekil 7). Bu çalışmada ayrıca, geri adım regresyon yöntemi dışında, MERIS verilerinden modelin doğruluğunu artırmak için üretilen ilave metriklerin etkinliği de test edilmiştir. Model içerisinde metrikler kullanılmadığında

korelasyon katsayısının 0.58'e düştüğü saptanmıştır (Şekil 8). Bu sonuçlar ile regresyon ağacı için, metriklerin ve geri-adım doğrusal regresyon yönteminin etkinliği ortaya konulmuştur.



Şekil 7. Tüm değişkenlerin alan içerisindeki dağılımı



Şekil 8. MERIS Bantlarının alan içindeki dağılımı

Bu çalışma ile elde edilen başlıca bulgular şunlardır;

- Bu çalışmada Seyhan Havzası için yapılan ağaç kapalılık yüzdesi tahmin sonuçları değerlendirildiğinde, Envisat MERIS verisinin, sahip olduğu yansımaya ve yersel çözünürlük bakımından, bu tip bölgesel ölçekli modellenme çalışmaları için uygun olduğu saptanmıştır.
- Regresyon Ağacı Modelinin bölgesel ölçekte ağaç kapalılık yüzdesinin tahmini için uygun bir model olduğu belirlenmiştir.
- Ağaç Kapalılık Yüzdesinin tahmini için kullanılan regresyon ağacı modelinin doğruluğunu artırmak için MERIS verilerinden üretilen ilave metriklerin, modelin doğruluğunu artırmada yardımcı olduğu ortaya konulmuştur.
- Regresyon Ağacının oluşturulmasında geri-adım doğrusal regresyon kullanılarak seçilen yararlı değişkenlerin, tüm değişkenlerin kullanımına oranla daha doğru sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu sonuç ile regresyon ağacı modeli içerisinde geri-adım regresyonun etkinliği görülmektedir.

## 5. KAYNAKLAR

Berberoğlu, S., 2001. Akdeniz Kıyı Peyzajının Uzaktan Algılama ile Sınıflaması, Türkiye Kıyıları 01. Kıyı Alanları Yönetimi Türk Milli Komitesi, ODTÜ, Ankara.

Curran, P.J., Williamson, H.D., 1987a. Estimating the green leaf area index of grassland with airborne multispectral scanner data. *Oikos*; 49: 141-148.

Dash J., Curran P.J., 2004. The MERIS Terrestrial Chlorophyll Index. *International Journal of Remote Sensing*, ISSN 1366-5901.

DeFries R. S., Hansen M. C., and Townshend J. R. G., 2000. "Global continuous fields of vegetation characteristics: a linear mixture model applied to multi-year 8km AVHRR data," *International*.

DeFries, R. and Townshend, J., 1994, 'NDVI-Derived Land Cover Classification at Global Scales, *Int. J. Remote Sens.* 15, 3567-3586.

Gallant A. R., 1987. *Nonlinear statistical models*, John Wiley & Sons, New York, sf. 610.

Hansen M., Townshend R., Defries S., Carroll M. 2003. Estimation of tree cover using MODIS data at global, continental and regional/local scales, *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 26, sf., 4359-4380.

Huang C. ve Townshend J. R. G., , in press . "A stepwise regression tree for nonlinear approximation: applications to estimating subpixel land cover," *International Journal of Remote Sensing*.

Huang, Yang, Wylie, Homer, 2001, A Strategy For Estimating Tree Canopy Density Using Landsat 7 ETM+ And High Resolution Images Over Large Areas' Published in the proceedings of the Third International Conference on Geospatial Information in Agriculture and Forestry held in Denver, Colorado., CD-ROM, 1 disk.

Iverson L. R., Cook E. A., and Graham R. L., 1989. "A technique for extrapolating and validating forest cover across large regions: calibrating AVHRR data with TM data," *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 10, No.11, sf. 1805-1812.

Potter, C., S. Klooster, R. Myneni, V. Genovese, P. Tan, V. Kumar, 2003, Continental scale comparisons of terrestrial carbon sinks estimated from satellite data and ecosystem modeling 1982-98. *Global and Planetary Change*, 39: 201-213.

Ray T. W., and Murray B. C., 1996. "Nonlinear spectral mixing in desert vegetation. " *Remote Sensing of Environment*, Vol. 55, No. 1, sf. 59-64.

Rokhmatuloh H., Al-Bilbisi K., Arihara T., Kobayashi D., Nitto B., Erdene K., Hirabayashi T.A., Javzandulam S.A., Lee E., Migita N., Soliman Y., Ouma M., Tateishi R., 2002. Application of Regression Tree Method for Estimating Percent Tree Cover of Asia with QuickBird images as training data.

Zhu Z. ve Evans D. L., 1994. "US forest types and predicted percent forest cover from AVHRR data," *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol. 60, No. 5, sf. 525-531.