

[1242]

YUKARI SEYHAN HAVZASI ARAZI ÖRTÜSÜ DEĞİŞİMİNİN HİBRİT SINIFLAMA YAKLAŞIMI İLE TAHMİN EDİLMESİ

Merve ERSOY MİRİCİ¹, Onur ŞATIR², Süha BERBEROĞLU³

¹Dr.Öğrencisi, Çukurova Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Adana, memirici@student.cu.edu.tr; mrv.ersoy@gmail.com

²Yrd. Doç.Dr. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Van, osatir@yyu.edu.tr

³Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 01330, Adana, suha@cu.edu.tr

ÖZET

İnsanların refahı ve ihtiyaçlarının giderilmesi amacıyla doğrudan veya dolaylı olarak ekosistem üzerinden sağladıkları yararlar bütünü ekosistem hizmetleri olarak nitelendirilmektedir. Ekosistem hizmet kategorileri altında yer alan destekleyici hizmetler, orman ekosistemlerinin temel dinamiklerini oluşturan biyokütle, fotosentez, net birincil üretim, su döngüsü ve karasal karbon depolama alanlarını oluşturarak biojeofiziksel süreçleri yönetilmesinde kilit bir rol üstlenmektedir. Bu yönü ile orman alanlarındaki değişim destekleyici hizmetler üzerinde etki göstermektedir. Bu kapsamda çalışma alanında bitki örtüsü ve arazi kullanımında zaman içerisinde meydana gelen değişimler uzaktan algılama teknikleri ile tahmin edilmiştir.

Çalışmanın amacı, Türkiye Doğu Akdeniz Bölgesi Yukarı Seyhan Havzası içerisinde yer alan çalışma alanında 2003-2014 yıllarını esas alan arazi değişiminin ortaya konulmasıdır. Yukarı Seyhan Havzası arazi örtüsü, yükselti farklılıkları ve değişken bitki desenine sahip olması nedeni ile karmaşık ve yüksek çeşitlilik gösteren bir alandır. Bu nedenle özellikle karışık orman meşcerelerinin ve tarım alanlarının ayrıştırılması amacı ile hibrit sınıflama tekniğinden yararlanılmıştır. Arazi örtüsü sınıflamasında IDRISI TerrSet, ENVI 4.7, ERDAS 9.1 ve ArcGIS 10.3.1 yazılımları kullanılarak; (i) K-Means Algoritması ile orman alanlarının ayrıştırılması, (ii) meşcere tiplerinin yansıma değerleri esas alınarak eğitim veri seti oluşturulması, (iii) karar ağacı kurallarının belirlenmesi ve (iv) 2003 ve 2014 yıllarına ait arazi örtüsü haritasının tahmin edilmesi ve (v) arazi örtüsü değişim analizi gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem ile bitki türlerinin yansıma değerleri ve farklılıkları esas alınarak meşcere türlerinin sağlıklı biçimde ayrıştırılması sağlanmış ve arazi örtüsü değişimleri tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Uzaktan Algılama, Arazi Örtüsü Sınıflama, Karar Ağacı, Yukarı Seyhan Havzası, Ekosistem Hizmetleri

ABSTRACT

PREDICTION OF LANDCOVER CHANGE OF UPPER SEYHAN BASIN BY HYBRID CLASSIFICATION APPROACH

Out and outer benefits which human beings provide through ecosystem directly or indirectly with the aim of prosperity and resolving needs have been qualified ecosystem services. The supporting services that take part under the ecosystem service categories undertake a key role on the management of biogeophysical processes by forming biomass which forms the basis dynamics of forest ecosystems, photosynthesis, net primary production, water circle and carbon storage areas. With its this side, the change in the forest areas effects on the supportive services. Within this context, the changes that occur in study area in time on the vegetation and the usage of land predicted with the method of remote perception.

The aim of the study is to introduce the land change in the study area between the years of 2003-2014 which is in the Turkey, East Mediterranean Region Upper Seyhan Basin. Landcover of Upper Seyhan Basin is a complicated area that demonstrates high variety by the reason of elevation differences and its variable plant pattern. There for especially in order to separate mixed forest stands and cultivated areas hybrid classification technique has been benefited. When classifying the landcover by using IDRISI Selva, ENVI 4.7 and ERDAS 9.1 softwares, classification has been determined by (i) separation of forest lands with the K-Means algorithm, (ii) forming of a data set by grounding on stand types reflection rates, (iii) determination of the rules of decision tree and (iv) prediction of landcover belong to 2003 and 2014 and (v) landcover change detection are provided. With this method, by grounding on the reflection rates and differences of plant types, the separation of stand types has been provided in an unproblematic way and landcover changes have been detected.

Keywords: Remote Sensing, Landcover Classification, Decision Tree, Upper Seyhan Basin, Ecosystem Services

1.GİRİŞ

Bilgisayar ve yazılım teknolojilerine paralel olarak gelişen uzay bilimleri küresel kaynakların geniş ölçüde hızlı ve ekonomik biçimde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Düşük maliyet ve kısa sürede yeryüzüne ait bilgilerin elde edilmesi çevresel değerlendirmeler için vazgeçilmez hale gelmiştir. Yeryüzüne ait önemli bilgilerin elde edilmesinde kullanılan en önemli yöntemlerden biri uydu görüntülerinin sınıflandırılmasıdır (Campbell, 1996). Bu araştırma kapsamında çalışma alanının gösterdiği karakter ve destekleyici ekosistem

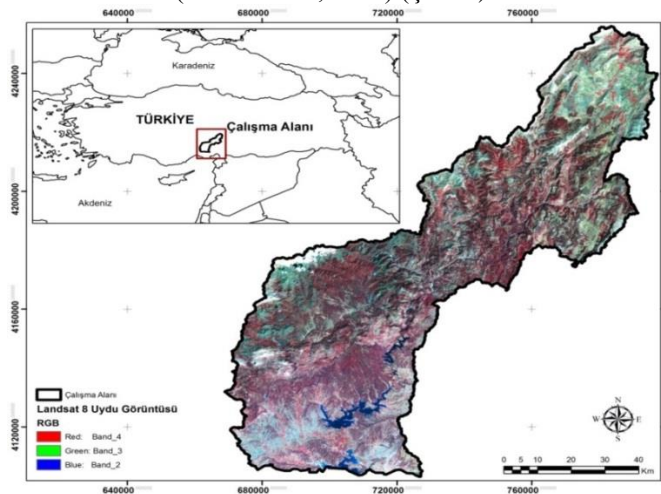
hizmetlerinden biri olan orman örüntüsünün yüksek doğrulukla ayrıştırılabilmesi için hibrit sınıflama yöntemi deneyimlenmiştir. Peyzaj karakteri bakımından orman alanlarının yoğun olduğu çalışma alanlarında yersel değişkenlik heterojen bir yapı göstermektedir. Özellikle orman alanlarında meşcere türlerinin yükseklik, ağaç kapallık yüzdesi, tür çeşitliliği ve meşcere karışım oranları gibi yapısal niteliklerden oluşması arazi örtüsü sınıflama çalışmalarında hedef objelerin ayrıştırılabilmesini güçleştirmektedir (Çoban ve Koç 2008; Çölkesen ve Kavzaoğlu 2009). Bu nedenle bu çalışma kapsamında hem piksel tabanlı hem de nesne tabanlı sınıflamanın entegrasyonundan yararlanılmıştır. Bu çalışmada arazi örtüsü sınıflama çalışmasında bilgi sınıfları ve spektral sınıfların entegrasyonu sağlanmıştır. Nesne tabanlı sınıflama aşamasında bilgi sınıfları tarım alanları, çıplak kayalık ve yerleşim olarak belirlenmiştir. Spektral sınıflar ise Landsat uydu görüntülerinden sağlanan yardımcı değişkenleri girdi olarak kullanılması sağlayan karar ağaçları yöntemi ile sınıflanmıştır. Uydu görüntülerinin sınıflamasında son yıllarda kullanılmaya başlayan karar ağaçları akış şemalarına benzeyen yapılarıyla birçok alanda kullanılan kontrollü sınıflama yöntemidir (Kavzaoğlu ve Çölkesen, 2010). Çalışma kapsamında karar ağaçları yönteminin tercih edilmesinin nedenleri; (i) ağaç yapılarının oluşturulmasında kullanılan kuralların sade ve anlaşılabilir olması, (ii) karışık meşcerelerde baskın ağaç örtüsünün spektral bant yansıma değerleri yardımı ayrıştırılabilmesi, (iii) kuralların belirlenmesinde LANDSAT verisi ve yardımcı değişkenlerden yararlanılmasıdır. Şatır ve ark., (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada karışık halindeki meşcereler birleştirilmiş sınıflama yaklaşımı ile sınıflanmıştır. Özellikle karışık halindeki meşcerelerin saf türlerine ayrıştırma aşamasında karar ağaçları yöntemi uygulanmıştır.

Çalışmada kullanılan sınıflandırma yöntemlerinin yanı sıra 2003-2014 yılları arasında yukarı Seyhan Havzası'nda arazi örtüsü değişim analizi gerçekleştirilmiştir. Farklı tarihli arazi örtüsü sınıflarının birbiri ile kıyaslanarak aradaki değişimin ortaya konulması peyzaj ve ekosistem hizmetlerinin belirlenmesinde temel girdi kaynağı olarak en sık kullanılan yöntemdir. Değişim analizi, farklı zaman değişkenine ait olan verisetlerinde meydana gelen ekosisteme ait çevresel özelliklerde meydana gelen değişimin uzaktan algılama teknikleri ile nicel farkların ortaya koyulması işlemidir. Arazi örtüsü değişim analizinde görüntü çıkarma, temel bileşenler analizi ve sınıflama sonrası karşılaştırma yöntemleri en sık tercih edilen yöntemlerdir (Alphan 2006; Akın, 2007; Matinfar ve Raadpshiti, 2012).

Bu araştırma doğrultusunda kolaylıkla elde edilebilen bir kaynak olan Landsat verisi ve yardımcı değişkenler kullanılarak 2003-2014 yıllarına ait arazi örtüsü haritalarının karar ağaçları ve nesne tabanlı sınıflama tekniklerinin kullanılarak hibrit bir yaklaşım ile tahmin edilmiştir. Bu sayede özellikle karışık meşcerelerin yüksek doğruluk oranı ile ayrıştırılması sağlanmıştır.

2.ÇALIŞMA ALANI

Çalışma alanı Türkiye'nin Akdeniz bölgesinde yer alan ve yukarı Seyhan Havzası olarak isimlendiren kesimde yer almaktadır. Deniz seviyesinden Toros dağlarına kadar 37 m'den 3555 m. yükseklik arasında yer alan çalışma alanı 736.870 km²'lik bir alan kaplamaktadır. Yarı kurak Akdeniz iklimine sahip olan alan, kışın yağmurlu yazın ise nemli bir yapıdadır. Heterojen yapıdaki coğrafyada çeşitli meşcere türlerinin gelişmesi için ideal bir ortam bulunmaktadır. Deniz seviyesinden itibaren yapraklı türleri takip eden ibrelili türler ve bunların karışımlarını görmek mümkündür. Bu ormanlarda baskın ağaç türleri ise Kızılçam (Pinus brutia), Karaçam (Pinus nigra), Sedir (Cedrus), Ladin (Abies cilicica), Ardıç (Juniperus excelsa), Fıstıkçamı (Pinus pinea), Meşe (Quercus cerris) ve Çınar (Platanus orientalis) bulunmaktadır (Sibel ve ark., 2010) (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma Alanı

3.MATERYAL

3.1.Veri ve Yazılımlar

Bu çalışma kapsamında farklı iki döneme (2003 ve 2014) ait arazi örtüsü sınıflamasında üç temel veri kaynağı kullanılmıştır (Çizelge1). Landsat görüntüleri USGS EROS açık erişim merkezinden elde edilmiştir. Yukarı Seyhan havzası arazi örtüsü sınıflamasında yardımcı veriseti ise temel verilere ait Landsat görüntülerinde üretilmiştir. Araştırmanın amacına hizmet ederek veri işleme ve veri üretme aşamasında ERDAS 9.1, IDRISI TerrSet, ENVI 4.7, eCognition Developer ve ArcGIS 10.3.1 yazılımlarından yararlanılmıştır. Arazi örtüsüne ilişkin tüm veriseti 30 m çözünürlükte olup, WGS84 projeksiyonu ve UTM-36 kuzey yarımküre zonu esas alınmıştır.

Çizelge1. Arazi Örtüsü Temel Uydu Görüntüleri

Algılayıcı Tipi	Görüntü Tarihi	Uydu İzleme Eksen No	Satırlar	Bantlar	Radyometrik Çözünürlük	Mekansal Çözünürlük
TM	17.8.2003	175	33/34	1,2,3,4,5,7	8	30
OLI TIRS	13.9.2014	175	33/34	2,3,4,5,6,7	16	30
SRTM	23.9.2013	175	33/34	1	1	30

2003 ve 2014 yıllarına ait Landsat uydu görüntülerinden normalize edilmiş fark indeksi (NDVI), normalize edilmiş su indeksi (NDWI), Tasseled Cap dönüşümü yardımcı veriler üretilmiştir. Buna ek olarak yardımcı değişken olarak Adana Orman Genel Müdürlüğü'nden elde edilen meşcere haritasından da yararlanılmıştır. Karar ağacı bant yansıma değerlerinin belirlenmesi ve karar ağacı algoritmasının uygulanmasında kullanılan yardımcı değişkenler Çizelge2'de gösterilmektedir.

Çizelge2. Karar Ağacı Algoritmasında Kullanılan Yardımcı Değişkenler ve Uydu Görüntüleri

Yardımcı Değişkenler	Veri Tarihi	Metadata
Görünür Bandlar	2003-2013	Landsat 5 TM – Landsat 8 OLI TIRS
NIR	2003-2013	Landsat 5 TM – Landsat 8 OLI TIRS
SWIR	2003-2013	Landsat 5 TM – Landsat 8 OLI TIRS
NDVI	2003-2013	Landsat 5 TM – Landsat 8 OLI TIRS
NDWI	2003-2013	Landsat 5 TM – Landsat 8 OLI TIRS
Tasseled Cap	2003-2013	Landsat 5 TM – Landsat 8 OLI TIRS
Yükseklik	2013	USGS Earth Explorer
K-means kontrolsüz sınıflama haritası	2003-2013	Adana Orman Genel Müdürlüğü
Meşcere Haritası	2002-2014	Orman ve

Araştırm kapsamında tarım alanlarının sınıflandırma aşamasında tek bir uydu görüntüsü ile kontrollü sınıflama yöntemi sağlıklı bir sonuç vermemektedir. Bunun temel sebebi bitki ürün desenin farklı aylarda gelişmesidir. Bazı bitki türleri kışlık sezon, bazı türleri ise yazlık sezonda hasat edilmektedir. Arazi örtüsü sınıflama çalışmalarında tarım alanların yüksek doğruluk ile belirlenmesi için 2003-2013 yıllarına ilişkin kış ve yaz mevsimlerini kapsayan ve çalışma alanın tarım karakterini yansıtan altı uydu görüntüsünden yararlanılmıştır (Çizelge3).

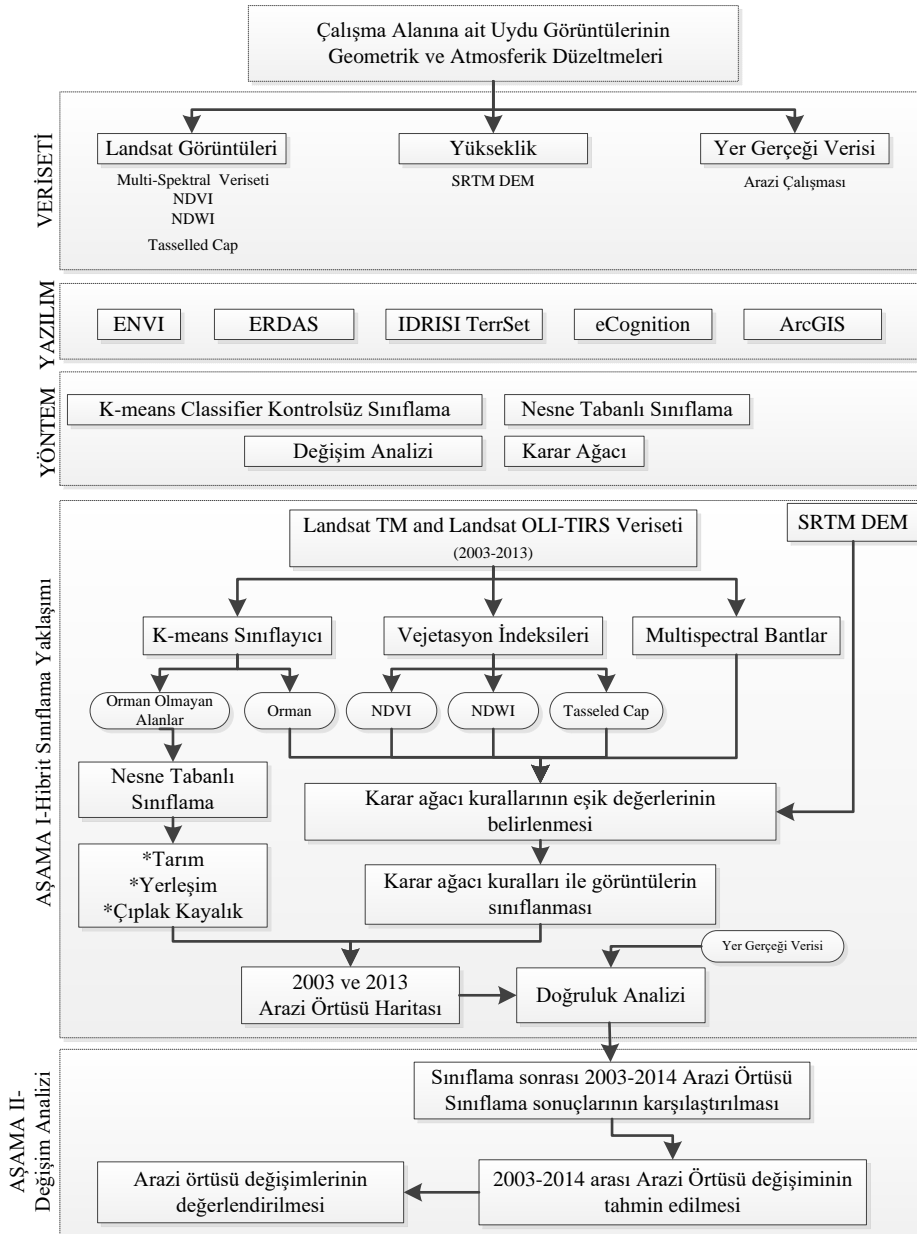
Çizelge3. Nesne Tabanlı Sınıflamasında Kullanılan Uydu Görüntüleri

2003		2014	
Algılayıcı Tipi	Görüntü Tarihi	Algılayıcı Tipi	Görüntü Tarihi
TM	29.4.2003	OLI TIRS	24.3.2014
TM	30.6.2003	OLI TIRS	28.6.2014
TM	18.9.2003	OLI TIRS	31.8.2014

4.YÖNTEM

Bu çalışma 6 temel bölümden oluşmaktadır. Bunlar; (i)orman ve orman olmayan alanların ayrıştırılması için k-means kontrolsüz sınıflama yaklaşımı, (ii)karar ağacı algoritmasının belirlenmesi için Landsat5 TM ve Landsat8 OLI-TIRS verisetinden yardımcı değişkenlerin üretilmesi, (iii)yardımcı değişkenlerin bant yansıma değerlerin en yüksek, en düşük ve ortalama değerlerinin kıyaslanması, (iv) tarım alanlarının yüksek doğrulukla belirlenebilmesi için nesne tabanlı sınıflama yaklaşımı, (v) doğruluk analizleri ve (vi) arazi örtüsü değişim analizi sonuçlarının belirlenmesidir. Araştırmaya ilişkin genel yöntem şeması Şekil2’de gösterilmektedir.

Şatır ve ark., (2016) tarafından yapılan birleştirilmiş sınıflama yaklaşımında orman alanlarında baskın türler araştırılmıştır. Buna ek olarak en yakın benzerlik sınıflama yöntemi ile birleştirilmiş sınıflama yaklaşımı birbiri ile kıyaslanmıştır. Kıyaslama sonucunda çoklu yöntemleri bir arada entegre eden birleştirilmiş sınıflama yaklaşımı daha yüksek doğruluk göstermiştir. Bu bildiri kapsamında sınıflama çalışmasında yüksek doğruluk oranını yakalaması amacı ile almışmaya birden fazla yöntem ile sınıflama çalışmasının entegrasyonu yön vermiş ve esas alınmıştır.



Şekil 2. Çalışmanın Yöntemi

4.1.K-Means Kontrolsüz Sınıflama

En eski kümeleme algoritmalarından olan K-means, 1967 yılında James MacQuenn tarafından geliştirilmiştir.

Kümeleme, bir denetimsiz/kontrolsüz öğrenme (unsupervised learning) yöntemidir. Kontrolsüz K-means sınıflaması piksel benzerliklerini esas alarak basit bir kümeleme algoritması kullanmaktadır. Yöntem, kümeleme yöntemini çözen en basit denetimsiz öğrenme yöntemleri arasında yer almaktadır. Hedef, gerçekleştirilen bölümlenme işlemi sonunda elde edilen kümelerin, küme içi benzerliklerinin maksimum ve kümeler arası benzerliklerin minimum olmasını sağlamaktır (Özkan 2014).

2003-2013 yıllarına ait K-mean kontrolsüz sınıflama yönteminin uygulanmasının amacı arazi örtüsüne ilişkin türleri ayırmaksızın tüm orman örtüsünün belirlenmesidir. Nitekim arazi örtüsü çalışmalarında sıklıkla kullanılan meşçere haritaları poligon düzeyinde üretilmektedir. Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından belirli periyodlarla üretilen meşçere haritaları orman örtüsü içindeki boşluk ve orman olmayan arazi örtüsünü göstermemektedir. K-means yöntemi ile kontrolsüz sınıflanan uydu görüntüleri yalnızca orman örtüsü haritasının elde edilmesinde kullanılmıştır.

4.2.Yardımcı Değişkenleri Üretilmesi ve Bitki İndeksleri

Yardımcı değişkenler arazi örtüsü sınıflamasında doğruluğu artırma ve bant yansıma değerlerinin ayrıştırılması amacıyla kullanılmıştır. Erdas9.1 ve Idrisi TerrSet yazılımları aracılığı ile üretilen yardımcı değişkenler, Idrisi TerrSet yazılımında toplanan yansıma değerleri (signature) yardımı ile arazi örtüsü türlerinin band karşılaştırmasına olanak sağlamıştır. Yardımcı değişkenler görüntü üzerindeki objelerin ayırtılabilirliğini artırarak yüksek sınıflama doğruluğu sağlamak amacı ile olarak kullanılmaktadır. Yardımcı değişkenler arasında en sık kullanılan veri ise normalleştirilmiş vejetasyon fark indeksidir (NDVI). Vejetasyon durumu hakkında değerlendirme sağlayan NDVI, Eşitlik1'de gösterildiği gibi elektromanyetik spektrumun yakın kızılötesi bandı (NIR) ile görünür kırmızı bandı (RED) arasındaki farkın toplamına bölümü olarak ifade edilmektedir (Reed ve ark, 1994).

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

Landsat veri arşivi için Hardisky ve ark (1983) tarafından geliştirilen NDWI değişkeni ise vejetasyon kanopisi tarafından absorbe edilen su içeriği ile ilişkilendirilmiştir (Şatır 2016; Gao 1996). Bitki türlerinin su içeriklerinin farklarını ortaya koyan eşitlik aşağıda gösterilmiştir (Eşitlik2);

$$NDWI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR} \quad (2)$$

Araştırma kapsamında yer yüzeyine ilişkin bilgi sağlayan yardımcı değişkenlerden biri de Tasseled Cap olarak isimlendirilen dönüşüm yöntemi verisidir. Tasseled Cap, dönüşümleri Landsat verisinin görünür 6 bandını kullanarak vejetasyon indislerini zenginleştirme işlemidir. Tasseled Cap dönüşümü, parlaklık(brightness), yeşillik(greenness) ve nemlilik (wetness) indislerinin üç eksen boyunca dönüşümünü sağlayarak Landsat bantlarına ait katsayılarının belirlenmesini sağlamaktadır. Buna ek olarak arazi karakteristiği açısından orman örtüsünün hakim olduğu ve yükseklik farklarının bulunduğu alanlarda yardımcı değişken olarak sayısal yükseklik modelinin (DEM) kullanılması büyük avantaj sağlamaktadır. Shresta and Eiumnoh (1997), Landsat TM görüntüsünün sınıflandırılması probleminde yardımcı veri olarak sayısal yükseklik modeli kullanımının sınıflandırma doğruluğunu önemli derecede arttırdığını ifade etmişlerdir. Bitki türleri arasındaki band karşılaştırmalarında en çok ayırım yükseklik, NDVI ve NIR bantları ile sağlanırken, en az ayırım görünür (visible) bantlarda gözlenmiştir. Bu çalışmada yardımcı değişkenler, bitki türlerinin yansıma değerlerinin belirlenmesi ve karar ağacı sınıflama tekniğinin uygulanmasında temel girdi olarak kullanılmıştır.

4.3.Karar Ağacı Yöntemi ile Sınıflama

Karar Ağacı, uydu görüntülerinin sınıflanması aşamasında karmaşık yapıyı çok aşamalı bir hale getirerek karar verme sürecine dayanan sınıflama tekniğidir (Çölkese, 2009). Karar ağacı yönteminde bir ağaç yapısı düğüm, dal ve yaprak olarak isimlendirilen üç temel kısımdan meydana gelir. Bu ağaç yapısında her bir öznitelik bir düğüm tarafından temsil edilmektedir. Ağaçta en son kısmı yaprak en üst kısım ise kök olarak isimlendirilmektedir. Kök ve yaprak arasında kalan kısımlar ise dal olarak isimlendirilmektedir. Veri seti ağaç tarafından belirlenen karar iskeletine göre aşağı doğru hareket ettirilerek ve sıralı olarak bir yaprağa ulaşana kadar alt bölümlere ayrılarak sınıflandırılır. Karar ağacı sorulara aldığı cevapları toplayarak karar kurallarını oluşturmaktadır (Opitz ve Maclin, 1999; Pal ve Mather, 2003; Safavaian ve Landgrebe,1991).

Araştırma kapsamında yardımcı değişkenlerin kullanıldığı karar ağacı sınıflama tekniğinin temel girdisi K-means kontrolsüz sınıflama yöntemi ile elde edilen orman örtüsü haritasıdır. İlk aşamada araştırma alanı orman ve orman olmayan alan olarak ayrıştırılmıştır ve geri kalan kurallar yalnızca orman olan alanlar üzerinde uygulanmıştır.. Idrisi TerrSet yazılımında rastgele toplanan yansıma değerleri (signature) bant karşılaştırma (band comparison) işlemi gerçekleştirilmiştir. Görünür bantlar ve yardımcı değişkenleri içeren veriseti bitki türlerinden toplanan rastgele yansıma değerlerinin en küçük, en büyük ve ortalama değerleri ENVI 4.7 karar ağacı kuralları olarak uygulanmıştır. Bu yöntem ile poligon formatında üretilen ve karışık meşçere türlerinin belirlenmesi sağlanmıştır.

4.4.Nesne Tabanlı Sınıflama

Çalışmada nesne tabanlı sınıflamanın temel amacı tarım, yerleşim ve çıplak kayalık alanlarının yüksek doğrulukla sınıflanmasını sağlamaktır. Araştırma alanı Çukurova olarak adlandırılan ve tarımsal aktivitelerin yıla boyunca devam ettiği bölgenin üst kesimini kapsamaktadır. Ülke tarımında önemli bir yeri bulunan Çukurova bölgesinin tarım alanlarının uzaktan algılama çalışmalarında tek bir uydu görüntüsü ile tahmin edilmesi mümkün olmamaktadır. Bu nedenle Çizelge3'te belirtilen 2003 ve 2014 yıllarına ait toplam 6 adet uydu görüntüsünden yararlanılmıştır. Manuel düzeltmeleri tamamlanan 6 adet görüntü ait olduğu yıllara göre birbirleri ile mozaiklenmiştir. Böylelikle 2003 ve 2014 yıllarına ait tarım alanları yüksek doğruluk ile elde edilmiştir. Nesne tabanlı sınıflamanın sahip olduğu en önemli özellik segmentasyondur. Segmentasyon işlemi milyonlarca piksel yerine birbirine benzer özellik gösteren ve bilişik konumda bulunan pikselleri gruplandırılır. Bu gruplamada segmentlerin kendi içindeki heterojenlik en az düzeye indirgenmiş olur. Ecognition yazılımında gerçekleştirilen sınıflama yönteminde en yakın komşuluk algoritması tercih edilmiştir (Jensen, 2005). Sınıflama çalışmasında yapılan deneme sonrasında ölçek faktörü 30 olarak belirlenmiştir.

Karar ağacı yöntemi ile elde edilen arazi örtüsü sınıflaması ile nesne tabanlı sınıflama yöntemi ile elde edilen tarım, yerleşim ve çıplak kayalık alanları birbirleri entegre edilmiştir. Entegrasyon yada mozaikleme işlemi genel olarak ArcGIS10.3.1 yazılımından yararlanılmıştır. Hibrit sınıflama yaklaşımı ile karar ağacı yöntemi ve nesne tabanlı sınıflama çıktıları birbirleri ile tamamlanarak 2003 ve 2014 yıllarına ait arazi örtüsü sınıflama haritaları elde edilmiştir.

4.5.Doğruluk Analizi

Doğruluk analizi, piksel değerlerinin referans kabul edilen haritalar veya arazi hakkındaki yer gerçekleri ile istatistiksel olarak karşılaştırma ilkesine dayalı bir kontrol sistemidir. Kontrol sistemini farklı platformlarda elde edilebilen hata matrisleri ile çözümlenmek mümkündür. Hata matrisi, raster verilerin kontrollü veya kontrolsüz sınıflandırma işlemleri sonrasında uygulanan bir işlem prosedürüdür (Akin 2007; Foody, 2002). Hata ölçüsü, hata matrisinden elde edilmektedir. Hata matrislerinden elde edilen sınıflar arası doğrulukların belirlenmesinde K Kappa katsayısı kullanılmaktadır. (Cohen, 1960). Araştırma kapsamında 2003 yılına ait arazi örtüsüne ait doğruluk analizi için Adana Orman Genel Müdürlüğü'nden 2002-2004 yılları arasında toprak analizi esnasında toplanan 431 adet yer gerçekleri verisi kullanılmıştır. 2014 yılına ait 312 yer gerçeği verisi ise araziden toplanmıştır. 2003 ve 2014 yıllarına ait üretici doğruluğu, kullanıcı doğruluğu, genel doğruluk ve Kappa değeri Çizelge4'de gösterilmiştir.

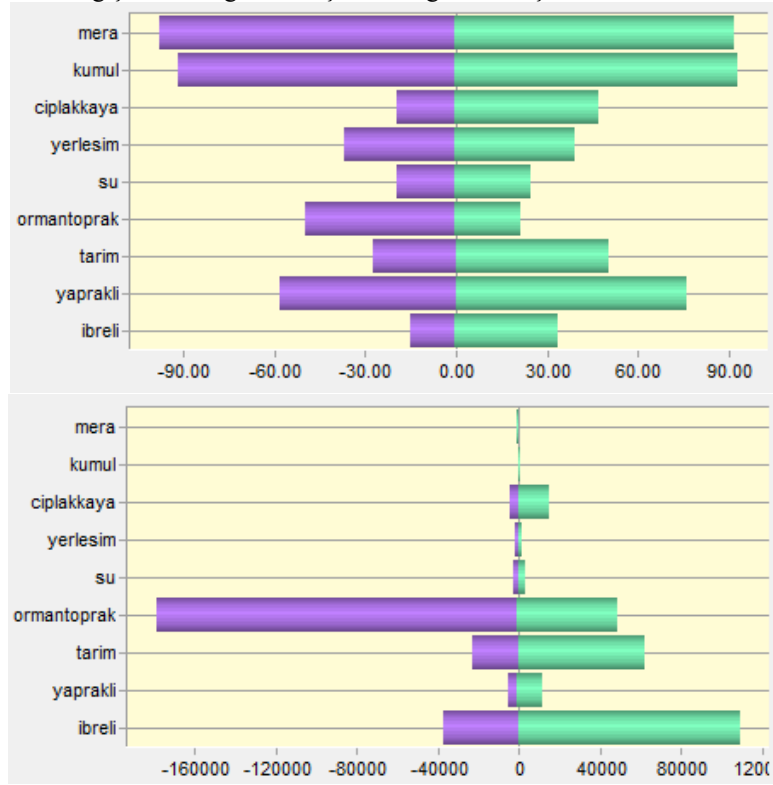
Çizelge4. 2003 ve 2014 yıllarına ait Arazi Örtüsü Sınıflaması Doğruluk Analizi

Arazi Örtüsü Sınıfları	2003 Arazi Örtüsü		2014 Arazi Örtüsü	
	Üretici Doğruluğu	Kullanıcı Doğruluğu	Üretici Doğruluğu	Kullanıcı Doğruluğu
İbrelî Türler	90.3	87.9	86.2	90.3
Yapraklı Türler	86.4	98.3	86.1	86.1
Tarım	84.1	84.1	93.5	82.7
Orman Toprağı	87.2	81.7	83.3	80.6
Su Yüzeyi	96.6	96.6	94.7	94.7
Yerleşim	93.5	95.6	88.9	88.9
Çıplak Kayalık	84.0	85.7	73.3	91.7
Kumul	70.6	85.7	84.6	84.6
Mera	85.3	87.9	85.7	94.7
Genel Doğruluk	87%		88%	
Kappa Değeri (K)	85%		87%	

4.6.2003-2014 Arazi Örtüsü Değişim Analizi

Hibrit sınıflama yaklaşımı ile sınıflandırılan 2003 ve 2014 yıllarına arazi örtüsü sınıflama haritaları kullanılarak

sınıflama sonrası değişim analizi uygulanmıştır. Bu çalışma doğrultusunda değişim analizleri için Idrisi TerrSet yazılımı Arazi Değişim Modelleme (Land Change Modeler) ve Çapraz Tablolama (Cross Tabulation) modülleri kullanılmıştır. Arazi örtüsü değişimine ait grafikler Şekil3'te gösterilmiştir.



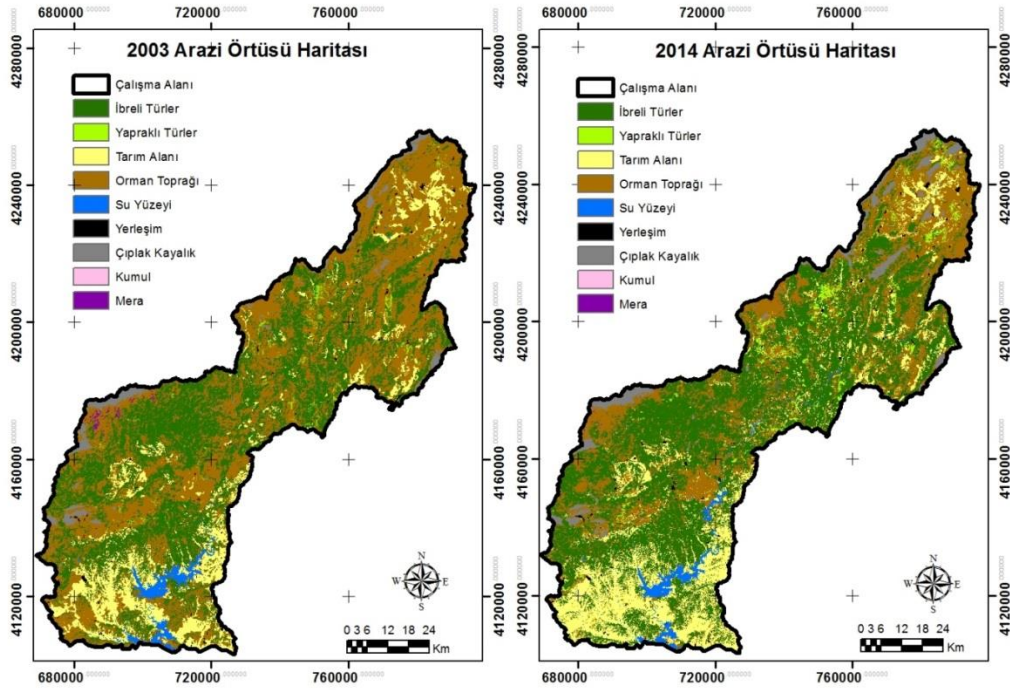
(b)

Şekil 3. (a) Arazi örtüsü sınıfları yüzdesel kazanç(yeşil)-kayıp(mor) grafiği (b) Arazi örtüsü sınıfları 2003(mor)-2014(yeşil) alan dağılımları

Sınıflandırma sonrası değişim analizinde uygulanan çapraz tablolama sayesinde nereden nereye değişim olduğu tespit edilmiştir. Bu konuda dikkat çeken değişim 11 yıllık süreçte orman topraklarının azalmasıdır. Nereden nereye (from to) tespitinde en yüksek değişim orman toprağından sırası ile yapraklı ormana, ibreli ormana ve tarım alanlarına doğru gerçekleşmiştir. 2003 ile 2014 yılları arasında değişen arazi örtüsü sınıflarına ilişkin Şekil4(a)'da gösterilen kazanç ve kayıplara ilişkin değerler Çizelge 5'te gösterilmektedir. Bu sonuca göre en yüksek değişim orman toprağının azalması (%29.45), en düşük değişim ise %1.66 ile kumul alanlarının artışı olmuştur (Şekil4).

Çizelge5. Değişim analizi sonucunda arazi örtüsü sınıflarındaki artış-azalış oranı

Arazi Örtüsü Sınıfları	Yüzdelik Alan	Değişim Durumu
İbreli Türler	%19.20	↑
Yapraklı Türler	%17.39	↑
Tarım	%21.27	↑
Orman Toprağı	%29.45	↓
Su Yüzeyi	%5.90	↑
Yerleşim	%1.74	↑
Çıplak Kayalık	%26.01	↑
Kumul	%1.66	↑
Mera	%5.65	↓



Şekil 4. 2003 ve 2014 Arazi örtüsü sınıflama haritası

5.SONUÇ ve ÖNERİLER

Bildiri çalışması kapsamında sınıflama yöntemi olarak hibrit bir yaklaşım deneyimleyerek %85 ve %87 kappa değerleri ile yüksek doğruluk oranına sahip arazi örtüsü sonuçları üretilebilmiştir. Böylelikle sınıflama yöntemlerinin eksik yönleri birbiri ile tamamlanabilmiştir. Ayrıca tümü kapalı poligon düzeyinde üretilen orman meşcere haritasında daha hassas bir çalışma gerçekleştirilerek özellikle yapraklı ve ibrelili ormanların baskın tür ayırımlarında karar ağacı yönteminin uygulanabilirliği araştırılmıştır. Buna ek olarak çalışma alanında farklı tarihlere ait sınıflama sonuçları birbirleri ile karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlara göre Adana Orman Genel Müdürlüğü'nün yaptığı ağaçlandırma çalışmalarının büyük fayda gösterdiği ve 11 yıllık zaman sürecinde yapraklı ve özellikle ibrelili ormanlarda artış olduğu gözlenmiştir. Orman toprağındaki değişim sonuçları irdelendiğinde dönüşümün olumlu ve olumsuz yönde iki türlü olduğu tahmin edilmektedir. Toprak alanların ormanlaştırma ve tarım alanlarına dönüşümü olumlu çerçeveyi resmederken, 2014 yılında çıplak kayalık alanların olumsuz yönde değerlendirilebilir. Nitekim erozyon ve topraksızlaşma gibi doğal süreçler verimli hale dönüştürülebilecek orman topraklarının çıplak kayalıklara dönüşmesi endişe verici olabilir. Alandaki dikkat çeken bir diğer değişim 2003 ile 2014 yılları arasında Yedigöze ve Mentaş hidroelektrik santralleri sebebi ile yukarı Seyhan havzasında su yüzey artışı gerçekleşmiştir. Alandaki toplam değişim ise çapraz tabloma sayesinde tespit edilmiştir. Buna göre arazi örtüsü sınıflarında hiç değişmeyerek sabit kalan alan miktarı 7041,55 km² iken, değişen miktar ise 327,18 km² dir. Alandaki toplam değişimin yaklaşık olarak %4,4 oranında gerçekleşmiştir.

Orman artışı ile birlikte karbon kapasitesinin ve orman verimliliğinin artışı, biyoçeşitlilik barındırma olasılığının artışı gibi dönüşümler göz önüne alındığında ormanlaştırma çalışmalarının hem ekosistem hemde karbon ekonomisi açısından göz ardı edilemeyecek etkileri bulunmaktadır. Bu bağlamda belirli periyodlarla arazi örtüsündeki değişimlerin eğilimlerinin belirlenmesi alanın ekosistem hizmetleri eğilimlerinin değerlendirmesine de olanak sağlamaktadır. Bu kapsamda ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerlemesinde arazi örtüsü değişim analizleri giderek artan oranla kullanılmaktadır. Bununla birlikte arazi örtülerinin özellikle ağaç türlerinin belirlenmesi bakımından daha hassas çalışılarak detaylı sınıfların oluşturulması sağlanarak ibrelili ve yapraklı türlerin ayrıştırılması sağlanabilir.

KAYNAKLAR

Alphan, H., 2006. *Ekosistem Dinamiklerinin İzlenmesinde Bir Araç Olarak Peyzaj Değişimlerinin Analizi*. Ekoloji Dergisi. 15,58,8-15.

Campbell, J.B., 1996. *Introduction to Remote Sensing*. Guilford Press, Newyork.

- Çoban, O., Koç, A.,** 2008. *Sınıflandırma sonrası karşılaştırma tekniği kullanılarak heterojen yapıya sahip ormanlarda zamansal değişimlerin belirlenmesi*. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. ISSN: 1302-7085.72-84.
- Çölkesen, İ.,** 2009. *Uzaktan algılamada ileri sınıflandırma tekniklerinin karşılaştırılması ve analizi*. Gebze İleri teknoloji Enstitüsü. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek lisans Tezi. Kocaeli.
- Çölkesen, İ., Kavzoğlu, T.,** 2009. *İyileştirilmiş karar ağaçları ile uydu görüntülerinin sınıflandırılması*. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı. Ankara.
- Gao, B.,** 1996. *NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space*. Remote Sensing of Environment, 58,257-266.
- Di Gregorio, A Jansen, L.J.M.,** 2001. *Land-cover Classification System (LCCS): classification concepts and user manual*. FAO, Rome.
- Jensen, J.R.,** 2005. *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*, third ed. Prentice-Hall, New York.
- Karnieli A, Rozenstein O.,** 2011. *Comparison of methods for land-use classification incorporating remote sensing and GIS inputs*. Applied Geography 31 (2011) 533-544. Elsevier Publishing.
- Kavzaoğlu, T., Çölkesen, İ.,** 2010. **Karar Ağaçları ile Uydu görüntülerinin Sınıflandırılması: Kocaeli Örneği**. Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi. Cilt: 2, No:1, 32-45.e-ISSN: 1309-3983.
- Lawler, J. J., Lewis, D. J., Nelson, E., Plantinga, A. J., Polasky, S., Withey, J. C., & Radeloff, V. C.,** 2014. *Projected land-use change impacts on ecosystem services in the United States*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(20), 7492-7497. doi:10.1073/pnas.1405557111
- Lu, D.S., Mausel, P., Brondizio, E., Moran, E.,** 2004. *Change Detection Experiment Using Vegetation Indices*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 64. 143-150.
- Özkan H.,** 2014. *K-means kümeleme ve K-NN sınıflandırma algoritmalarının öğrenci notları ve hastalık verilerine uygulanması*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik Mühendisliği Programı. Bitirme Ödevi. İstanbul.
- Reed, B.C., Brown, J.F., Vanderzee, D., Loveland, T.R., Merchant, J.W., Ohlen, D.O.,** 1994. *Measuring Phenological Variability from Satellite Imagery*. Journal of Vegetation Science, 5(5), 703-714.
- Shrestha, R. P. and A. Eiumnoh.,** 1997. *Can DEM enhance the digital image classification? Proceedings of the 17th Asian Conference on Remote Sensing*, October 20-24. Kualalumpur, Malaysia.
- Sunar, F.,** 2011. *Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar*. Uzaktan Algılama T.C. Anadolu Üniversitesi Yayın No: 2320. Açıköğretim Fakültesi Yayını No:1317. Eskişehir.
- Şatır, O., Berberoğlu, S., Akça, E., Yeler, O.,** 2016. *Mapping the dominant forest tree distribution using a combined image classification approach in a complex Eastern Mediterranean basin*. Journal of Spatial Science.
- Taskinsu, M. S., Evrendilek, F., Berberoğlu, S., Dönmez, C.,** 2010. *Modelling above-ground litterfall in eastern Mediterranean conifer forest using fractional tree cover and remotely sensed and ground data*. Applied Vegetation Science, 13, 485-497.