

BÖLGESEL ÖLÇEKLİ PEYZAJ ENVANTERİ VE İZLEME İÇİN BİR ARAÇ OLARAK ARAZİ ÖRTÜSÜ HARİTALAMA

Hakan ALPHAN¹ M. Ali DERSE²

¹Çukurova Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Adana, Türkiye
alphan@cu.edu.tr ORCID ID: 0000-0003-1139-4087

²Çukurova Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Adana, Türkiye
maliderse@gmail.com ORCID ID: 0000-0001-9894-7945

Özet

Arazi örtüsü, çevrenin peyzaj düzeyindeki biyo-fiziksel bileşenlerin nitel ve nicel özelliklerinin belirlenmesini sağlayan bir kavramdır. Arazi örtüsü haritaları ve bazı durumlarda bu haritalardan üretilen çevresel değişim bilgisi, çevre kalitesi ve çevresel trendler için bir gösterge olarak kullanılmaktadır. Peyzaj düzeyinde çevresel izleme, belirli bir coğrafi bölgede, başlangıç ve sonuç tarihleri arasında belirli bir olguyu tanımlamak için yapılan; çevresel veri toplama ve karşılaştırmayı içeren, standart olarak tekrarlanan gözlemleri kapsayan bir olgudur. Peyzajların korunması ve yönetimi için gerekli olan izlemenin etkinliği, peyzaj düzeyinde çevresel bilginin indikatörü olan arazi örtüsünün yüksek doğrulukla haritalanmasına bağlıdır. Uydu uzaktan algılama verilerinin ve veri işleme yöntemlerinin günümüzde yaygın bir şekilde erişilebilir olması bu açıdan bir avantaj olarak değerlendirilebilir. Bu araştırma, peyzajların bölgesel düzeyde karakterizasyonu için ana bilgi kaynağını oluşturan arazi örtüsü haritalarının oluşturulmasında uydu uzaktan algılama verileri (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflectance Radiometer-ASTER) ve yardımcı verilerin kullanıldığı; hibrit sınıflama yöntemlerini içeren bir süreç tarif edilmiştir. TÜBİTAK tarafından desteklenmiş olan 107Y153 No'lu Proje çıktıları ışığında, Mersin İli'nin Merkez, Erdemli ve Tarsus ilçe sınırlarını içeren araştırma alanı örneğinde tanımlanmıştır.

Anahtar kelimeler: arazi örtüsü, haritalama, ASTER, bölgesel planlama, peyzaj karakteri, Mersin

LAND COVER MAPPING AS A TOOL FOR REGIONAL LANDSCAPE INVENTORY AND MONITORING

Abstract

The term “land cover” is a concept that helps to describe qualitative and quantitative aspects of landscape-level biophysical components of the environment. Land cover maps and the change information based on these maps are used as indicators for environmental quality and the trends that are observed in a landscape of interest. Landscape-level environmental monitoring refers to synoptic observations that involve environmental data collection and comparison for a particular phenomenon (e.g., urbanization, deforestation, etc.) and geographic region between start and end dates. Effectiveness of landscape-level monitoring strongly depends on accurate mapping of land cover that is mostly referred to as the indicator of landscape-level environment. In this respect, high accessibility of remotely sensed datasets and processing tools can be regarded as an advantage. This paper describes a methodology that is based on satellite remote sensing data (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflectance Radiometer-ASTER) and that involves hybrid classification approach for landscape characterization on a regional scale. The proposed methodology is described and discussed in the light of a research project supported by TUBITAK (Grant no: 107Y153) conducted in the Central, Tarsus and Erdemli districts of Mersin province, Turkey.

Keywords: Land cover, mapping, ASTER, regional planning, landscape character, Mersin

GİRİŞ

Arazi örtüsünün haritalanması, kırsal ve kentsel peyzajlar üzerinde hâlihazırda var olan kaynak kullanım çelişkilerine çözümler geliştirilmesi ve gelecekte oluşması muhtemel çevresel risklere karşı önceden önlem alınmasını sağlayacak çevresel bilginin elde edilmesi bakımından son yıllarda kritik bir önem kazanmıştır (Fagerholm et al., 2016; Izakovicova et al., 2018; Ramyar, 2019; Sahle et al., 2019; Schneider et al., 2019; Tonini et al., 2018). Arazi örtüsü haritalarının birçok analiz ve değerlendirme için altlık ya da temel girdi olarak kullanıldığı değişim tespiti ve peyzaj düzeyinde çevresel izleme, izlemeye konu olan alanlarda değişim olan ve olmayan bölgelerin saptanması yoluyla rasyonel plan kararlarının oluşturulmasına hizmet etmektedir (Alphan and Guvensoy, 2016; Arnici et al., 2017; Bera and Das Chatterjee, 2019; Bettinger and Merry, 2019; de Oliveira et al., 2017; Dereli, 2018; Gulcin, 2019; Jombo et al., 2017; Mitra and Banerji, 2018; Pond, 2016; Taubenbock et al., 2012; Yiran et al.,

2012; Zarandian et al., 2018).

Çevre kaynaklarına ilişkin çevrebilimle ilgili veri eksikliği ve değişimlerin saptanmasında pratik araçların yaygın olarak kullanılmaması, kaynaklar üzerindeki olumsuz etkilerin kontrolünü sağlayacak araçların geliştirilmesine engel olmaktadır (Skole, 1996).

Akdeniz kıyı alanları çevresel baskılardan büyük oranda etkilenmiştir (Gulcin, 2019; Jendoubi et al., 2019; Kefalas et al., 2018; Marchi et al., 2018a; Marchi et al., 2018b; Munoz-Rojas et al., 2019; Pausas and Millan, 2019; Paz-Kagan et al., 2016; Pena-Angulo et al., 2019; Riva et al., 2017; Roberts et al., 2019). Bu baskıların neden olduğu çevresel sorunların doğru şekilde çözümlenebilmesi için gerekli olan güncel ve güvenilir çevresel bilgi ise genellikle eksiktir. Bu eksiklik, çevresel izleme ve yönetim sistemlerinin işlevselliğini kısıtlamaktadır.

Etkili izleme programları çevresel sorunların ortadan kaldırılmasındaki en önemli araçlardan biridir (Finlayson, 2000). Karasal peyzajın envanteri ve izlenmesi çeşitli çevre yönetimi sorunlarının çözümünde belirleyici olabilir. Örneğin, havzadaki su kalitesinde meydana gelen değişimler doğrudan peyzajda meydana gelen değişimlerin bir fonksiyonu olabilir (Klemas, 2001). Kent ve tarım alanlarındaki artış ya da orman alanlarındaki azalma gelecekte ortaya çıkabilecek bazı çevre sorunları için önemli bir işaret olarak değerlendirilebilir (Jakabuskas et al., 1992; Henderson et al., 1998). Bu nedenle gelecekteki alan kullanım senaryolarının oluşturulması için güncel arazi örtüsüne ilişkin veri sağlanması, çevresel sistemlerin doğru anlaşılması için de değişimlerin mümkün olduğunca geriye dönük olarak belirlenmesi gerekmektedir (Ridd, 1995).

Ekolojik açıdan önemli alanlar için akılcı bir yönetim modelinin oluşturulması, olası çevre sorunlarının önceden belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınabilmesi bakımından önem taşımaktadır. Böyle bir sistemin geliştirilmesi, yönetim yetkisine sahip otoritelerin çevresel değerleri izleyebilmelerine olanak veren yeterli düzeyde veri tabanına bağlıdır. Uygun şekilde düzenlendiğinde izleme, etkili ve yeterli bir çevre yönetimi için önemli katkılar sağlamaktadır. İzleme bireyler, topluluklar, habitatlar ya da ekosistemler gibi farklı biyolojik düzeylerde yapılabilir. Ekosistemler düzeyinde yapılan izleme, ekosistem işleyişinin daha iyi anlaşılmasını ve çevresel kaynaklar üzerinde habitat tahripleri olarak ortaya çıkan olumsuz insan etkilerinin tanımlanmasını mümkün kılmaktadır. Bu yolla elde edilen bilgi, çevre sorunlarının doğru bir şekilde ortaya konması ve gerekli koruma önlemlerinin alınmasını kolaylaştırmaktadır (Klemas, 2001).

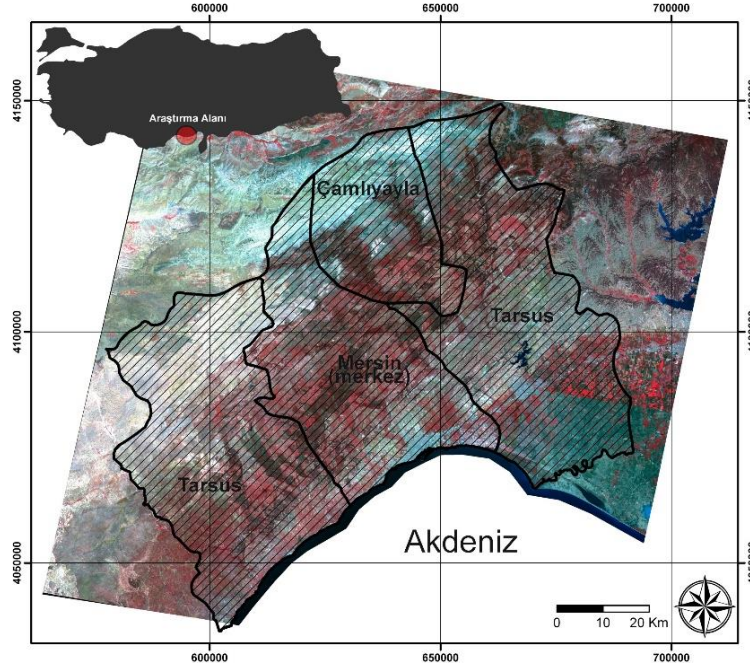
Avrupa Birliği (AB) bünyesinde doğa koruma açısından büyük önem taşıyan yaşam ortamlarının (biyotoplar) tanımlanması ve adlandırılması amacıyla CORINE (Çevresel Bilginin Koordinasyonu) projesi oluşturulmuştur. 1985–1990 yılları arasındaki yürütülen envanter çalışmalarının sonuçları CORINE biyotopları kitapçığında açıklanmıştır. Peyzajların doğa koruma açısından önemini belirlenmesine yönelik olarak; bu alanların envanteri, korunan alan ağlarının oluşturulması veya bu tür ağların gelişiminin izlenmesi gibi girişimlerin habitat ve ekosistemlerin detaylı bir şekilde belirlenmesini gerektirdiği vurgulanmıştır. Flora, fauna ve abiyotik çevrenin etkileşimi sonucu oluşan tanımlanabilir toplulukların adlandırılması için bir tipolojinin gerekliliği vurgulanmış ve bu amaçla bitki örtüsü indikatöründen yararlanılmıştır. Bu yaklaşımın, Avrupa Birliği'nin kapladığı coğrafi ve çevresel alanın tümünü içermesi öngörülmüştür. CORINE Arazi Örtüsü (CLC), CORINE programının bir parçası olarak tasarlanmıştır. Programın amacı, üye ülkelerin arazi örtüsüne ait yerel coğrafi bilginin tutarlı bir şekilde sağlanmasıdır. Üç düzeyden oluşan ve üçüncü düzeyde 44 sınıf içeren CLC için minimum haritalama birimi (MMU) 25 ha iken, çizgisel özellikler için minimum genişlik 100 m olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada, peyzajların bölgesel düzeyde karakterizasyonu ve peyzaj düzeyinde çevresel izleme için ana bilgi kaynağını oluşturan arazi örtüsü haritalarının oluşturulmasında uydu uzaktan algılama verileri (ASTER) ve yardımcı verilerin kullanıldığı; hibrit sınıflama yöntemlerini içeren bir süreç Mersin İli'nin Merkez, Erdemli ve Tarsus ilçe sınırlarını içeren araştırma alanı örneğinde tanımlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma Alanı

Araştırma alanı, Türkiye'nin Doğu Akdeniz kıyısındaki Mersin İl sınırları içinde yer alan, Merkez, Tarsus ve Erdemli İlçe sınırlarını kapsamaktadır. Mersin Merkez ilçe (1772), Tarsus (2024), ve Erdemli (2078), İlçelerinin alanları dikkate alındığında araştırma alanı toplam 5874 km² büyüklüğe sahiptir. Araştırma alanının coğrafi konumu Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Araştırma alanının coğrafi konumu (ASTER).

Araştırma alanının güney sınırını Akdeniz oluştururken, kuzeyde alan Toroslar ile Anadolu'nun iç kesimlerinden ayrılmıştır. Araştırma alanındaki yıllık sıcaklık ortalaması 18.7°C dir. Kış aylarında sıcaklık ortalaması 9–15°C arasında değişmektedir. Araştırma alanındaki yıllık toplam yağış miktarı 594 mm civarındadır. En yağışlı ayın Aralık en kurak dönemin ise Ağustos olduğu araştırma alanında tipik yaz kuraklığı hâkimdir. Yüksek kesimlerde ölçülen yağış değerleri kıyıdaki değerlerden yüksektir.

Araştırma alanının kıyı boyunca ve deniz-kara yönünde gösterdiği arazi örtüsü çeşitliliği, yüksek ve alçak kıyıları, delta sistemlerini, kent ve ikinci konut yerleşimlerini, tarla, bahçe ve örtü altı tarımı yapılan alanları, Akdeniz'in karakteristik bitki örtüsü olan makinin farklı süksesyon aşamalarını temsil eden alanları, ormanları ve ormansız alanları içermektedir. Bu çeşitlilik, Akdeniz peyzajının yüksek ekosistem çeşitliliğini temsil eden bir model olarak değerlendirilebilir. Akdeniz peyzajı, doğal ve kültürel unsurların bütünleştiği, yersel değişkenliği son derece yüksek bir dokuya sahiptir. Bu doku içerisinde kıyı peyzajındaki en önemli kültürel unsur tarım alanları iken, kızılçam (*Pinus brutia*) ormanı, kurakçıl (kserofit) bitkilerden oluşan, farklı örtü derecelerine ve tür kompozisyonuna sahip maki çalılıkları ile bu formasyonun bulunmadığı kesimlerdeki yüzeye çıkmış kireçtaşı ana kaya, bu peyzajın doğal unsurlarını oluşturmaktadır. Bu dokuyu oluşturan farklı arazi örtüsü ve alan kullanım tipleri yatay ve dikey düzlemlerde kısa mesafelerde büyük değişiklikler gösterebilir. Bu değişimin tamamının araştırma alanı sınırları içinde gözlenebilmesi alanın seçilmesindeki etmenlerden biridir.

Veri Setleri ve Yardımcı Veriler

Farklı tarayıcı sistemlerinden elde edilen çok bantlı veri setlerinin yanı sıra, 1:25.000 ölçekli topoğrafik haritalar, orman meşcere haritaları ve diğer çeşitli yardımcı veriler ve yer verileri araştırmanın temel veri setlerini oluşturmuştur. Araştırmada kullanılan uydu verileri ve yardımcı veri setleri şunlardır:

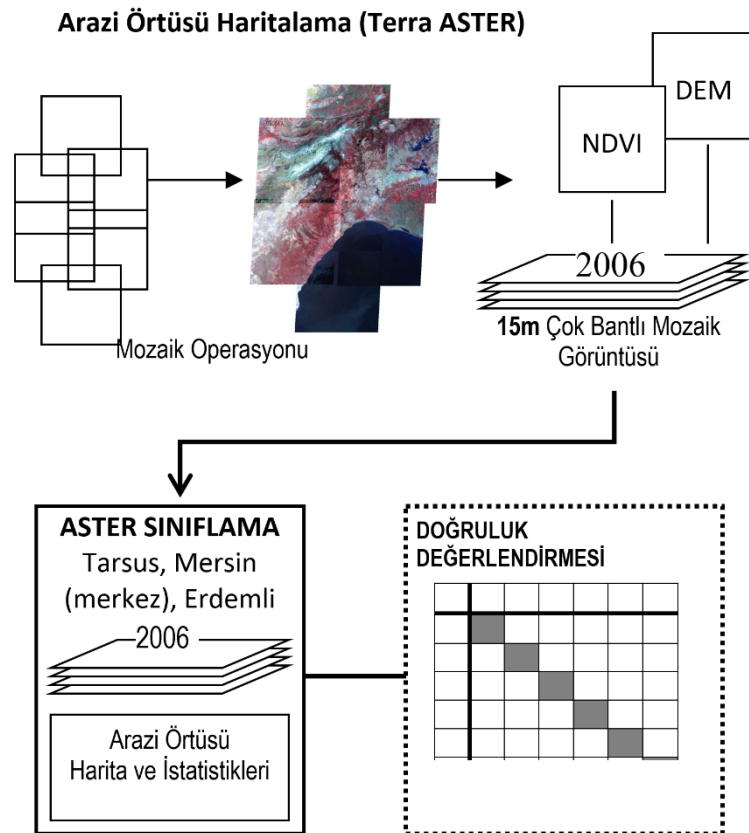
- (1) Terra ASTER
- (2) Topoğrafik Haritalar
- (3) Diğer Yardımcı Veriler ve Yer Verileri

Arazi örtüsünün sınıflanması kapsamında kullanılan veri seti, Amerikan-Japon ortak girişimi olan ve 18 Aralık 1999'da uzaya gönderilen bir yer gözlem uydusu (TERRA) üzerinden elde edilen ASTER verileridir. Alanın güncel durumuna ilişkin arazi örtüsü haritalamasının yapılabilmesi için tüm alanı kaplayan 17 Mayıs (2) ve 9 Kasım 2015 ile 29 Mayıs (3) ve 24 Ağustos 2016 tarihlerinde elde edilmiş 7 adet ASTER Level 3A çerçevesi kullanılmıştır. ASTER verileri görünür ve yakın kızılötesi enerji düzeylerinde elde edilmiş 9 adet, termal kızılötesinde elde edilmiş 5 adet veri bandından oluşmaktadır. Görünür ve yakın kızılötesindeki veri bantları 15 m yer çözünürlüğüne sahipken orta kızılötesi verileri 30 m yer çözünürlüğüne ve termal kızılötesi verileri ise 90 m yer çözünürlüğüne sahiptir.

Topografik haritalar (1:25000), Harita Genel Komutanlığı tarafından sağlanmıştır. Arazi için yükseklik bilgisi SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) verilerinden elde edilmiştir. Bu veri, analizlerde SYM olarak kullanılmıştır. Orman Genel Müdürlüğü'nden sağlanan Orman Meşcere haritalarının yanı sıra, arazide GPS yardımı ile toplanan konum ve özellik bilgileri haritalamada kullanılan diğer girdilerdir.

Yöntemler

Araştırmada görüntü ön işleme ve görüntü sınıflamaları ile ilgili işlemler yürütülmüş ve doğruluk değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir. Görüntü ön işlemede radyometrik normalizasyon ve mozaik işlemleri uygulanmıştır. Görüntü sınıflamasında kullanılan hibrit yaklaşımda normalleştirilmiş vejetasyon fark indeksi (NDVI) ve sayısal yükseklik modeli (SYM) de girdi olarak kullanılmıştır. İzlenen süreç Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Arazi örtüsü haritalamada izlenen sürecin akışı

Görüntü Ön İşleme

Görüntü ön işleme, sınıflama ve değişim tespiti aşamalarından önce, işlenecek uydu verilerinin yersel ve radyometrik uyumsuzluklardan kaynaklanabilecek olası yanlışları en aza indirmek için uygulanmıştır. Bu aşamada coğrafi kayıt, atmosferik düzeltme ve normalizasyon yapılmıştır. Coğrafi kayıt aşamasında eldeki uydu verileri arazide toplanan referans veriler ve diğer görüntüler kullanılarak görüntüden görüntüye ve dışarıdan nokta koordinatlarının girilmesiyle yeniden örneklenmiştir. Bu aşamada uydu verilerindeki yer koordinatları UTM (Universal Transverse Mercator) koordinat sisteminde ifade edilmiştir.

Görüntü Sınıflaması

ASTER verilerine kontrollü (supervised) görüntü sınıflaması uygulanmıştır. Kontrollü görüntü sınıflaması için gereken eğitim seti, arazide toplanan yer bilgisi, orman meşcere haritaları ve Quickbird, WorldView-1 verilerinin de yardımı ile belirlenmiştir. Buna ek olarak, SYM ve diğer veri katmanlarının (ör: NDVI) sınıflamaya dâhil edilmesiyle görüntü sınıflamasındaki doğrulukların artırılması hedeflenmiştir. Görüntü sınıflamasındaki doğrulukların artırılabilmesi amacıyla obje esaslı sınıflama yazılımları (Definiens Developer, Idrisi) kullanılmıştır. Sadece piksellerin sınıflanmasına dayanan geleneksel yöntemleri aksine obje esaslı algoritmalar birbirini izleyen segmentasyon ve sınıflama aşamalarından oluşan bir tanıma ağı geliştirilerek uzaktan algılanmış görüntülerden bilgi elde edilmesini kolaylaştırmaktadır.

Arazi Örtüsü Sınıfları ve Sınıflama Şeması

Araştırmadaki sayısal görüntü sınıflamasına ve değişim tespitine esas oluşturacak sınıflar CORINE arazi örtüsü sınıflama sistemi (CLC) kullanılarak belirlenmiştir. CLC, üç farklı detay düzeyinde 5 ayrı kategoride tanımlanmış 44 sınıf içerir (CEC, 1993).

BULGULAR

Arazi Örtüsünün Haritasının Üretilmesi

ASTER verilerine uygulanan ilk sınıflama için 36 sınıf bazında 192285 piksel içeren bir eğitim seti hazırlanmış ve Maksimum Olabilirlik algoritması kullanılarak kontrollü sınıflama gerçekleştirilmiştir. Bu aşamadan sonra elde edilen sınıflanmış görüntünün etiketlenmesi ile Çizelge 1’ de belirtilen 13 adet CORINE sınıfı hakkında bilgi içeren bir arazi örtüsü haritası oluşturulmuştur. Bu sınıflardan “2.1.Ekilebilir alanlar” ikinci düzeyde, ekili olan ve olmayan iki sınıf altında, diğer sınıflar ise üçüncü detay düzeyinde tanımlanmıştır.

Tablo 1. ASTER sınıflamasında kullanılan CLC sınıfları

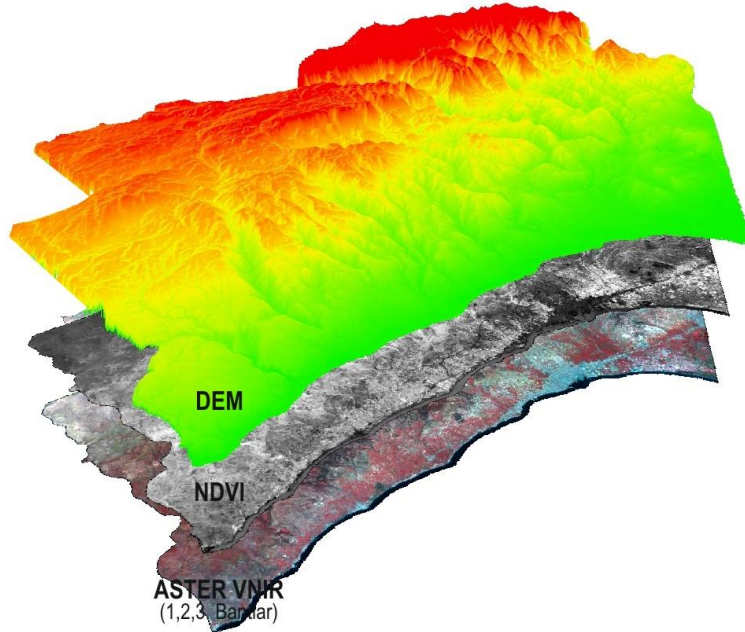
CLC Kodu ve Adı
110. Kentsel Yapılar
210. Ekilebilir Alanlar
210. Ekilebilir Alanlar
421. Sazlıklar
312. Konifer Ormanları
321. Doğal Çayırlar
323. Kurakçıl Bitki Örtüsü
331. Kumsallar, Kumullar ve Kıyı Ovaları
332. Çıplak Kayalıklar

333. Nadiren Bitki Ört. Kaplı Alanlar
335. Buzullar ve Kalıcı Kar
421. Tuzlu Bataklıklar
500. Su Yüzeyleri

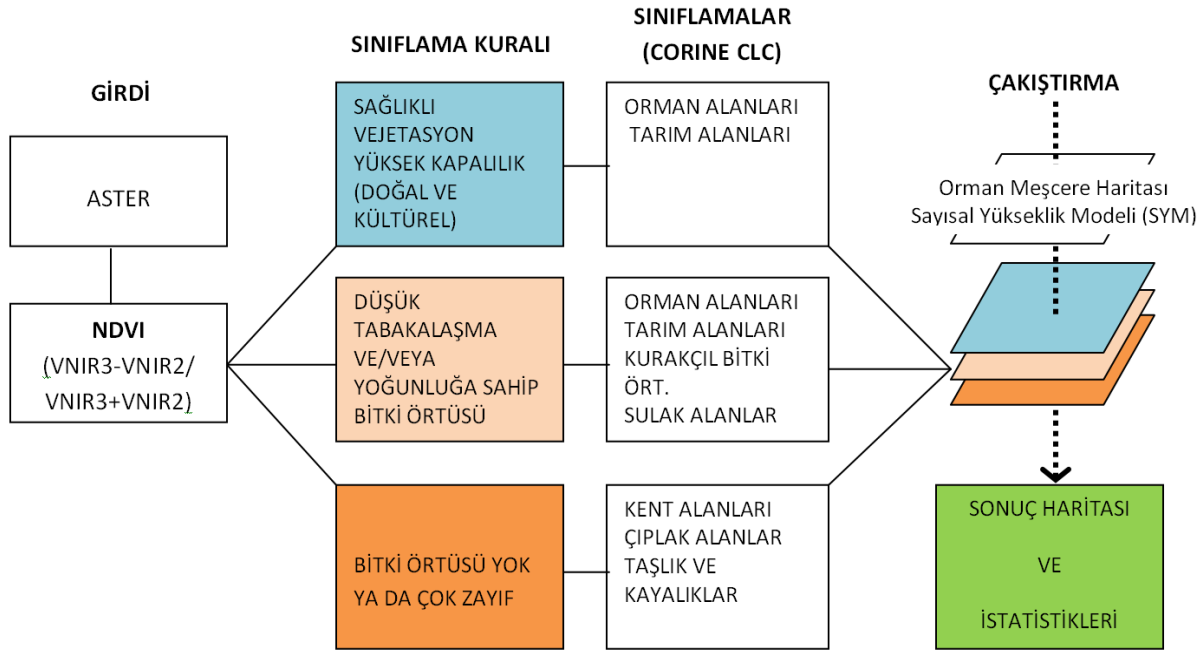
ASTER sınıflanması sonuçlarına uygulanan doğruluk değerlendirmesi sonrasında, ekilebilir alanlar (2.1), kurakçıl bitki örtüsü (3.2.3) ve doğal çayırlar (3.2.1.) gibi örtü tiplerinin birbirleri arasındaki yanılmaların sınıflama doğruluklarını düşürdüğü gözlemlenmiştir. Buradaki önemli sorunlardan biri, küçük parçalar halinde ve tüm peyzaja dağılmış olarak gözlemlenen ekilebilir alanların yarattığı yanılıdır. Bu nedenle, sınıflama yaklaşımı gözden geçirilmiş, orman meşcere haritalarındaki tarım alanlarına ait bilgi, SYM, araştırma alanına ait NDVI verisi ve arazi gözlemlerinden elde edilen bilgiler tabakalı tanımlamaya dayanan bir sınıflama yöntemi içinde yeniden ele alınmıştır. Bu kapsamdaki sınıflama için mozaik haline getirilmiş 15 m yer çözünürlüğündeki görünür ve yakın kızılötesi ASTER veri bantları ile (VNIR), ASTER VNIR verisinin 2 ve 3 bantlarından üretilen NDVI verisi ve SYM birlikte değerlendirilmiştir (Şekil 3). Yönteme göre, NDVI değerleri sınıflanması ile 3 temel kategori oluşturulmuştur, bu kategoriler:

- (1) sağlıklı vejetasyon ve/veya yüksek kaplılığa sahip alanlar,
- (2) düşük tabakalaşma ve/veya kaplılığa sahip bitki örtüsü ve
- (3) bitki örtüsünün hiç olmadığı ya da çok zayıf olduğu alanlar olarak tanımlanabilir (Şekil 4).

Söz konusu üç sınıf, NDVI görüntüsünün histogram dağılımı üzerinde belirlenen eşikler yardımı ile tanımlanmıştır. Bu tanımlamada arazi gözlemlerinden elde edilen bilgiden ve yüksek çözünürlükteki uydu verilerinden oluşan yardımcı veri kaynaklarından (IKONOS, Quickbird ve Worldview-1) yararlanılmıştır.

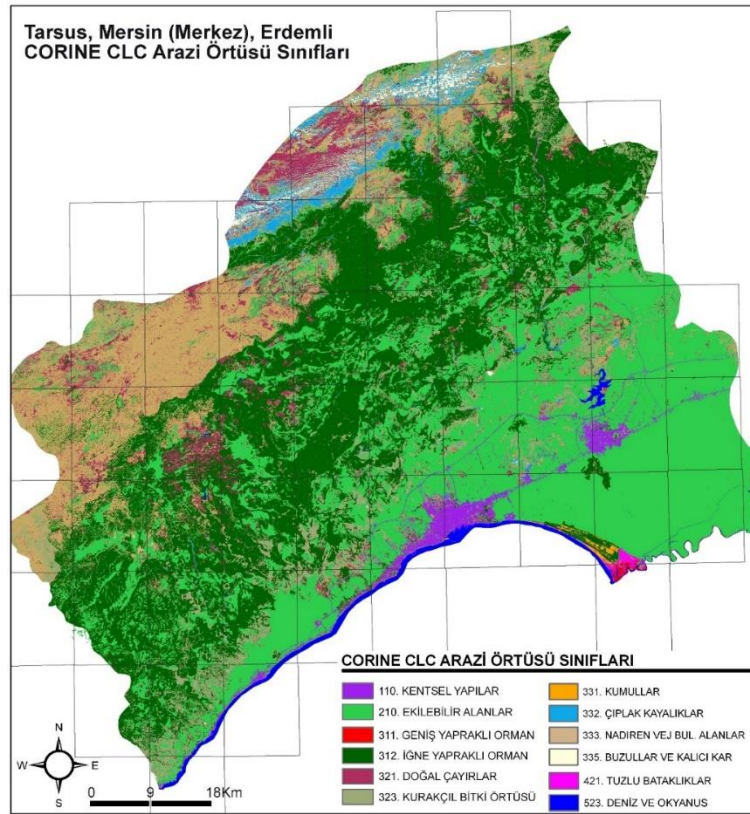


Şekil 3. ASTER sınıflamasında kullanılan veri katmanları (DEM Verisi, NDVI ve ASTER görünür ve yakın kızılötesi dalga boylarındaki 1, 2, 3. bantlar)



Şekil 4. ASTER verisinin sınıflanmasında kullanılan tabakalı yöntemin akışı

Ekilebilir alanlar olarak adlandırılan tarım alanlarına ait sınıflama doğruluklarının artırılabilmesi için orman meşcere haritalarındaki tarım alanlarına ait bilgi kullanılmış, bu bilgi ASTER görüntüsü ile ilişkilendirilerek, tarım alanlarının yayılışının yüksek doğruluk ile haritaya aktarılması sağlanmıştır. Orman meşcere haritalarındaki tarım bilgisi ile sınıflama sırasındaki aday tarım bilgileri çapraz kontrol edilmiş; sınıflama, eşleşmeyen alanlara odaklanmıştır. Bunun avantajı hem işlenecek veri miktarını hem de verideki varyasyonu azaltarak daha doğru bir haritalamaya erişmektir. Sınıflama yöntemi, tabakalara ayrılan verinin kontrollü sınıflama ile tekrar sınıflanması ve sınıflamadan elde edilen haritaların çakıştırılması yolu ile sonuç ürünün üretilmesine dayanmıştır. Bu yöntemle göre, ekilebilir alanlar gibi bazı sınıflar her üç tabakada yer alırken, kentsel yapı alanları gibi bazı sınıflar sadece belirli bir tabakada yer almıştır. Tanımlanan her sınıf, her üç katmanda aynı şekilde kodlanmış ve sonuç haritası sonuç ürünlerinin birleştirilmesi ile üretilmiştir. SYM'den elde edilen yükseklik bilgisi, denizden yüksekliğe bağlı olarak tanımlanabilecek sınıfların belirlenmesinde yardımcı bir girdi olarak kullanılmıştır. Örneğin, maki karakterli örtü tipini temsil eden "3.2.2 Kurakçıl Vejetasyon" sınıfının yersel dağılımında deniz seviyesi ile 1000 m yükseklikler arası bölge, tanımlayıcı olarak kullanılmıştır. Zira maki örtüsü bu yükseklikler arasında gözlemlenmektedir. Yukarıda tanımlanan sürece göre üretilen Mersin Tarsus, Merkez ve Erdemli İlçe sınırlarını içeren arazi örtüsü haritası Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Mersin ili CORINE CLC arazi örtüsü sınıfları haritası

Sınıflama Doğrulukları

ASTER sınıflamasına uygulanan doğruluk değerlendirmesinde kullanılan hata matrisi, hesaplanan üretici, kullanıcı doğrulukları ve toplam doğruluklar ile *Kappa* istatistikleri Çizelge 2, 3 ve 4'de verilmiştir.

Tablo 2. ASTER sınıflamasının doğruluk değerlendirmesinde kullanılan hata matrisi

Sınıflar	110	210	210	421	312	321	323	331	332	333	335	421	523	Sınıf. Top.
110	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
210	0	16	0	0	0	5	1	0	2	0	0	0	0	24
210	0	0	42	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	45
421	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	2	15
312	1	1	2	0	60	0	3	0	0	0	0	0	0	67
321	0	0	2	0	0	13	0	0	2	0	0	0	0	17
323	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	16
331	0	0	1	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	16
332	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2	0	0	0	9
333	0	0	0	0	0	0	0	0	2	28	0	0	0	30
335	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	19	0	0	20

421	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	12	0	16
500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12
Ref. Top.	14	17	47	14	61	19	21	18	14	30	19	12	14	266

Tablo 3 ASTER sınıflamasına ait üretici, kullanıcı doğrulukları ile toplam doğruluk değerleri

Sınıf Adı	Referans Toplam	Sınıflanmış Toplam	Doğru Say.	Üretici Doğruluğu	Kullanıcı Doğruluğu
110. Kentsel Yapılar	14	13	13	92.86%	100.00%
210. Ekilebilir Alanlar	17	24	16	94.12%	66.67%
210. Ekilebilir Alanlar	47	45	42	89.36%	93.33%
421. Sazlıklar	14	15	13	92.86%	86.67%
312. Konifer Ormanları	61	67	60	98.36%	89.55%
321. Doğal Çayırlar	19	17	13	68.42%	76.47%
323. Kurakçıl Bitki Örtüsü	21	16	16	76.19%	100.00%
331. Kumsallar, Kumullar ve Kıyı Ovaları	18	16	15	83.33%	93.75%
332. Çıplak Kayalıklar	14	9	7	50.00%	77.78%
333. Nadiren Bitki Ört. Kaplı Alanlar	30	30	28	93.33%	93.33%
335. Buzullar ve Kalıcı Kar	19	20	19	100.00%	95.00%
421. Tuzlu Bataklıklar	12	16	12	100.00%	75.00%
500. Su Yüzeyleri	14	12	12	85.71%	100.00%

ASTER sınıflamasına ait hesaplanan ve referans bilginin bir hata matrisi yardımı ile değerlendirilmesi sonucu elde edilen toplam doğruluk, % 88.7 olarak hesaplanmıştır. Bu sınıflamaya ait Kapa değeri ise 0.87'dir. Her iki doğruluk parametresinin de yapılan sınıflamanın başarılı bir sınıflama olduğunu gösterdiği söylenebilir. Toplam 13 sınıf bazında yapılan sınıflamada bazı sınıflar % 100'e yakın doğruluk ile haritalanmış iken bazı sınıflar görece düşük doğruluklar sağlamıştır.

Tablo 4. ASTER sınıflamasına ait kapa (κ) istatistikleri

Sınıf Adı	Kappa (κ)
110. Kentsel Yapılar	10.000
210. Ekilebilir Alanlar	0.6466
210. Ekilebilir Alanlar	0.9209
421. Sazlıklar	0.8601
312. Konifer Ormanları	0.8689
321. Doğal Çayırlar	0.7488
323. Kurakçıl Bitki Örtüsü	10.000

331. Kumsallar, Kumullar ve Kıyı Ovaları	0.9335
332. Çıplak Kayalıklar	0.7669
333. Nadiren Bitki Ört. Kaplı Alanlar	0.9259
335. Buzullar ve Kalıcı Kar	0.9466
421. Tuzlu Bataklıklar	0.7396
500. Su Yüzeyleri	10.000
Toplam Kappa Değeri	0.8730

Kent alanları, nadiren bitki örtüsü ile kaplı alanlar, kar ve buz örtüsü ve su yüzeylerinde çok yüksek doğruluklar elde edilmiştir. En düşük doğruluklar ise, doğal çayırlar ve çıplak kayalıklar için hesaplanmıştır. Söz konusu iki sınıfın üretici ve kullanıcı doğrulukları sırası ile % 68.42, 76.47 ve % 50, 77.78 olarak hesaplanmıştır. Bu sınıflara ait *Kappa* değerleri ise sırası ile 0.74 ve 0.76 ve olarak hesaplanmıştır. Çizelge 2, 3 ve 4'den de anlaşılacağı gibi, tarım alanları için farklı iki sınıf bilgisi bulunmaktadır. Bu durum, farklı özelliklerdeki tarım alanlarının (ör: üzerinde ürün olan ve olmayan tarım alanları) farklı kategorilerde sınıflanmasından kaynaklanmıştır. Bu sınıflar son aşamada birleştirilmemiş, ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Buna ek olarak, kent alanları CORINE CLC sınıflamasının ikinci düzeyinde, su yüzeyleri ise birinci düzeyde sınıflanmıştır. Kent alanları ve su alanlarına ait ileri düzey sınıflamalar kıyıda gerçekleştirilen yüksek yersel çözünürlükteki haritalamada ele alınmıştır.

Arazi Örtüsü ve Alan Kullanımları

Mersin kenti yakın çevresinde güney-kuzey ve doğu-batı yönlerinde kentsel karakterli bir gelişme gözlenirken, kentin batısında kıyı boyunca gözlenen gelişmenin ağırlıklı olarak ikinci konut yapılaşmaları ile temsil edildiği görülmüştür (Şekil 5).



Şekil 6. Mersin-Erdemli kıyısındaki yoğun ikinci konut yapılaşması ve onun gerisindeki eşik alanda zeytinlikler, bağlar ve turuncğiller bahçelerinden oluşan kültürel alanlar

Mersin-Erdemli arasındaki çok katlı ikinci konut yapılaşmaları tarıma son derece elverişli alüviyal kıyı üzerinde, çoğunlukla narenciye bahçelerinden kazanılan alanlarda gerçekleşmiştir (Şekil 6). Bu durum, bir yandan verimli tarım alanlarının azalmasının, bir yandan da kıyının kara ve deniz ekosistemleri üzerindeki baskının artmasının başlıca nedenidir. Arazi çalışmaları sırasında görüülen yerel kaynaklar,

kıyıdaki hızlı değişimin önemli olumsuz sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel etkilerinin varlığını bildirmiştir. Bu etkilerden bir tanesi, kıyıdaki hızlı yapılaşma süreci sırasında tarımla uğraşan yerel halkın, kıyıdaki yapılaşmanın ortaya çıkardığı yüksek rant nedeniyle arazilerini elden çıkarmış olmasıdır.



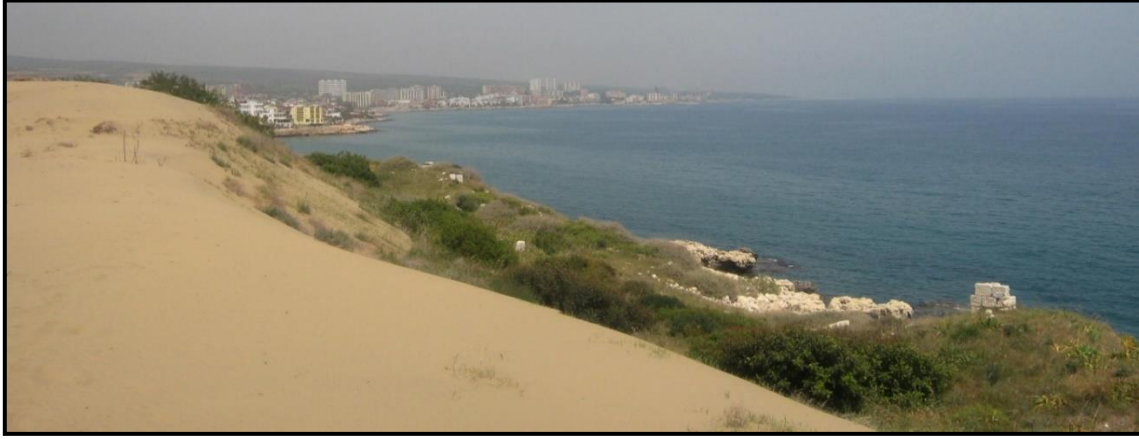
Şekil 7. Mersin-Erdemli kıyısı şeridinde kıyının hemen gerisinde gelişen çok katlı ikinci konutlar

Mersin-Erdemli arasındaki kıyıda yer alan Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü (ABKAE), araştırma alanı kıyısının maruz kaldığı yukarıda anlatılan değişim sürecindeki yapılaşmalardan korunmuş nadir alanlardan biridir (Şekil 7). Enstitü'nün hizmet verdiği yaklaşık 50 yıllık dönemde, Akdeniz kıyılarına özgü kumul ve çalı formasyonlarının insan etkilerinden korunarak özgün örnekler oluşturduğu gözlenmiştir. Sınırlı (3.5 km) bir alana sahip bu dar kıyı şeridi, kıyı makisi ve kumul formasyonlarını temsil eden bitki birliklerini barındırmaktadır.

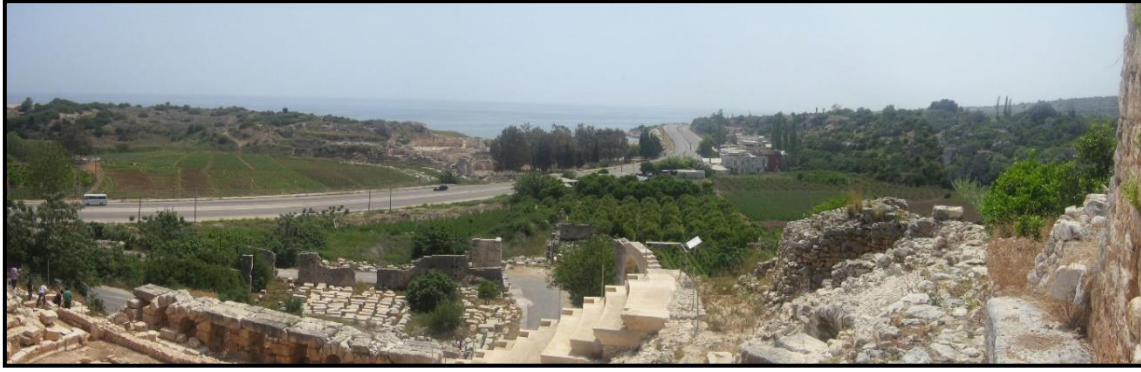


Şekil 8. Araştırma alanının Mersin-Erdemli arasındaki kıyısı şeridinde yapılaşmadan korunabilmiş Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü

Erdemli İlçe yerleşiminin batısında kalan kıyı şeridi, ikinci konutlardan kaynaklanan yapılaşmalardan daha az etkilenmiştir. Anılan bölgedeki kıyı, belirli kesimlerde doğal özelliklerini büyük ölçüde korumaktadır (Şekil 8). Ancak, kıyının bu kesiminde de halen inşaatı devam eden çok sayıda tesisin varlığı gözlemlenmiştir. Kıyının bazı kesimlerinde peyzaj, doğal ve kültürel özellikler ile karakterize olmuştur. Doğal özellikler alçak maki formasyonu ile temsil edilirken, kültürel özellikler, tarla ve narenciye tarımı yapılan alanlar ile arkeolojik kalıntıların iç içe oluşturduğu bir mozaik sergilemektedir (Şekil 9). Özellikle son on yıllık dönemde artan bir ivme kazanan kıyıdaki yapılaşma, doğal ve arkeolojik sit niteliği taşıyan ve özgün bitki örtüsü barındıran alanların hızla dönüştürülmesine neden olmuştur. Bu tip alanların yanı sıra, ikinci konut yapılaşmasından korunmuş alçak kıyı tipindeki sınırlı alanlar da taşıdıkları sit statüsüne rağmen çevre belediyelerce “arsa rezerv alanı” olarak görülmektedir.



Şekil 9. Araştırma alanı kıyısının batı sınırındaki Ayaş yerleşiminde kumullar ve üzerindeki maki çalılıklarının oluşturduğu doğal yapı ve onun gerisinde kıyı boyunca gelişen Erdemli ilçesi



Şekil 10. Araştırma alanının kıyısındaki doğal (alçak maki formasyonu) ve kültürel (antik kalıntılar ve turuncu bahçeleri) peyzajın bir aradaki karmaşık dokusu

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma, peyzajların planlanması ve yönetiminde ihtiyaç duyulan peyzaj düzeyindeki çevresel verinin standart olarak toplanmasında kullanılabilecek, ASTER verilerine dayalı hibrit bir arazi örtüsü sınıflaması modeli sunmuştur.

Bu çalışma kapsamında 60 km şerit genişliğine sahip ASTER verilerinin kullanılması, geniş ölçekli benzer izleme projeleri için söz konusu veri setinin kullanılması durumunda bazı avantaj ve dezavantajların olabileceğini göstermiştir. Veri setinin temel avantajı görece yüksek yersel çözünürlük ve kabul edilebilir maliyettir. Çalışmanın dayandığı Proje sırasında çok düşük olan bu maliyet, günümüzde ASTER arşivlerinin açılması ile sıfırlanmıştır. Ancak, araştırma alanının tamamını kaplayabilmek için 7 ASTER çerçevesinin kullanıldığı göz önüne alındığında çok sayıda çerçevenin birleştirilmesinin yaratacağı sorunlar bu verinin kullanımında bir engel oluşturabilir. Zira, efektif atmosferik düzeltme ve çerçeveler/şeritler arasında dikkatli bir radyometrik normalizasyon yapılmadan veri setinin otomatik olarak sınıflanması sonuç ürünlerinin kalitesini olumsuz etkileyebilir. Buna ek olarak, çerçeveler/şeritler arasındaki mevsimsel farkların olması, çerçeveler içindeki bitki örtüsünün fenolojik farklılığına neden olacağından işlemeye uygun kaliteli bir veri üretilmesi zorlaşabilir. Bu çalışmada farklı mevsim etkisi yalnızca araştırma alanının güneydoğu kesimini kaplayan çerçeveden kaynaklanmıştır. Söz konusu bölgedeki tarım alanları hasat edilmiş çıplak tarım alanları iken komşu üst çerçevede ekili tarım alanlarıdır. Söz konusu etkinin aynı sınıf üzerinde yarattığı bu etkiler sınıflama aşamasında tarım alanlarının iki ayrı sınıf (ekili, ekili olmayan) olarak ele alınıp birleştirilmesiyle giderilmiştir.

ASTER verilerinin sınıflanmasında aşamalı bir yöntem izlenmiş, bu sayede peyzajın biyofiziksel özellikleri gruplara ayrılarak topografya ve orman meşcere bilgisinin de yardımı ile sınıflanmıştır.

Araştırma alanının yukarı kesimlerine doğru arazi örtüsü, tarım alanları, orman alanları ve makilik alanlara ait küçük yamaların iç içe geçtiği bir mozaik özelliği göstermektedir. Bu nedenle, peyzajın heterojenitesinden kaynaklanan tanılama ve haritalama sorunlarının azaltılmasında obje bazlı sınıflamaların piksel bazlı sınıflamaya göre yararlı olabileceği değerlendirilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu proje Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 107Y153 Proje kodu ile desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- Alphan, H., & Guvensoy, L. (2016). Detecting coastal urbanization and land use change in southern Turkey. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 24, 97-107.
- Arnici, V., Marcantonio, M., La Porta, N., & Rocchini, D. (2017). A multi-temporal approach in MaxEnt modelling: A new frontier for land use/land cover change detection. *Ecological informatics*, 40, 40-49.
- Bera, S., & Das Chatterjee, N. (2019). Mapping and monitoring of land use dynamics with their change hotspot in North 24-Parganas district, India: a geospatial- and statistical-based approach. *Modeling Earth Systems and Environment*, 5, 1529-1551.
- Bettinger, P., & Merry, K. (2019). Land cover transitions in the United States South: 2007-2013. *Applied Geography*, 105, 102-110.
- CEC, 1993. *Corine Land-Cover: Guide Technique*, Commission of the European Communities, Luxembourg.
- de Oliveira, S.N., de Carvalho, O.A., Gomes, R.A.T., Guimaraes, R.F., & McManus, C.M. (2017). Landscape-fragmentation change due to recent agricultural expansion in the Brazilian Savanna, Western Bahia, Brazil. *Regional Environmental Change*, 17, 411-423.
- Dereli, M.A. (2018). Monitoring and prediction of urban expansion using multilayer perceptron neural network by remote sensing and GIS technologies: A case study from Istanbul metropolitan city. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27, 9336-9344.
- Fagerholm, N., Oteros-Rozas, E., Raymond, C.M., Torralba, M., Moreno, G., Plieninger, T., 2016. Assessing linkages between ecosystem services, land-use and well-being in an agroforestry landscape using public participation GIS. *Applied Geography*, 74, 30-46.
- Finlayson, C.M. (2000). Framework for designing a monitoring programme (invited oral presentation) National training course on the design and implementation of monitoring programs for natural areas, RAC/SPA-DHKD, Dalaman.
- Gulcin, D. (2019). The influence of urban growth on surrounding Mediterranean landscapes with particular reference to degradation of olive orchards. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28, 3854-3864.
- Henderson, F.M., Hart, T.F., Orlando, L., Heaton, B., Portolese, J., & Chasan, R. (1998). Application of C-CAP protocol land-cover data to nonpoint source water pollution potential spatial models in a coastal environment. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 64, 1015-1020.
- Izakovicova, Z., Miklos, L., & Miklosova, V. (2018). Integrative assessment of land use conflicts. *Sustainability*, 10, 3270
- Jakabuskas, M., Whistler, J., Dillworth, M., & Martinko, A. (1992). Classifying remotely sensed data for use in an agricultural nonpoint-source pollution model, *Journal of Soil and Water Conservation*, 47, 179-183.
- Jendoubi, D., Liniger, H., & Speranza, C.I. (2019). Impacts of land use and topography on soil organic carbon in a Mediterranean landscape (north-western Tunisia). *Soil-Germany* 5, 239-251.

- Jombo, S., Adam, E., & Odindi, J. (2017). Quantification of landscape transformation due to the Fast Track Land Reform Programme (FTLRP) in Zimbabwe using remotely sensed data. *Land Use Policy*, 68, 287-294.
- Kefalas, G., Poirazidis, K., Xofis, P., & Kalogirou, S. (2018). Mapping and understanding the dynamics of landscape changes on heterogeneous Mediterranean islands with the use of OBIA: The case of Ionian region, Greece. *Sustainability*, 10, 2986.
- Klemas, V.V. (2001). Remote sensing of landscape-level coastal environmental indicators, *Environmental Management*, 27, 47-57.
- Marchi, M., Chianucci, F., Ferrara, C., Pontuale, G., Pontuale, E., Mavrakis, A., Morrow, N., Rossi, F., & Salvati, L. (2018)a. Sustainable land-use, wildfires, and evolving local contexts in a Mediterranean country, 2000-2015. *Sustainability*, 10, 3911.
- Marchi, M., Ferrara, C., Biasi, R., Salvia, R., & Salvati, L. (2018)b. Agro-forest management and soil degradation in Mediterranean environments: Towards a strategy for sustainable land use in vineyard and olive cropland. *Sustainability*, 10, 2565.
- Mitra, D., & Banerji, S. (2018). Urbanisation and changing waterscapes: A case study of New Town, Kolkata, West Bengal, India. *Applied Geography*, 97, 109-118.
- Munoz-Rojas, J., Pinto-Correia, T., & Napoleone, C. (2019). Farm and land system dynamics in the Mediterranean: Integrating different spatial-temporal scales and management approaches. *Land Use Policy*, 88, 104082
- Pausas, J.G., & Millan, M.M. (2019). Greening and browning in a climate change hotspot: The Mediterranean basin. *Bioscience*, 69, 143-151.
- Paz-Kagan, T., Ohana-Levi, N., Herrmann, I., Zaady, E., Henkin, Z., & Karnieli, A. (2016). Grazing intensity effects on soil quality: A spatial analysis of a Mediterranean grassland. *Catena*, 146, 100-110.
- Pena-Angulo, D., Khorchani, M., Errea, P., Lasanta, T., Martinez-Arnaiz, M., & Nadal-Romero, E. (2019). Factors explaining the diversity of land cover in abandoned fields in a Mediterranean mountain area. *Catena*, 181, 104064.
- Pond, B.A. (2016). Across the grain: Multi-scale map comparison and land change assessment. *Ecological Indicators*, 71, 660-668.
- Ramyar, R. (2019). Social ecological mapping of urban landscapes: Challenges and perspectives on ecosystem services in Mashhad, Iran. *Habitat International*, 92, 102043.
- Ridd, M.K. (1995). Exploring a VIS (Vegetation Impervious Surface-Soil) Model for urban ecosystem analysis through remote sensing: comparative anatomy for cities, *International Journal of Remote Sensing*, 16, 2156-2185.
- Riva, M.J., Daliakopoulos, I.N., Eckert, S., Hodel, E., & Liniger, H. (2017). Assessment of land degradation in Mediterranean forests and grazing lands using a landscape unit approach and the normalized difference vegetation index. *Applied Geography*, 86, 8-21.
- Roberts, N., Allcock, S.L., Barnett, H., Mather, A., Eastwood, W.J., Jones, M., Primmer, N., Yigitbasioglu, H., & Vanniere, B. (2019). Cause-and-effect in Mediterranean erosion: The role of humans and climate upon Holocene sediment flux into a central Anatolian lake catchment. *Geomorphology*, 331, 36-48.
- Sahle, M., Saito, O., Furst, C., Demissew, S., & Yeshitela, K. (2019). Future land use management effects on ecosystem services under different scenarios in the Wabe River catchment of Gurage Mountain chain landscape, Ethiopia. *Sustainability Science*, 14, 175-190.
- Schneider, J., Ruda, A., & Venzlu, M. (2019). Development of the rural landscape: The Dacice Region case study, Czechia. *Geographia Technica*, 14, 84-96.

- Skole, D. (1996). Land use and land cover change (LUCC), the earth observer, reprint from *Global Change Newsletter*, 25.
- Taubenbock, H., Esch, T., Felbier, A., Wiesner, M., Roth, A., & Dech, S. (2012). Monitoring urbanization in mega cities from space. *Remote Sensing of Environment*, 117, 162-176.
- Tonini, M., Parente, J., & Pereira, M.G. (2018). Global assessment of rural-urban interface in Portugal related to land cover changes. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 18, 1647-1664.
- Yiran, G.A.B., Kusimi, J.M., & Kufogbe, S.K. (2012). A synthesis of remote sensing and local knowledge approaches in land degradation assessment in the Bawku East District, Ghana. *International Journal of Applied Earth Observation*, 14, 204-213.
- Zarandian, A., Badamfirouz, J., Musazadeh, R., Rahmati, A., & Azimi, S.B. (2018). Scenario modeling for spatial-temporal change detection of carbon storage and sequestration in a forested landscape in Northern Iran. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190 (8), 474.