

Yüksek Çözünürlüklü Uydu Verileri Kullanılarak 1:25000 Ölçekli Ulusal Arazi Örtüsü/Kullanımı Sınıflandırma Sisteminin Geliştirilmesi

Elif Sertel¹, Irmak Yay Algan², Gülşah Alp³, Nebiye Musaoğlu⁴, Şinasi Kaya⁵

^{1,4,5}İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

^{1,2,3}İstanbul Teknik Üniversitesi Uydu Haberleşme ve Uzaktan Algılama UYG-AR Merkezi, İstanbul.

e-posta:^{1,4,5}sertele, ²musaoglu, ³kayasina@itu.edu.tr,

^{2,3}irmak,gulsah@cscrs.itu.edu.tr

Geliş Tarihi: 03.02.2017 ; Kabul Tarihi: 29.07.2017

Özet

Dünya yüzeyini kaplayan arazi örtüsünü/kullanımını haritalandırmak, çevremizi etkileyen doğal (kıtasal hareketler, tsunamiler, seller vb.) ve insan kaynaklı (kentsel büyüme, ormansızlaşma vb.) süreçleri anlamak ve bu süreçlerle ilgili geleceğe yönelik öngörülerde bulunabilmek için temel bir gerekliliktir. Bu çalışmada, CORINE (Coordination of Information on the Environment) arazi örtüsü/kullanımı sistemi temel alınarak geliştirilen 1:25000 ölçekli ulusal arazi örtüsü sınıflandırma sistemi (lejant) ve bu sistemin farklı karakteristiklere sahip üç pilot bölgeye uygulanmasıyla elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Ulusal arazi örtüsü sistemi, ulusal ölçekte farklı kurum ve kuruluşların ihtiyaçları dikkate alınarak 3. Seviye CORINE sınıflarının 4. seviyeye genişletilmesiyle elde edilmiştir. Yeni geliştirilen 4. seviye lejantın 1:25000 ölçekte olması gerekliliği ilgili kurumlardan alınan geri dönüş sonucunda belirlenmiş ve bu ölçekteki geometrik kriterler olarak; en küçük haritalama birimi 1.56 ha ve en küçük lineer obje genişliği 25 m olarak önerilmiştir. Tematik detayları içermek üzere, Türkiye koşullarına uygun 75 adet arazi örtüsü/kullanımı sınıfı belirlenmiş ve bu sınıfların CORINE tanımları ile uygun olacak şekilde tanımlamaları yapılmıştır. Bu araştırma kapsamında incelenen üç farklı çalışma alanı; arazi örtüsü/kullanımı ve topografik çeşitlilikler dikkate alınarak seçilmiş ve çok yüksek çözünürlüklü SPOT 6/7 uydu görüntüleri kullanılarak haritalandırılmıştır. Sonuçlar, aynı alanların CORINE seviye 3 haritalarıyla kıyaslanarak; ülke ölçeğinde önerilen 4. seviye yaklaşımın ortaya çıkardığı tematik ve geometrik ayrıntılar gösterilmiştir. Yapılan uygulamaların analizi sonucunda, ulusal arazi örtüsü sisteminin sahip olduğu daha yüksek çözünürlüklü veri setinin ve ölçeğin, yer yüzeyinin gerçeğe daha yakın homojen sınıflarla ifade edilebilmesini sağladığı görülmüştür. Elde edilen ayrıntılı haritalar, farklı çevresel çalışmalarda kullanılacak ve karar vericilerin bölgesel ve ulusal ölçekteki ihtiyaçlarını karşılayabilecek niteliktedir.

Anahtar kelimeler

Arazi örtüsü; Arazi kullanımı; Corine; Spot6/7; Uzaktan algılama

Production of 1:25000 Scale Land Cover/Use Maps by Means of Very High Resolution Spot 6/7 Satellite Images

Abstract

Mapping of the Earth's land cover and use is essential to understand the natural and manmade processes effecting our environment and conduct future projections for several phenomena such as urbanization, deforestation, hydrological processes, climate change etc. In this study, a novel National Land Cover/Use (NLC) nomenclature, which was created from Coordination of Information on Environment (CORINE) land cover/use classification system by expanding Level 3 CORINE classes to a fourth level including 75 subclasses, is presented and applied to 3 different study areas having different landscape characteristics. This 4th level National Land Cover/Use classes with a MMU of 1.56 ha at 1:25000 scale, are formed by cooperation of different governmental bodies in regards to their unique needs of thematic and geometric details in land cover/use maps. Study areas were selected according to their diverse land covers and mapped by using very high resolution SPOT 6/7 imagery. Results were compared with CORINE level 3 classes of the same area in order to show the geometric and thematic

Keywords

Land cover; Land use; Corine; Spot 6/7; Remote sensing

details of 4th level National land Cover/Use system. In conclusion, analysis of the application results revealed that new nomenclature with finer scale and high resolution dataset of NLC is capable of representing Earth's surface close to reality with homogenous classes. These detailed maps are suited for different environmental studies and they can fulfil the needs of decisions makers in regional and national scales.

1. Giriş

Dünya yüzeyi doğal süreçler ve insan aktiviteleri sebebiyle sürekli değişim göstermektedir. Kıta hareketleri, tsunamiler, seller ve volkanik aktiviteler bu doğal değişim süreçlerine, ormansızlaşma, şehirleşme ve sanayileşme ise değişim yaratan insan aktivitelerine örnektir. Bu değişimler farklı zaman aralıklarında yerel, bölgesel veya küresel ölçekte gerçekleşebilirler. Arazi örtüsünü/kullanımını haritalandırmak ve periyodik olarak değişimini kontrol etmek, çevresel süreçleri anlamak, küresel değişimleri incelemek, karar vericilere destek olmak ve çok çeşitli çevresel, hidrolojik ve iklim modellerini beslemek için önemlidir. Uzaktan algılama ile elde edilmiş veriler bu tarz çalışmalar için önemli bir veri kaynağı oluştururlar. Yaşadığımız dünyanın karmaşık yapısı sebebiyle, uzaktan algılama ile arazi örtüsü veya kullanım haritalarını üretmek, yöntemlerin, girdilerin ve çıktılarının tanımlandığı özel bir yaklaşım gerektirir. (Giri, 2012 ve Woodcock vd., 2012 ve Sertel vd., 2015a).

Ulusal, bölgesel ve küresel ölçeklerde, doğru, güncel ve periyodik arazi örtüsü/kullanımı haritaları hazırlamak amacıyla çok sayıda arazi örtüsü/kullanımı haritalama ve gözlemlene projesi hayata geçirilmiştir. Amerika Birleşik Devletlerine ait "National Land Cover Database (NLCD) of United States", Avrupa Birliği'nin geliştirdiği "Coordination of Information on the Environment (CORINE)" projesi, Avrupa Birliği Gıda ve Tarım Organizasyonunun hazırladığı (FAO) "United Nations Land cover maps (LCCS)" küresel ve ulusal ölçekte bunlara örnektir. FAO'ya ait LCSS, ölçek kullanmayan, kullanıcıların ilk etapta belirlenmiş 8 sınıfı temel olarak ihtiyaç duydukları sınıfları üretmelerini sağlayan kullanıcıya özel bir sistemdir. Aynı zamanda, haritada gösterilebilecek en ufak poligonun alanını ifade eden en küçük haritalama

birimi (EKHB) de kullanmaz (Gregorio vd., 2005). NLCD, temel veri kaynağı olarak Landsat uydu görüntülerini kullanan 30 metre çözünürlüklü bir arazi örtüsü veri tabanıdır (Homer vd., 2012 ve Sertel vd., 2015a).

CORINE Programı, ağırlıklı olarak uydu görüntüleri kullanan Avrupa'nın en büyük arazi örtüsü/kullanımı izleme projesidir. Avrupa genelinde periyodik ve standardize edilmiş 1:100000 ölçeğinde çevresel coğrafi bilgi üretmeyi hedefler. Bu bilgiler daha sonra tarım, küresel iklim değişimi gözleme, şehir bölge planlama gibi alanlardaki politikaları desteklemek için kullanılır. İlk CORINE Arazi Örtüsü (CLC) haritaları 1990 yılında üretilmiştir. Daha sonra geometrik düzeltmeleri yapılmış LANDSAT 7 ETM uydu görüntüleri kullanılarak CLC2000 üretilmiştir. Veri tabanı CLC2000'den bu yana, her 6 senede bir değişimleri de haritalandırmak amacıyla güncellenir. CORINE, üç hiyerarşik seviyeden oluşur. Birinci seviyedeki 5 arazi örtüsü/kullanımı sınıfı, 3. Seviyede 44 sınıfa genişletilir (Kosztra vd., 2014). CORINE sistemi aynı zamanda alan ve boyut kısıtlamalarına sahiptir; en küçük lineer obje genişliği 100 m ve en küçük haritalama birimi 25 ha olmalıdır. Bunlara ek olarak, en küçük değişim haritalama birimi 5 ha olarak belirlenmiştir. Arazi örtüsü/kullanımı haritası bir kere üretildikten sonra, yüzeyde gerçekleşen değişimlere göre güncellenmesi gerekmektedir. CORINE haritaları, değişim güncelleme yöntemiyle 6 yılda bir tekrar üretilir (Büttner vd., 2012 ve Sertel vd., 2015a).

Türkiye, Avrupa Birliği aday ülkesi olarak CORINE arazi örtüsü/kullanımı haritalarını periyodik şekilde üretmektedir. CORINE haritaları bölgesel uygulamalar için kullanışlı olmakla birlikte, ulusal ölçekteki uygulamalar ve çeşitli bakanlıkların karar mekanizmalarını destekleme açısından, tematik ve geometrik olarak yeterli ayrıntıya sahip değildir.

Kullanılan verinin çözünürlüğü ile sonuç ürünün ayrıntı seviyesi ve ölçeği doğrudan bağıntılıdır. Uzaktan algılama teknolojilerinin gelişmesi ve geniş bölgelerde yüksek çözünürlüklü veri elde etmenin kolaylaşması ile birlikte, arazi örtüsü/kullanımı haritalarını daha büyük ölçekli ve detaylı bir şekilde üretmek mümkün olmuştur (Sertel vd., 2015a ve Woodcock vd., 2012).

Ulusal ihtiyaçları belirlemek amacıyla, arazi örtüsü ve kullanımı verilerini kullanan ve/veya üreten çeşitli devlet ve kamu birimi temsilcilerinin (bakanlıklar, üniversiteler, araştırma enstitüleri ve afet yönetim merkezleri) katılımıyla, İstanbul Teknik Üniversitesi koordinatörlüğünde bir çalıştay düzenlenerek kullanıcı ihtiyaçları saptanmıştır. Bu ihtiyaçlara uygun olarak, Türkiye için CORINE' i temel alan özel bir haritalama sistemi oluşturulmuştur. Önerilen yeni sistemde, CORINE 3. seviyesinde bulunan 44 sınıf, ülke ihtiyaçları dikkate alınarak 4. seviyeye genişletilmiş yaklaşık 75 adet arazi örtüsü/ kullanımı sınıfına sahip yeni 4. seviye üretilmiştir. Özellikle kurumların oluşturduğu coğrafi bilgilerde resmi olarak ihtiyaç duyulan ölçek kriterleri ve ilgili haritaların tüm ülke için periyodik olarak üretilmesi gerekliliği dikkate alındığında; Ulusal 4. seviye sınıflandırma sisteminin ölçeği 1:25000 olarak belirlenmiştir. İlgili ölçekteki geometrik kriterler olarak ise; en küçük haritalama birimi 1.56 ha ve en küçük lineer obje genişliği 25 m olarak oluşturulmuştur. Ayrıca, uydu görüntülerinin geometrik düzeltmesi sırasında 5 m veya daha iyi konumsal doğrulukta olması da yeni sistemin önemli gerekliliklerinden bir tanesidir (Sertel vd., 2015a). Ayrıca, arazi kullanımına yönelik bazı bilgilerin ulusal veri tabanına öznitelik verisi olarak eklenmesinin faydalı olacağı ve bu duruma istinaden kullanılacak ek veriler konusunda da önerilerde bulunulmuştur.

Bu çalışmada, yoğunlukla kentsel, tarımsal ve orman alanlarını temsil eden ve farklı topografik özelliklere sahip 3 farklı çalışma alanı seçilerek; çok yüksek çözünürlüklü SPOT6/7 uydu görüntüleri yardımıyla yeni arazi örtüsü/kullanımı haritalama sisteminin uygulanabilirliği gösterilmiştir. SPOT görüntüleri geometrik olarak düzeltildikten sonra, 1.56 ha EKHB ve 25 m lineer obje genişliği uygulanarak 4. seviye arazi örtüsü/kullanımı

sınıfları haritalandırılmıştır. Ayrıca, üretilen haritalar, aynı bölgelere ait 1:100000 ölçekli CORINE haritalarıyla kıyaslanarak, oluşturulan sistemin ölçek, EKHB, veri seti ve ek sınıfları sayesinde ortaya çıkardığı geometrik ve tematik ayrıntılar gösterilmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Çalışma alanları

Oluşturulan sistemin farklı özelliklere sahip alanlarda test edilmesi amacıyla 1, 2. ve 3. çalışma alanları olarak sırasıyla Antalya, İstanbul ve Mersin şehirleri pilot bölge olarak seçilmiştir (Şekil 1) . Türkiye'nin en kalabalık şehri olan İstanbul, 41° 5' 29.7198" N - 29° 2' 59.3442" E koordinatları arasında bulunur. Bölge, CORINE seviye 1 "Yapay bölgeler" sınıflarına ait örtü/kullanım çeşitliliği sebebiyle seçilmiştir. Antalya - Kemer ilçesi 36° 36' 16.2396" N - 30° 32' 46.7442" E koordinatları arasında bulunan Akdeniz'e komşu bir bölgedir ve bu alan "Orman ve yarı doğal alanlar" sınıflarındaki çeşitliliği için seçilmiştir. Son olarak, Mersin – Tarsus (36° 54' 6.9876" N - 34° 50' 2.3886" E) çalışma alanı, bölgedeki tarımsal alan çeşitliliği sebebiyle seçilmiştir. Her çalışma alanı 5 km x 5 km boyutlarındadır.



Şekil 1.Çalışma alanlarını içeren iller.

2.2.Uydu görüntülerinin hazırlanması

1.56 ha minimum haritalama birimine sahip detaylı bir arazi örtüsü/kullanımı haritası oluşturabilmek için çok yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü gerekmektedir ve 1:25000 ölçeğine ulaşmak için 2.5 m veya daha yüksek mekansal çözünürlüklü uydu görüntüsü kullanılması önerilmektedir (Sertel vd., 2015a). Bu çalışmada, İstanbul Teknik Üniversitesi UHUZAM tarafından sağlanan SPOT 6/7 uydu görüntüleri kullanılmıştır. SPOT6/7 görüntüleri 1.5 m mekansal çözünürlüklü

pankromatik ve 6 metre mekansal çözünürlüklü 4 adet multispektral banda sahiptir (kırmızı, yeşil, mavi, yakın kızılötesi). 1. ve 2. çalışma alanları için Mayıs 2016, 3. çalışma alanı için ise Haziran 2016 tarihli uydu görüntüleri kullanılmıştır. Görüntüler, daha sonra yapılacak analizlerde CLC2012 verisi ile uyumlu olabilmeleri için, WGS84 datumuna ortorektifiye edilmiş ve ardından Lambert Conformal Conic projeksiyonuna dönüştürülmüştür. Ayrıca, çalışma alanlarında kullanılacak olan görüntüler CLC2012 için kullanılan görüntüler referans alınarak her bölge için 15 yer kontrol noktası seçilmiş ve geometrik düzeltmeleri yapılmıştır. Geometrik düzeltmeler yapıldıktan sonra bütün görüntüler için karesel ortalama hatalar (RMSE) 0.80 – 0.90 değer aralığında bulunmuştur. Tüm görüntüler 1.5 m pan-sharpened görüntü haline getirilmiştir. Son olarak, görsel yorumlamayı desteklemek amacıyla Yakın Kızılötesi/Yeşil/Kırmızı renk kompoziti kullanılmıştır. Bantların spektral aralıkları Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. SPOT 6/7 spektral bant kombinasyonu.

BANT	SPOT 6/7 Spektral Aralığı
Mavi	0.450 μ m – 0.520 μ m
Yeşil	0.530 μ m – 0.590 μ m
Kırmızı	0.625 μ m – 0.695 μ m
Kızılötesi	0.760 μ m – 0.890 μ m
PAN	0.450 μ m – 0.745 μ m

2.3. Arazi örtüsü/kullanımı haritalarının üretilmesi

CORINE Arazi örtüsü /kullanımı haritalama sistemi, seviye 1’de 5 adet ana sınıfa sahiptir; “Yapay bölgeler (1xx)”, “Tarımsal alanlar (2xx)”, “Orman ve yarı doğal alanlar (3xx)”, “Sulak alanlar (4xx)” ve “Su yapıları (5xx)”. Bu 5 ana sınıf, 3. seviyede 1:100000 ölçekte 44 sınıfa genişletilmiştir. (Koztra vd., 2014; EEA, 2007) (EK-1). 3. seviye ulusal arazi örtüsü/kullanımı sisteminin oluşturulabilmesi için, detaylı bir geometrik ve tematik analiz gerçekleştirilmiştir. Çeşitli ulusal organizasyonlarla yapılan görüşmeler neticesinde, 4. seviye CORINE sistemi oluşturan diğer Avrupa Birliği ülkelerinin

çalışmaları da incelenerek, ulusal arazi örtüsü veri tabanının ölçeğinin 1:25000, en küçük haritalama biriminin 1.56 ha, en küçük lineer obje genişliğinin 25 m olmasına karar verilmiştir. Ulusal ihtiyaçlar göz önüne alınarak seviye 3’ten 75 adet alt-sınıf ile yeni bir seviye olan 4. seviye oluşturulmuştur (EK-1). Yeni geliştirilen sistemde, yapay bölge sınıfları şehirleşme yoğunluğuna, tarımsal alanlar farklı ürün çeşitlerinin ekonomik önemine ve kullanılan uydu görüntüsü ile 1:25000 ölçekte ayırt edilebilirliğine ve orman sınıfları da ormanın kapalılığına göre ayrıntılandırılmıştır (Sertel vd., 2015a.). Bilgi üretmede bilgisayar destekli görsel yorumlama tekniklerinden faydalanılarak ekran üzerinde sayısallaştırma yapılmıştır. Görsel yorumlama teknikleri kullanılırken, arazi örtüsü/kullanımı tanımlarına tamamen hakim olmak ve tanımlanan sınıfları seçebilmek son derece önemlidir. Bu çalışmada, örüntü, doku, şekil, ton vb. görsel yorumlama anahtarları kullanılarak mekânsal, zamansal ve spektral yorumlama yapılmıştır (Koztra vd., 2014). SPOT 6/7 görüntülerine ek olarak, orman tiplerini belirlemek amacıyla meşçere haritaları, sulanan ve sulanmayan tarım alanlarını birbirinden ayırabilmek için sulama haritaları ve Google Earth yardımcı veri olarak kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Değerlendirme

Her çalışma alanı için, 1.56 ha EKHB ve 25 m minimum lineer genişlik kriterleri kullanılarak 1:25000 ölçekte arazi örtüsü/kullanımı haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan seviye 4 haritaları, aynı bölgelere ait CLC2012 seviye 3 haritaları ile karşılaştırılmıştır. (Sertel vd., 2015b).

Karşılaştırma sonucunda, CLC 2012’de bulunan bazı arazi örtüsü/kullanımı sınıflarının, CORINE metodolojisindeki 25 ha EKHB kıstasının çok fazla genelleştirmeye sebebiyet vermesi nedeniyle, sadece daha küçük minimum haritalama birimi kıstası uygulanarak bile ayrıntılandırılabilirdiği görülmüştür. Birçok seviye 3 sınıfı içerisinde, 1.56 EKHB ile farklı seviye 3 sınıfları ortaya çıkabilmektedir. Örneğin; 243 sınıfı 2xx ve 3xx sınıflarına bölünebilmektedir.

Üretilen haritalarının sonuçları aşağıda verilen tablolarda sunulmuştur;

- İlk sütunda bulunan “NLC Kod_S4” Ulusal Arazi Örtüsü (NLC) seviye 4 sınıf koduna,
- İkinci sütunda bulunan “NLC Alan_S4” bahsi geçen sınıfın alanına (hektar),
- Üçüncü sütunda bulunan “CLC2012 Kod_S3” CORINE Arazi Örtüsü/Kullanımı 2012 (CLC2012) seviye 3 sınıf koduna,
- Dördüncü sütunda bulunan “CLC2012 Area_L3 (ha)” bahsi geçen sınıfın CLC2012 haritasındaki alanına (hektar) karşılık gelmektedir.

3.1. Çalışma alanı 1 - Antalya

İlk çalışma alanı Kemer için üretilen haritanın sonuçları Tablo 2’de gösterilmiştir.

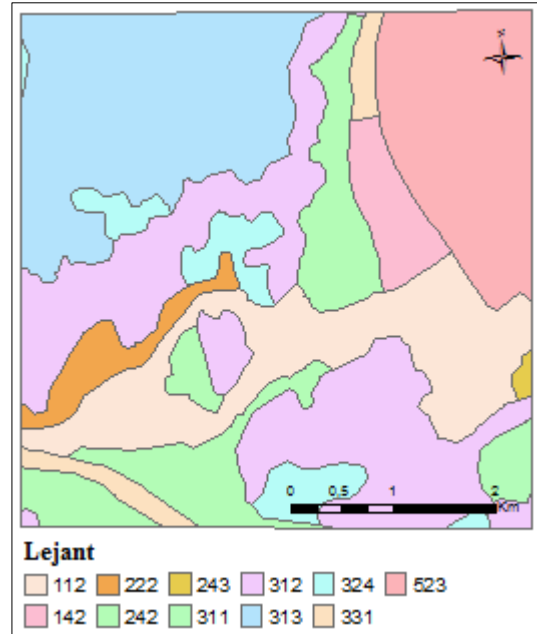
Tablo 2. Birinci çalışma alanı için CLC2012 ve NLC sonuçları.

NLC Kod_S4	NLC Alan_S4(ha)	CLC2012 Kod_S3	CLC2012 Alan_S3(ha)
1121	284.72	112	376.97
1211	19.28	-	-
1221	29.45	-	-
1231	7.8	-	-
1331	6.67	-	-
1411	1.58	-	-
1422	133.41	142	82.64
2222	208.58	222	69.98
2421	54.1	242	309.13
2431	45.7	243 (sınır)	6.47
3111	24.45	311	32.6
3112	51.73		
3121	497.7	312	603.53
3122	78.4		
3123	79.58		
3131	449.49	313	506.33
3132	26.67		
3133	3.3		
3211	17.31	-	-
3212	9.49	-	-
3244	78.01	324	123.67
3245	7.33		
3249	4.22		
3311	6.07	331	56.07
3312	7.36		
5112	26.36	-	-
5231	352.05	523	343.46
Toplam Alan	2511	Toplam Alan	2511

Toplamda, CLC2012’de bu alanda bulunan 22 poligona karşılık, NLC’de 91 adet poligon

üretilmiştir. Şekil 2’de bu çalışma alanının CLC2012 haritası sunulmuştur.

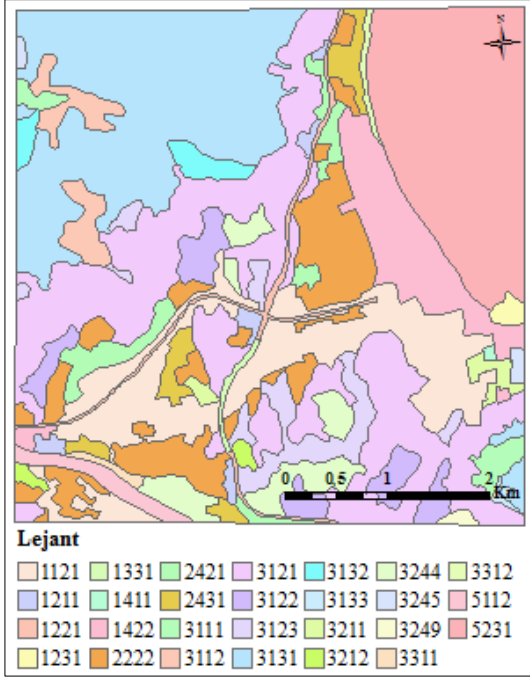
İlk çalışma alanına ait Ulusal arazi örtüsü/kullanımı haritasında; “Orman ve yarı doğal alanlar” sınıfının toplam alanın %54’ünü, “Tarımsal alanlar” sınıfının %12’sini, “Yapay bölgeler” sınıflarının %19’unu ve son olarak da “Su yapıları” sınıfının %15’ini kapladığı görülmüştür. NLC “Endüstriyel ve/veya ticari birimler (1211)” gibi CLC2012’de bulunmayan, “Karayolları ve ilgili alanlar (1221)” gibi yaklaşık 25 m genişliğe sahip olduğu için 100 m lineer genişlik şartına sahip CLC2012’de gösterilemeyen sınıfları da içermektedir. Bunların haricinde “Ticari ve askeri limanlar (1231)”, “İnşaat alanları (1331)”, “Yeşil şehir alanları (1411)”, “Ağaçsız ve çalısız doğal çayır ve meralar (3211)”, “Ağaçlı ve çalılı doğal çayır ve meralar (3212)” ve “Yapay su yolları (5112)” arazi örtüsü/kullanımı sınıfları da üretilmiştir.



Şekil 2. Birinci çalışma alanı için CLC2012 haritası.

Tablo 1’in analiz edilmesiyle, “Dinlenme alanları (1422)” ve “Diğer meyve bahçeleri (2222)” sınıflarının alanlarının arttığı, buna karşılık “Karışık tarım alanları (2421)” sınıfının alanının beklediği şekilde azaldığı görülmüştür. CLC2012’de bulunan “Doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan tarım alanları (243)” sınıfı tamamen homojen tarım sınıflarına ayrılarak bu bölgenin 243 poligonları NLC’de ortadan kaybolmuştur. NLC’de “Doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan tarım alanları (2431)”

sınıfı, yüksek çözünürlük ve küçük EKHB sayesinde belirlenerek yeni bir alanda oluşturulmuştur. Bu nedenle Şekil 3’de sunulan sonuçlarda, 243 gibi daha ayrıntılı bir haritada alanının düşmesi beklenen heterojen bir sınıfta artış görülmektedir.



Şekil 3. Birinci çalışma alanı için NLC haritası.

CLC2012’de bulunan “Orman ve yarı doğal alanlar” sınıfları; “Geniş yapraklı ormanlar (311)”, “İğne yapraklı ormanlar (312)”, “Karışık ormanlar (313)”, “Bitki değişim alanları (324)” ve “Karasal kum, kumsallar ve kumluklar (331)”, seviye 4’te sırasıyla şu sınıflara dönüşmüştür; “Geniş yapraklı ormanlar[kapalılık 71-100%] (3111)”, “Geniş yapraklı ormanlar[kapalılık 41-70%] (3112)” “İğne yapraklı ormanlar [kapalılık 71-100%] (3121)”, “İğne yapraklı ormanlar [kapalılık 41-70%] (3122)”, “İğne yapraklı ormanlar [kapalılık 30-40%] (3123)”, “Karışık ormanlar [kapalılık 71-100%] (3131)”, “Karışık ormanlar [kapalılık 41-70%] (3132)”, “Karışık ormanlar [kapalılık %30-40] (3133)”, “İğne yapraklı ormanlar [kapalılık 11-29%] (3244)”, “Karışık ormanlar [kapalılık 11-29%] (3245)”, “Diğer bitki değişim alanları (3249)”, “Karasal kum, kumsallar ve kumluklar (3311)” ve “Kıyasal kum, kumsallar ve kumluklar (3312)”.

Seviye 1 sınıflarının alanlarındaki farklılıklar Tablo 3’te sunulmuştur. Farklılığı analiz edebilmek için, 4. seviyede oluşturulan NLC sınıflarının alanları, sınıf

hiyerarşisindeki 1. seviye sınıfları oluşturulacak şekilde toplanmıştır.

Tablo 3. Birinci çalışma alanındaki CLC2012 ve NLC seviye 1 sınıflarının alanlarının karşılaştırılması.

Seviye 1 Sınıfları	NLC Alan (ha)	CLC2012 Alan (ha)	Fark (%)
Yapay bölgeler	482.91	459.61	0.92
Tarımsal alanlar	308.38	385.58	3.07
Orman ve yarı doğal alanlar	1341.11	1322.2	0.75
Su yapıları	378.41	343.46	1.39

3.2. Çalışma alanı 2 - İstanbul

İstanbul’daki çalışma alanında yapılan uygulamanın sonuçları Tablo 4’te gösterilmiştir.

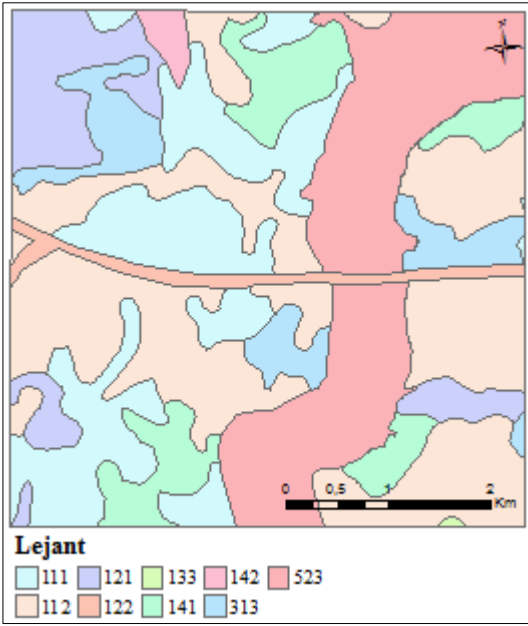
Tablo 4. İkinci çalışma alanı için CLC2012 ve NLC sonuçları.

NLC Kod_S4	NLC Alan_S4(ha)	CLC2012 Kod_S3	CLC2012 Alan_S3(ha)
1111	246.02	111	480.58
1121	749.44	112	798.58
1122	188.45		
1211	199.64	121	220.45
1221	64.29	122	63.23
1231	5.44	-	-
1331	15.16	133 (sınır)	2.01
1411	287.23	141	229.49
1421	21.21	142	22.83
1422	3.77		
3111	20.96	-	-
3121	18.59	-	-
3131	159.19	313	172.18
3132	3.31		
3242	3.9	-	-
5122	2.52	-	-
5231	544.13	523	543.94
Toplam Alan	2533	Toplam Alan	2533

Toplamda, CLC2012’de bulunan 33 poligona karşılık, NLC’de 147 poligon üretilmiştir. Şekil 4’te ikinci çalışma alanı için CLC2012 haritası gösterilmiştir.

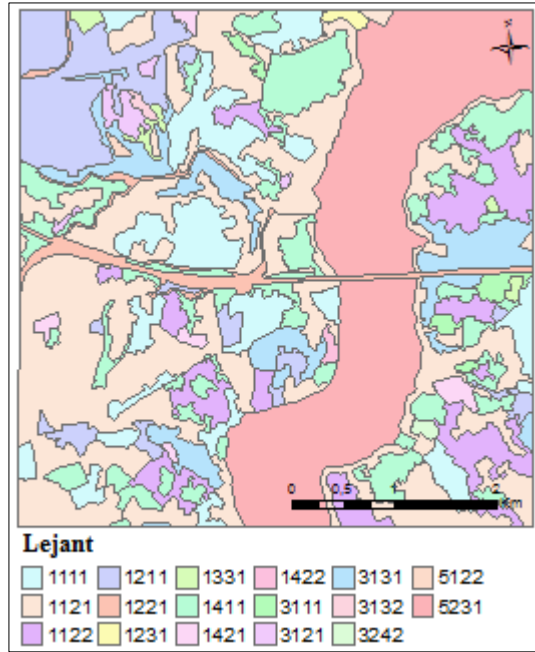
Bu bölgede, “Yapay bölgeler” sınıfları toplam alanın %70’ini kaplamaktadır. Bu sınıflar; “Sürekli şehir yapısı, 80-100% (1111)”, “Yüksek yoğunluklu süreksiz şehir yapısı, 50-80%, (1121)”, “Düşük yoğunluklu süreksiz şehir yapısı, 30-50%, (1122)”, “Endüstriyel ve/veya ticari birimler (1211)”, “Karayolları ve ilgili alanlar (1221)”, “Ticari ve askeri limanlar (1231)”. Ayrıca “Yeşil şehir alanları

(1411)", "Spor alanları (1421)" ve "Dinlenme alanları (1422)" sınıfları ve "Geniş yapraklı ormanlar [kapalılık 71-100%] (3111)", "İğne yapraklı ormanlar [kapalılık 71-100%] (3121)", "Karışık ormanlar [kapalılık %71-100] (3131)", "Karışık ormanlar [kapalılık 41-70%] (3132)", "Orman fidanlıkları (3242)", "Yapay su kütleleri (5122)", "Deniz ve okyanus (5231)" sınıfları oluşmuştur. Bunlara ek olarak, 2012 ve 2016 yılları arasında ortaya çıkan bir değişim tespit edilmiş ve "İnşaat alanları (1331)" sınıfında haritalandırılmıştır.



Şekil 4. İkinci çalışma alanı için CLC2012 haritası.

Sonuç olarak, 1231, 3111, 3121, 3242 ve 5122 gibi CLC'deki minimum 25 ha haritalama birimi kıstası sebebiyle gösterilemeyen arazi örtüsü/kullanımı sınıfları seviye 4 NLC'de ortaya çıkmıştır. CLC2012'de alanın %9.71'ini kaplayan 'Sürekli şehir yapısı' (1111) sınıfı, NLC'de alanın %18.97'sini kaplamaktadır. Şekil 5'te ikinci çalışma alanının ulusal arazi örtüsü/kullanımı haritası gösterilmiştir. İki alan arasındaki farklılıklar, CLC'deki küçük alanların genelleştirilmesi kuralları sebebiyle ortaya çıkmıştır.



Şekil 5. İkinci çalışma alanı için NLC haritası.

İkinci çalışma alanında tespit edilen seviye 1 sınıflarının alanlarındaki farklılıklar Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. İkinci çalışma alanındaki CLC2012 ve NLC seviye 1 sınıflarının alanlarının karşılaştırılması.

Seviye 1 Sınıfları	NLC Alan (ha)	CLC2012 Alan (ha)	Fark (%)
Yapay bölgeler	1780.65	1817.17	1.44
Orman ve yarı doğal alanlar	205.95	172.18	1.33
Su yapıları	546.65	543.94	0.11

3.3. Çalışma alanı 3 - Mersin

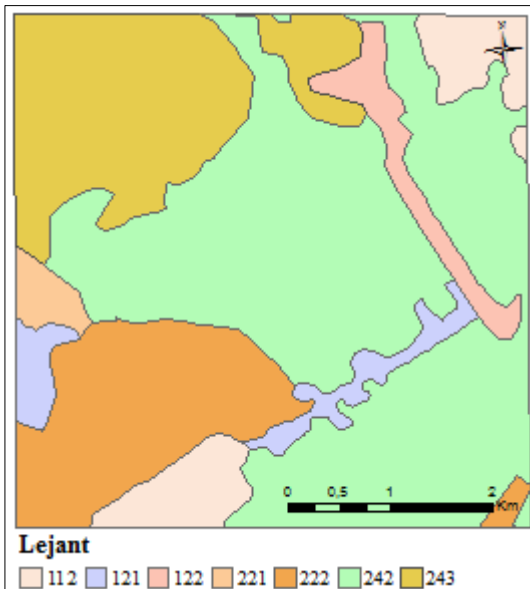
Mersinde bulunan çalışma alanının uygulama sonuçları Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Üçüncü çalışma alanı için CLC2012 ve NLC sonuçları.

NLC Kod_S4	NLC Alan_S4(ha)	CLC2012 Kod_S3	CLC2012 Alan_S3(ha)
1121	134.61	112	163.65
1122	43.68		
1211	109.34	121	101.17
1221	46.09	122	91.41
1331	18.37	-	-
1411	9.96	-	-
2111	91.18	-	-
2121	602.8	-	-
2122	13.51	-	-
2211	191.74	221	38.07
2222	742.01	222	366.77
2311	23.45	-	-

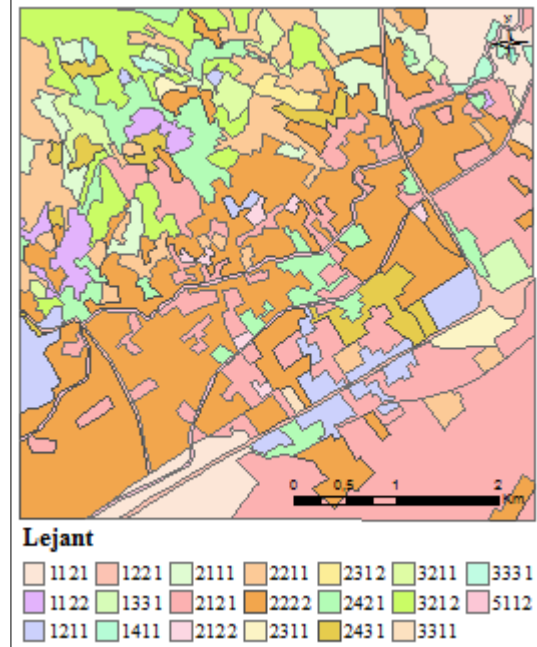
2312	10.62	-	-
2421	155.41	242	1280.98
2431	75.44	243	469.88
3211	39.95	-	-
3212	154.16	-	-
3311	2.75	-	-
3331	6.1	-	-
5112	40.69	-	-
Toplam Alan	2512	Toplam Alan	2512

Toplamda, Mersin-Tarsus alanına denk gelen CLC2012 haritasındaki 15 poligona karşılık, NLC’de 198 poligon üretilmiştir. Şekil 6’da bu çalışma alanının CLC2012 haritası gösterilmektedir. Şekil 7’de gösterilen NLC haritasında görüldüğü üzere; “Tarımsal alanlar” sınıfları çalışma alanının %76’sını kaplamaktadır. “Yapay bölgeler” yaklaşık %15, “Orman ve yarı doğal alanlar” yaklaşık %8 alana sahiptir. Fakat CLC2012 haritasında hiç “Orman ve yarı doğal alanlar” poligonu bulunmamaktadır; bu alanlar genelleştirme kuralları sebebiyle “Doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan tarım alanları (243)” sınıfı altında haritalandırılmıştır. Ayrıca, CLC2012’de “Karışık tarım alanları (242)” ve “Doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan tarım alanları (243)” sınıfları altında haritalanan küçük tarımsal poligonlar, NLC’de “Sulanmayan ekilebilir alanlar (2111)”, “Sürekli sulanan ekilebilir alanlar (2121)”, “Sürekli sulanan ekilebilir alanlardaki seralar (2122)”, “Üzüm bağları (2211)”, “Diğer meyve bahçeleri (2222)”, “Ağaçsız ve çalısız mera, çayır ve sürekli çimenlik alanlar (2311)”, “Ağaçlı ve çalısız mera, çayır ve sürekli çimenlik alanlar (2312)” sınıflarında ortaya çıkmıştır.



Şekil 6. Üçüncü çalışma alanı için CLC2012 haritası.

Bunlara ek olarak, “Ağaçsız ve çalısız doğal çayır ve meralar (3211)”, “Ağaçlı ve çalılı doğal çayır ve meralar (3212)”, “Karasal kum, kumsallar ve kumluklar (3311)”, “Seyrek bitki alanları (kapalılık < 5%)” ve “Yapay su yolları (5112)” sınıfları yüksek çözünürlük sayesinde tespit edilerek haritalandırılmıştır.



Şekil 7. Üçüncü çalışma alanı için NLC haritası.

Mersin – Tarsus çalışma alanında tespit edilen diğer arazi örtüsü/kullanımı sınıfları; “Yüksek yoğunluklu süreksiz şehir yapısı (1121)”, “Düşük yoğunluklu süreksiz şehir yapısı (1122)”, “Endüstriyel ve/veya ticari birimler (1211)”, “Karayolları ve ilgili alanlar (1221)”, “İnşaat alanları (1331)”, “Yeşil şehir alanları (1411)”, “Karışık tarım alanları (2421)” ve “Doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan tarım alanları (2431)” şeklindedir.

Bu çalışma alanında tespit edilen seviye 1 sınıflarının alanlarındaki farklılıklar Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7. Üçüncü çalışma alanındaki CLC2012 ve NLC seviye 1 sınıflarının alanlarının karşılaştırılması.

Seviye 1 Sınıfları	NLC Alan (ha)	CLC2012 Alan (ha)	Fark (%)
Yapay bölgeler	362.05	356.23	0.23
Tarımsal alanlar	1906.16	2155.7	9.93
Orman ve yarı doğal alanlar	202.96	-	8.07
Su yapıları	40.69	-	1.61

4. Sonuç

Bu çalışmada, 1:100000 ölçekli, 20 metre mekânsal çözünürlüklü uydu verilerinden üretilen CORINE seviye 3 haritaları ile seviye 3 sınıflarının ulusal ihtiyaçlara göre genişletilmesiyle elde edilen 1:25000 ölçekli 1.5 metre mekânsal çözünürlüklü uydu verilerinden elde edilen 4. seviye Ulusal arazi örtüsü/kullanımı haritaları, farklı karakteristiklere, arazi örtüsü/kullanımı sınıflarına sahip 3 ayrı çalışma alanı için üretilerek karşılaştırılmıştır. Yeni yaklaşım ile geometrik ve tematik anlamda daha detaylı haritaların oluşturulması amaçlanmıştır.

İlk çalışma alanı için, “Yapay bölgeler” sınıfına ait 5 yeni arazi örtüsü/kullanımı sınıfı, “Orman ve yarı doğal alanlar ” sınıfına ait 15 yeni arazi örtüsü/kullanımı sınıfı ortaya çıkmıştır. Ortaya çıkan 15 “Orman ve yarı doğal alanlar ” arazi örtüsü/kullanımı sınıfından 12 tanesi detaylandırılmış seviye 4 sınıfı, 3 tanesi de CLC2012’de genelleştirme kuralları sebebiyle haritalandırılmayan seviye 3 sınıfını temsil etmektedir. CLC2012’de 331 sınıfına ait olan bir poligonun, 2012-2016 yılları arasında değişim geçirdiği tespit edilerek “Yapay su yolları” sınıfına dönüştüğü görülmüştür. İkinci çalışma alanı çoğunlukla “Yapay bölgeler” sınıflarından oluşmaktadır (toplam alanın %70’i). 17 adet yeni seviye 4 sınıfı tespit edilmiştir. Ayrıca, bir değişim poligonu tespit edilerek “İnşaat alanları” sınıfında haritalandırılmıştır. Yoğun olarak tarımsal alanlara sahip üçüncü çalışma alanı, CLC2012 seviye 3’teki 7 arazi örtüsü/kullanımı sınıfına karşılık NLC’de 20 adet seviye 4 arazi örtüsü/kullanımı sınıfıyla haritalandırılmıştır. Buna ek olarak, 5 yeni tarımsal alan tespit edilmiş ve “Üzüm bağları” ve “Diğer meyve bahçeleri” sınıflarının alanı artmıştır. “Karışık tarımsal alanları” sınıfının alanı beklendiği şekilde azalmıştır.

Sonuç olarak, dördüncü seviye ulusal arazi örtüsü/kullanımı yaklaşımı ile heterojen arazi örtüsü/kullanımı sınıfları içerisinde “saf” arazi örtüsü/kullanımı sınıflarının ayrıştırılması yüksek ölçüde sağlanmıştır. Yeni önerilen sınıflandırma sistemi; yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri,

geometrik ve tematik kriterlerdeki iyileştirmeler, çeşitli kurum ve kuruluşların farklı uygulamalardaki ihtiyaçlarına cevap vermek için daha uygun bir sistemdir.

Teşekkür

Ulusal Arazi Örtüsü projesini destekleyen Kalkınma Bakanlığı’ na, projede işbirliği içerisinde olduğumuz Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Bilgi İşlem Daire Başkanlığı’ na ve uydu verilerini sağlayan İTÜ-UHUZAM’ a teşekkür ederiz. Ayrıca, proje sırasında düzenlenen çalışmaya katılan tüm kurum ve kuruluşlara teşekkür ederiz.

5. Kaynaklar

- Büttner, G., Kosztra, B., 2012. CLC2012 Addendum to CLC2006 Technical Guidelines.
- EEA, 2007. CLC2006 Technical Guidelines. EEA Technical Report No17/2007.
- Giri, C. P. (Ed.), 2012. Remote sensing of land use and land cover: principles and applications. CRC Press.
- Gregorio, A. D., Jansen, L. J. M., 2005. Land Cover Classification System: Classification Concepts and User Manual. FAO Environment and Natural Resources Services Series, No.8, Rome, Italy.
- Homer, C.H., Fry, J.A., and Barnes C.A., 2012, The National Land Cover Database, U.S. Geological Survey Fact Sheet 2012-3020, 4 p.
- Kosztra, B., Arnold, S., 2014. CORINE land cover nomenclature illustrated guide: Deliverable “Proposal for enhancement of CLC nomenclature guidelines”.
- Sertel, E., Vd., 2015a. Ulusal Arazi Örtüsü/Kullanımı Sınıflandırma Sistemi Geliştirme Çalıştay Sonuç Raporu.
- Sertel, E., Vd., 2015b. Ulusal Arazi Örtüsü Veritabanı (2012).
- Woodcock, C. E., & Ozdogan, M., 2012. Trends in land cover mapping and monitoring. In Land Change Science (pp. 367-377) Springer Netherlands.

Ek-1

3. Seviye Sınıflar	4. Seviye Sınıflar
111 - Sürekli şehir yapısı	1111 - Sürekli şehir yapısı
112 - Kesikli şehir yapısı	1121 - Yüksek yoğunluklu süreksiz şehir yapısı 1122 - Düşük yoğunluklu süreksiz şehir yapısı
121 - Endüstriyel ve ticari birimler	1211 - Endüstriyel ve/veya ticari birimler
122 - Karayolları, demiryolları ve ilgili alanlar	1221 - Karayolları ve ilgili alanlar 1222 - Demiryolları ve ilgili alanlar
123 - Limanlar	1231 - Ticari ve askeri limanlar 1232 - Tersaneler 1233 - Balıkçı limanları 1234 - Diğer liman alanları
124 - Havaalanları	1241 - Havaalanları
131 - Maden çıkartım sahaları	1311 - Maden çıkartım sahaları
132 - Boşaltım alanları	1321 - Boşaltım alanları
133 - İnşaat alanları	1331 - İnşaat alanları
141 - Yeşil şehir alanları	1411 - Yeşil şehir alanları
142 - Spor ve eğlence alanları	1421 - Spor alanları 1422 - Dinlenme alanları
211 - Sulanmayan ekilebilir alanlar	2111 - Sulanmayan ekilebilir alanlar 2112 - Sulanmayan ekilebilir alanlarındaki seralar 2113 - Meyve ağacı ve meyve çalılığı fidanlıkları
212 - Sürekli sulanan alanlar	2121 - Sürekli sulanan alanlar 2122 - Sürekli sulanan alanlardaki seralar
213 - Pirinç tarlaları	2131 - Pirinç tarlaları
221 - Üzüm bağları	2211 - Üzüm bağları
222 - Meyve bahçeleri	2221 - Çay bahçeleri 2222 - Diğer meyve bahçeleri
223 - Zeytinlikler	2231 - Zeytinlikler
231 - Mera alanları	2311 - Ağaçsız ve çalısız mera, çayır ve sürekli çimenlik alanlar 2312 - Ağaçlı ve çalılı mera, çayır ve sürekli çimenlik alanlar
241 - Sürekli ürünlerle birlikte bulunan senelik ürünler	2411 - Sürekli ürünlerle birlikte bulunan senelik ürünler
242 - Karışık tarım alanları	2421 - Karışık tarım alanları
243 - Doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan tarım alanları	2431 - Doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan tarım alanları
244 - Ormanla karışık tarım alanları	2441 - Ormanla karışık tarım alanları
311 - Geniş yapraklı ormanlar	3111 - Geniş yapraklı ormanlar (kapalılık %71-100) 3112 - Geniş yapraklı ormanlar

	(kapalılık %41-70) 3113 - Geniş yapraklı ormanlar (kapalılık %30-40)
312 - İğne yapraklı ormanlar	3121 - İğne yapraklı ormanlar (kapalılık %71-100) 3122 - İğne yapraklı ormanlar (kapalılık %41-70) 3123 - İğne yapraklı ormanlar (kapalılık %30-40)
313 - Karışık ormanlar	3131 - Karışık ormanlar (kapalılık %71-100) 3132 - Karışık ormanlar (kapalılık %41-70) 3133 - Karışık ormanlar (kapalılık %30-40)
321 - Doğal çayırliklar	3211 - Ağaçsız ve çalısız doğal çayır ve meralar 3212 - Ağaçlı ve çalılı doğal çayır ve meralar
322 - Fundalıklar	3221 - Fundalıklar
323 - Sklerofil bitki örtüsü	3231 - Sklerofil bitki örtüsü (kapalılık \geq %41) 3232 - Sklerofil bitki örtüsü (kapalılık $<$ %40)
324 - Bitki değişim alanları	3241 - Kesilmiş alanlar 3242 - Orman fidanlıkları 3243 - Geniş yapraklı ormanlar (kapalılık %11-29) 3244 - İğne yapraklı ormanlar (kapalılık 11-29%) 3245 - Karışık ormanlar (kapalılık %11-29) 3246 - Genç ağaçlandırma sahaları 3247 - Zarara uğramış ormanlar 3248 - Yangın yolları 3249 - Diğer bitki değişim alanları
331 - Sahiller, kumsallar ve kumluklar	3311 - Karasal kum, kumsallar ve kumluklar 3312 - Kıyısız kum, kumsallar ve kumluklar
332 - Çıplak kayalıklar	3321 - Çıplak kayalıklar
333 - Seyrek bitki alanları	3331 - Seyrek bitki alanları (kapalılık $<$ %5) 3332 - Bozuk ormanlar (kapalılık %5-10)
334 - Yanmış alanlar	3341 - Yanmış alanlar
335 - Buzul ve kalıcı kar	3351 - Buzul ve kalıcı kar
411 - Karasal bataklıklar	4111 - Karasal bataklıklar
412 - Turbalıklar	4121 - Turbalıklar
421 - Tuz bataklıkları	4211 - Tuz bataklıkları
422 - Tuzlalar	4221 - Tuzlalar
423 - Gelgit olayı ile oluşan düzlükler	4231 - Gelgit olayı ile oluşan düzlükler
511 - Su yolları	5111 - Doğal su yolları 5112 - Yapay su yolları
512 - Su kütleleri	5121 - Doğal su kütleleri 5122 - Yapay su kütleleri
521 - Kıyı lagünleri	5211 - Kıyı lagünleri
522 - Nehir ağzları, deltalar	5222 - Nehir ağzları, deltalar
523 - Deniz ve okyanus	5231 - Deniz ve okyanus