

ULUSAL ARAZİ ÖRTÜSÜ SINIFLANDIRMA VE İZLEME SİSTEMİ (UASİS)

İLK BULGULAR

Murat ARSLAN¹, Mesut YILMAZ², Ahmet DURHAN³, Reyhan ÇAKIR⁴, İsra AKYAZI⁵,

Ahmet DOĞAN⁶, Şevket CAN⁷

¹Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, arslan.murat@csb.gov.tr

²Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, mesutyilmaz@csb.gov.tr

³Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, ahmet.durhan@csb.gov.tr

⁴Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, reyhan.cakir@csb.gov.tr

⁵Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, isra.akyazi@csb.gov.tr

⁶Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, ahmetdogan@csb.gov.tr

⁷Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, sevkett.can@csb.gov.tr

ÖZET

Ülkemizde, birçok kurum ve kuruluş tarafından projeler geliştirilmektedir. Bu projelerde kullanılan arazi örtüsü/ kullanımı altlık verileri, arazinin yorumlanabilmesi, modelleme çalışmaları ile izleme ve değerlendirme analizlerinde büyük önem arz etmektedir. Ulusal Arazi Örtüsü Sınıflandırma ve İzleme Sistemi (UASİS) ile tüm paydaşların ihtiyaçları doğrultusunda belirlenmiş arazi örtüsü/kullanımı sınıflarının yapay zekâ ve makine öğrenmesi teknolojileri kullanarak yarı otomatik olarak Türkiye için üretilmesi ve izlenmesi amaçlanmaktadır.

UASİS projesi kapsamında Türkiye için yapay yüzeyler, tarım, orman ve yarı doğal alanlar, sulak alanlar, su yolları ve kütleleri olarak 5 ana sınıf ve 56 alt sınıf belirlenmiştir. Uydu görüntülerinden ve yardımcı verilerden yapay zeka tabanlı yaklaşımlar ile arazi örtüsü sınıflandırıcı modeller oluşturulmaktadır. Yukarı Sakarya Havzası, Büyük Menderes Havzası ve Doğu Karadeniz Havzalarında pilot çalışma yapılmıştır. 56 UASİS sınıfının 19 tanesi otomatik olarak bulunabilmektedir. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü ve Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi (TÜBİTAK BİLGEM) işbirliği ile yürütülen UASİS projesinin ilk bulgularına göre; 5 ana sınıfta doğruluk oranı %71 ile %95 arasında, otomatik olarak üretilen alt sınıfların doğruluk oranları ise %84 ile %98 arasındadır.

Anahtar Sözcükler: arazi örtüsü, arazi kullanımı, makine öğrenmesi, sınıflandırma, yapay zeka

ABSTRACT

LAND USE CLASSIFICATION AND MONITORING SYSTEM - PRELIMINARY FINDINGS

There are various projects are being developed by public institutions and organizations in Türkiye. Land use/ land cover maps are essential to interpret the terrain, modeling, monitoring, and evaluation of terrain in these projects. The aim of the Land Use Classification and Monitoring System (UASIS) is to semi automatically map predefined land use classes by applying artificial intelligence and machine learning at the national scale.

In the scope of UASIS, five main land use classes (artificial surfaces, agriculture, forest and semi-natural areas, wetlands, waterways, and waterbodies) and 56 sub-class are defined for Türkiye after discussing with more than 19 stakeholders. Land Use classification models are built by using Sentinel 2 images and supplementary data collected from several public institutions. Upper Sakarya Basin, Menderes Basin, and West Black Sea Basin were chosen as the pilot areas of UASIS. Preliminary findings of the UASIS Project, which is being conducted by General Directorate of Combating Desertification and Erosion with the cooperation of the Scientific and Technological Research Council of Türkiye Informatics and Information Security Research Center shows that semi-automatic classification of 19 out of 56 classes is possible by UASIS. Classification accuracy of main classes and subclasses ranges from 71% to 95% and from 84% to 98% respectively.

Keywords: land use, land cover, machine learning, classification, artificial intelligence

1. GİRİŞ

Arazi örtüsü/kullanımı verisi planlama, sürdürülebilirlik, çevre yönetimi gibi konularda ve politika belirlenmesinde stratejik bir önem arz etmektedir. Ülkemizde, birçok kurum ve kuruluşlar tarafından ülke kalkınmasında önemli rol oynayan çeşitli projeler üretilmektedir. Bu projelerde kullanılan arazi örtüsü altlık verileri, arazi yorumlanmasında, izleme ve değerlendirme çalışmalarında ve doğal kaynakların yönetiminde önemli bir rol oynamaktadır. Avrupa Çevre Ajansı

tarafından Türkiye'nin de dahil olduğu 39 ülkeyi kapsayan bir proje olarak yürütülen CORINE Land Cover (CLC); 44 arazi örtüsü sınıflı standart bir veritabanı olarak sunulmakta olup; arazi izleme, doğal kaynak yönetimi gibi konularda altlık olarak kullanılmaktadır (URL_1). Ülkemiz CLC haritaları T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 6 yılda bir oluşturularak Avrupa arazi örtüsü haritalarına eklenmektedir (URL_2).

Ülkemizde gerçekleşen projelerde arazi örtüsü verisine ihtiyaç duyulduğunda, ülkemize has arazi örtüsü sınıflarının ulusal ölçekte üretildiği bir sistemin eksikliği görülmektedir. UASİS ile ülkemize özgü arazi örtüsü sınıflarının yapay zeka ve makine öğrenmesi teknolojilerini kullanarak yarı otomatik olarak üretecek ve izleme ihtiyaçlarını karşılayacak açık kaynak kodlu milli bir sistemin kurulması amaçlanmıştır. Proje Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü ve Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi (TÜBİTAK BİLGEM) işbirliği ile yürütülmektedir. UASİS; haritalama alanı, yöntemi ve güncelleme periyodu gibi birtakım özellikleri ile CLC'den farklı olacak şekilde planlanmıştır. UASİS ve CLC karşılaştırması **Çizelge 1**'de özetlenmiştir.

Çizelge 1. UASİS ve CLC karşılaştırılması

	UASİS	CLC
Haritalanacak En Küçük Alan	1 ha	25 ha
Değişim Belirlenecek En Küçük Alan	1 ha	5 ha
En Küçük Haritalama Genişliği	50 m	100 m
Yöntem	Yarı Otomatik	El Yordamı
Doğrulama	Uzaktan Algılama, Aktif Öğrenme	Uzaktan Algılama
Güncelleme Periyodu	Uzun Vadeli (Senelik), Kısa Vadeli İzleme (Aylık veya Üstü)	6 Yıl

Arazi örtüsü/ kullanımı haritasının yanı sıra, arazi örtüsü değişim haritası, orman kapalılık haritası ve geçirimsizlik haritası da UASİS projesi çıktıları olarak hedeflenmiştir. UASİS hedeflenen çıktıları gereğince ülkemiz için gerçekleştirilen arazi kullanımı, arazi kullanımı değişikliği ve ormancılık tabanlı projelerde altlık olarak kullanılması öngörülmektedir. Ulusal CLC haritasının da daha az efor ve maliyetle üretilmesine hizmet edecektir. Bunun yanı sıra Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından oluşturulan ATLAS verisinin güncellenmesinde de kullanılabilecektir. UASİS arazi örtüsü/kullanımı haritası belirli aralıklarla güncelleneceğinden kurumlar tarafından arazi değişikliğinin izlenmesine yardımcı olacaktır.

2. ÇALIŞMA ALANI

UASİS projesi ulusal ölçekli planlanmış olup Yukarı Sakarya Havzası, Büyük Menderes Havzası ve Doğu Karadeniz Havzası pilot bölgeler olarak belirlenmiştir. Şu ana kadarki çalışmalar analizlerde gerekli olan verilerin yeterli olduğu alanlarda gerçekleşmiştir.

3. METODOLOJİ

3.1 Proje Fizibilite Çalışması

UASİS fizibilite çalışması 2017-2018 yıllarında gerçekleştirilmiş olup, arazi örtüsü verisi üreten/ihtiyaç duyan 19 paydaş kurum belirlenmiştir. **Çizelge 2**'de listelenen bu paydaş kurumlar ile ihtiyaçlar üzerine toplantılar gerçekleştirilmiştir. Ülkemiz için örnek teşkil edebilecek 7 ülke (Avusturya, Finlandiya, İrlanda, İngiltere, Hollanda, İspanya, Almanya) belirlenmiş ve bu ülkelerin arazi örtüsü/ kullanımı sınıflandırma projeleri incelenmiştir.

Çizelge 2. UASİS paydaş kurumları

Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü
Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı
Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü
Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü
Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
Harita Genel Müdürlüğü
Karayolları Genel Müdürlüğü
Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü

Milli Emlak Genel Müdürlüğü
Meteoroloji Genel Müdürlüğü
Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü
Mekânsal Planlama Genel Müdürlüğü
Orman Genel Müdürlüğü
Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü
Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü
Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
Yatırım ve İşletmeler Genel Müdürlüğü

3.2 Ulusal Arazi Örtüsü/ Kullanımı Sınıflarının Belirlenmesi

2018 yılında paydaş kurumların katıldığı Odak Grup Çalıştayı düzenlenmiş ve arazi örtüsü/kullanımı sınıflarının son hali verilmiştir. Gerçekleşen Odak Grup Çalıştayı sonucunda Türkiye için 5 ana sınıf ve 56 alt sınıf olacak şekilde arazi örtüsü/kullanımı sınıfları belirlenmiştir. Söz konusu sınıflar **Çizelge 3**'te gösterilmektedir.

Çizelge 3. UASİS arazi örtüsü/ kullanımı sınıfları

Ana Sınıflar	Alt Sınıflar
Yapay Yüzeyler	<i>Yerleşim Yerleri, Sanayi Ve Ticari Alanlar, Maden Çıkarma Alanları, Turizm Alanları, Enerji Tesisleri, Arıtma Tesisleri, Kamu Alanları, Karayolları ve İlgili Alanlar, Demiryolları ve İlgili Alanlar, Limanlar, Havaalanları, Boşaltım Sahaları, İnşaat Alanları, Kentsel Yeşil Alanlar, Spor ve Dinlenme Alanları</i>
Tarım	<i>Tahullar, Baklagiller, Yem Bitkileri, Endüstri Bitkileri, Nadas, Çeltik, Sebze, Sera, Bağlar, Çay, Antep Fıstığı, Fındık, Zeytin, Turuncgiller, Diğer Meyve Ağaçları, Meralar</i>
Orman Yarı Doğal Alanlar	<i>Geniş Yapraklı Ormanlar, İğne Yapraklı Ormanlar, Karışık Ormanlar, Ot Ve Çayır Vegetasyonu, Makilikler ve Diğer Çalılıklar, Gençleştirme, Ağaçlandırma ve Rehabilitasyon, Karasal Kumul, Kumsal ve Kıyı Kumulları, Çıplak Kayalıklar, Tuz İçeriği Yüksek Çıplak Topraklar, Seyrek Bitkili ve Bozkır Alanlar, Yanmış Alanlar, Buzul ve Kalıcı Kar</i>
Sulak Alanlar	<i>Sazlık İçermeyen Karasal Bataklıklar, Tuz Bataklıkları, Tuzlalar, Sazlıklar, Turbalıklar</i>
Su Yolları ve Kütleleri	<i>Doğal Su Yolları, Yapay Su Yolları, Doğal Su Kütleleri, Yapay Su Kütleleri, Kıyı Lagünleri, Nehir Ağzıları, Deniz ve Okyanus</i>

3.3 Veri Setleri

Paydaş kurumlardan alınan veri setleri, yersel gerçeklik verisi, kullanıcı verilerinin yanı sıra bulut oranı az olan tarihlerden mozaiklenen Sentinel-2A/B uydu görüntüleri UASİS projesinde kullanılmaktadır. Ayrıca Copernicus High Resolution Layer (HRL) Tree Cover Density (TCD) ve Copernicus HRL Imperviousness Density (IMD) veri setleri kullanılmaktadır. Belirlenen arazi arazi örtüsü/ kullanımı sınıflarının tamamının direkt olarak uzaktan algılama ile tespiti sınıflandırma doğruluğunun düşük olması ile sonuçlanmaktadır. Bu sebeple bazı sınıflar için yardımcı veri kaynakları kullanımına karar verilmiştir.

Kullanılan verilerin bir kısmı yapay zeka sınıflandırma algoritmalarına dahil edilirken, bir kısım veriler ise yardımcı veri olarak direkt sınıflandırmada kullanılmaktadır. Yardımcı veri kaynakları, verinin temin edildiği ilgili bakanlıklar ve projede kullanım yöntemleri **Çizelge 4**'te gösterilmektedir.

Çizelge 4. UASİS'de kullanılan yardımcı veri setleri

Veri Kaynağı	Yöntem	İlgili Bakanlık
ATLAS Verisi	Sınıflandırma/ Yardımcı veri	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı

Arıtma Tesisleri	Yardımcı Veri	
İnşaat Alanları		
LPIS Fiziksel Bloklar	Sınıflandırma/ Yardımcı veri	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
Çiftçi Kayıt Sistemi(ÇKS) Verileri		
Orman Meşcere Verisi	Sınıflandırma/ Yardımcı veri	Orman Genel Müdürlüğü
Gençleştirme, Ağaçlandırma ve Rehabilitasyon Alanları		
Yanmış Alanlar		
Maden ve Boşaltım Alanları (MAPEG)	Yardımcı Veri	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
Enerji Tesisleri		
Su ve Sulak Alanlar Verisi	Sınıflandırma/ Yardımcı veri	Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü
Mera Verisi	Yardımcı Veri	Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü
Sulanan Alan Verisi	Yardımcı Veri	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
Turizm Alanları	Yardımcı Veri	Kültür ve Turizm Bakanlığı
Demir ve Karayolları	Yardımcı Veri	Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı
Atık Göller Ocak Alanları Döküm Alanları Fabrika	Yardımcı Veri	Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü
İşletme Ruhsatları Yapı Hammaddesi İzin Alanları	Yardımcı Veri	Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü
Atık Su Arıtma İçme Arıtma Tesisleri	Yardımcı Veri	Devlet Su İşleri
Altyapı İçme Suyu Arıtma	Yardımcı Veri	İller Bankası
Bina Demiryolu Hattı Demiryolu İstasyon Alanı	Yardımcı Veri	Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları

3.4 Arazi Örtüsü/ Kullanımı Sınıflandırılması

UASİS projesinde veriler iki şekilde kullanılmaktadır: doğrudan kullanım veya modellerde kullanım. Modellerde yapay zeka tabanlı yaklaşımlar kullanılarak arazi örtüsü sınıflandırması otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Uydu görüntüleri sınıflandırma algoritmaları tarafından girdi olarak kullanılmakta ve makine öğrenmesi ile sınıflandırılmaktadırlar. Kurulan sistemde hiyerarşik bir yapı söz konusudur. Bu yapıya göre; her bir grid girdisi için U-net yapısı kullanılarak arazi ana sınıflarının sınıflandırılması gerçekleştirilmektedir. Sonrasında 3B-DESA kullanılarak alt sınıflar bazında sınıflandırma gerçekleştirilmektedir.

Çizelge 3'te gösterilen 56 Ulusal Arazi Örtüsü sınıfından 19 tanesi (italik gösterimli) bahsi geçen yapay zeka tabanlı yaklaşımlar ile otomatik olarak tespit edilebilmektedir. Geri kalan sınıflar **Çizelge 4**'te gösterilen kamu kurumlarından temin edilen yardımcı verilerden doğrudan oluşturulmaktadır.

Sınıflandırma modeli oluşturma ve oluşturulan modelin başarımının ölçülmesinde kullanılan verinin %80'i eğitim, %10'u doğrulama ve %10'u test verisi olacak şekilde kullanılmıştır. Sınıflandırıcı modelin oluşturulmasında eğitim veri seti, modelin performansını değerlendirmede doğrulama veri seti kullanılmıştır.

3.5 Orman Kapallığı ve Yerleşim Alanları Geçirimsizliği, CLC Dönüşüm Haritası, Değişim İzleme

Orman kapalılık ve yerleşim alanları geçirimsizliği hesaplanmasında sırası ile Copernicus HRL TCD 2018 verisi, ve Copernicus HRL IMD 2018 haritaları verileri kullanılmıştır. Orman kapalılık hesaplanmasında HRL-TCD verisinde 1-10 arası kapalılığa sahip etiketler az olduğu için Orman Meşcere Verisinin orman toprağı (OT) etiketli alanları için ortalama kapalılık 5 atanarak etiketler oluşturulmuştur. Bu etiketler sadece aynı nokta için HRL-TCD verisinde *nodata* ise gerçekleştirilmiştir, diğer noktalarda HRL-TCD verisi korunmuştur.

UASİS projesi kapsamında; üretilen sınıflardan CLC verisinin üretilmesi proje kapsamında hedeflenmiştir. UASİS sınıflarından CLC dönüşümü için Sakarya Havzası'nda Sentinel-2 gridlerinden bir grid seçilmiş ve o bölge için çalışılmıştır. UASİS arazi sınıfları CLC sınıflarına birebir eşleme yapılarak 1 hektarlık CLC dönüşümünün büyük bir kısmı yapılmıştır. Geri kalan kısım ise operatörler aracılığı ile manuel olarak gerçekleştirilecektir. Arazi örtüsü/kullanımı değişim izleme için yine Sentinel-2 gridinde çalışılmış olup 2019-2020 yılları için değişim haritalandırılmıştır. Bu değişim haritalaması 5 ana sınıf ve 56 alt sınıf için üretilebilmektedir.

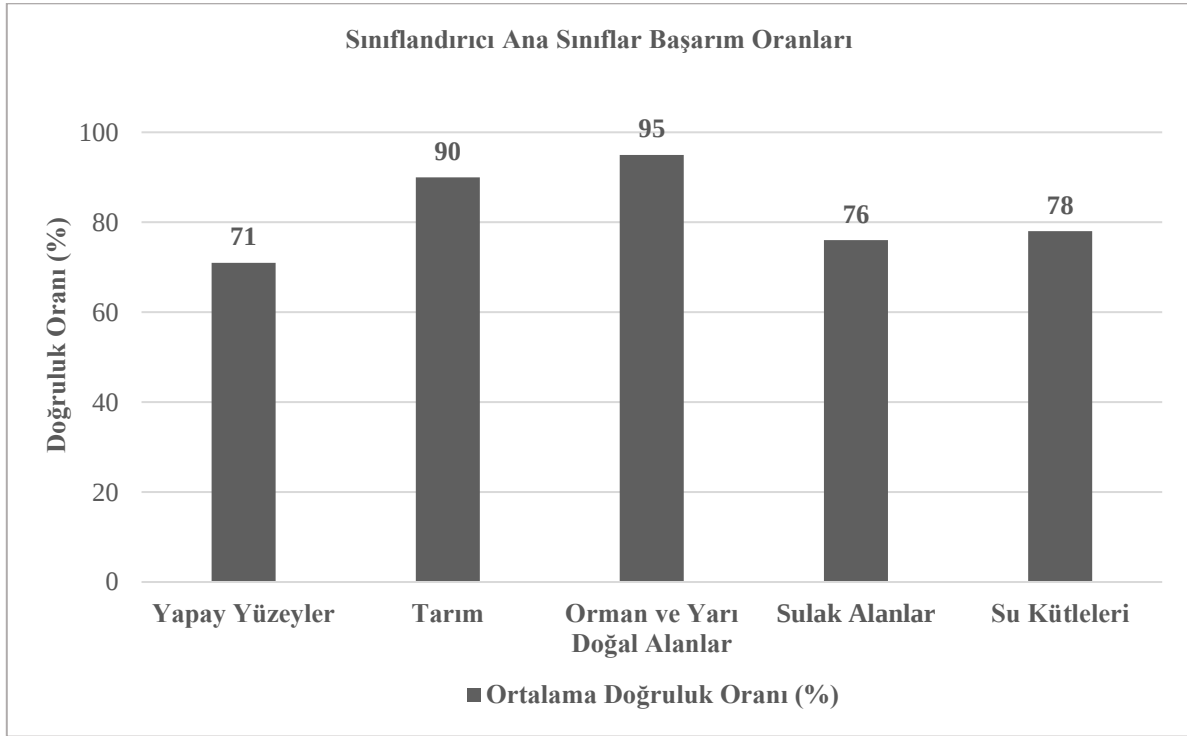
4. PİLOT BÖLGELERDE UASİS SINIFLANDIRMA ÇALIŞMALARI

Sakarya Havzasından dört Sentinel-2 gridi ile Büyük Menderes ve Doğu Karadeniz Havzalarından birer Sentinel-2 gridi seçilerek arazi örtüsü/kullanımı analiz çalışmaları pilot bölgeler için yapılmıştır.

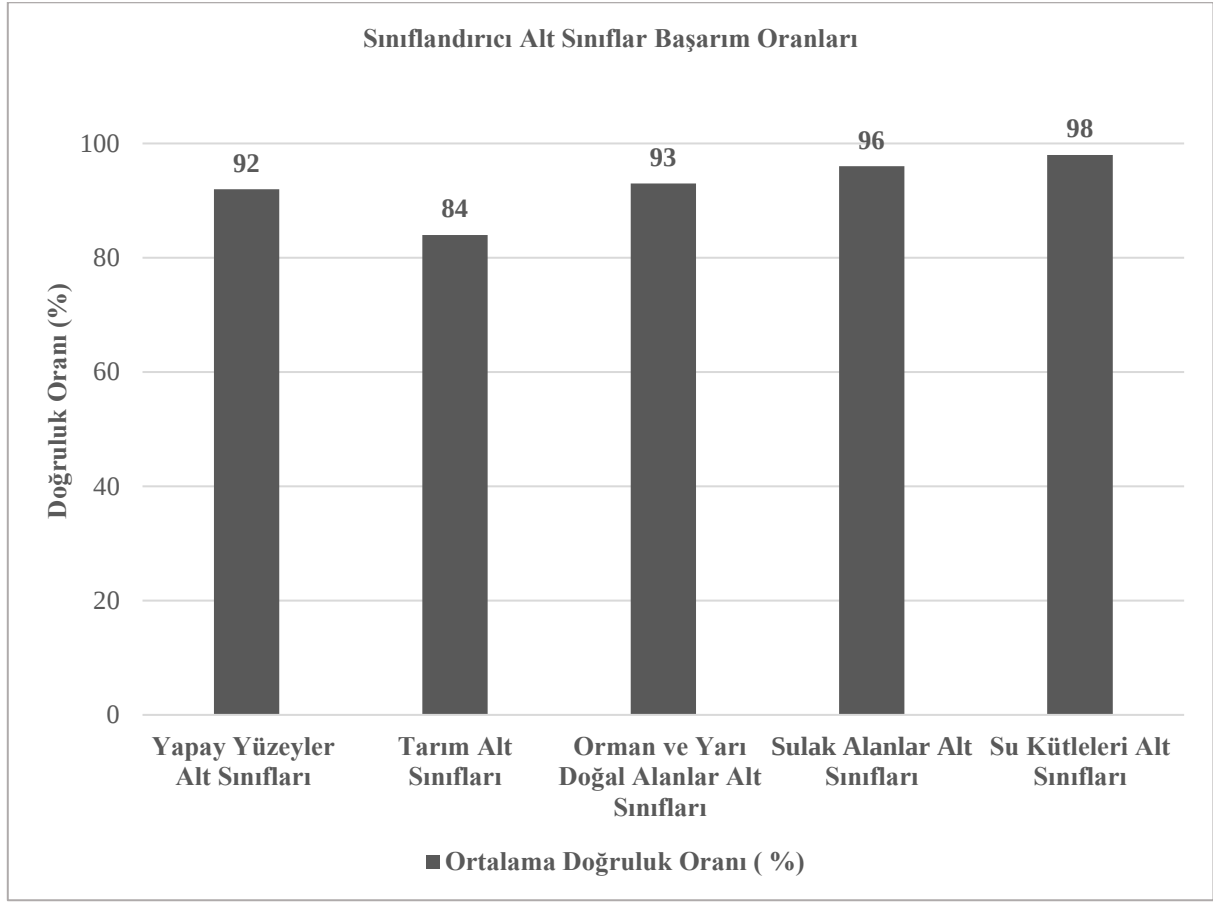
İlk çalışmalar sonucunda sınıflandırma doğruluk oranları ana sınıflar için %71-%95 bandında değişirken, alt sınıflar için bu aralık %84-%98'dir. UASİS ana ve alt sınıflarındaki sınıflandırma doğruluk oranları sırasıyla **Çizelge 5** ve **Çizelge 6**'da gösterilmektedir.

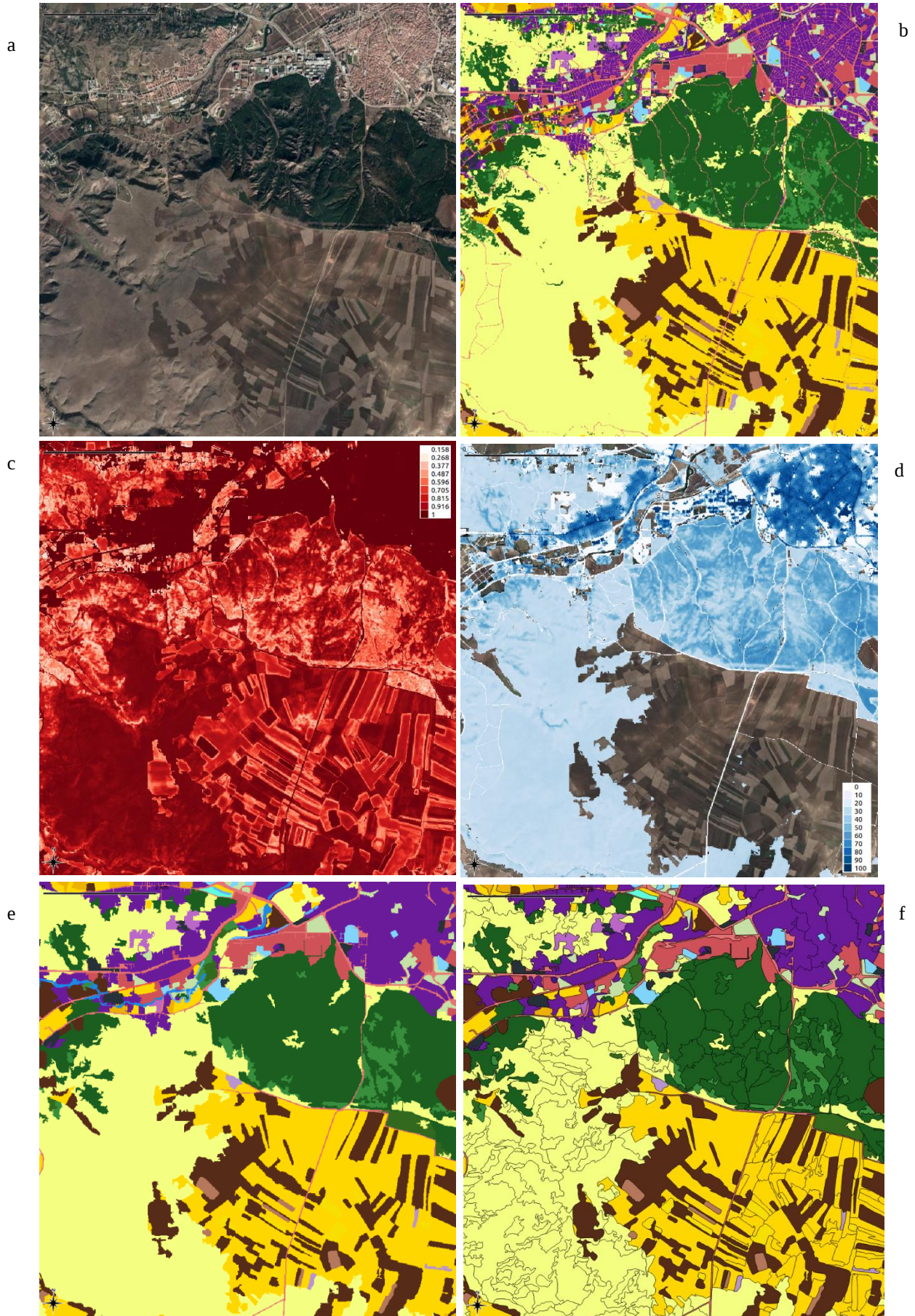
Sakarya Havzası ile seçilen Sentinel-2 gridinden yerleşim yeri, orman ve tarım alanlarını kapsayan 36TTK gridi için UASİS sistemi üzerinde üretilen UASİS sonuç haritalarının bir kesiti **Şekil 1**'de gösterilmektedir.

Çizelge 5. UASİS ana sınıflar başarımlı oranları



Çizelge 6. UASİS alt sınıflar başarımları oranları





Şekil 1. a) 36TTK karesine ait bir bölgenin yakınlaştırılmış raster verisi b) Piksel tabanlı sınıflandırma sonucu c) Sınıflandırma sonuçlarına ait güvenilirlik haritası d) Orman kapalılık ve geçirimsizlik haritası e) 1ha en küçük haritalama üniteli raster harita f) Vektör haritası

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

UASİS sınıflamasında kullanılan yardımcı verilerin güncelliği ve doğruluk oranı arttıkça model çıktıların daha başarılı sonuçlar vereceği öngörülmektedir. Örneğin, orman ve yarı doğal alanlar alt sınıflarında sınıflandırma başarımının düşük çıkmasında karışık orman ve iğne yapraklı orman sınıflarının karışması bir sebeptir. Bu sınıflandırmada mescere verisi yer gerçekliği verisi olarak kullanıldığından konumsal çözünürlüğün farklı olması sebebiyle sınıflandırma doğruluğunu etkilemektedir. Yine, bazı arazi sınıflarında, örneğin inşaat alanları, yıl bazında değişimin çok hızlı gerçekleşmesi değişim haritasında dikkate alınması gereken bir durumu oluşturmaktadır. Şu ana kadar oluşturulan arazi örtüsü/kullanımı değişimi ana ve alt sınıflar için tamamlanıyor olsa da alt sınıflar için değişim haritası çok sayıda değişim sınıfı içereceğinden sunum ekranında yer almayacaktır.

UASİS geliştirilmekte olan bir proje olup 2023 yılında tamamlanması planlanmaktadır. Devam eden süreçte, ulusal arazi örtüsü/kullanımı haritası tamamlanacaktır. UASİS CLC dönüşümü çalışmaları, orman kapallılık ve arazi örtüsü/kullanımı değişimi haritalanması çalışmalarına devam edilecektir.

TEŞEKKÜR

Proje kapsamında kullanılan kamuya ait yardımcı verilerin sağlanmasında yardımlarını esirgemeyen tüm paydaş kurumlara teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

URL_1, <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover> [24.10.2022].

URL_2, Corine Nedir?, <https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/nedir.html> [24.10.2022].