

EİKS KAPSAMINDA ARAZİ ÖRTÜSÜ DEĞİŞİMİNİN VE ÜRÜN TESPİTİNİN TEKİRDAĞ VE ADANA İLİ ÖLÇEĞİNDE UZAKTAN ALGILAMA VE CBS KULLANILARAK YAPILMASI

Emel YALÇIN¹, Zeynep KALKAN², Murat TOPRAK³

¹Dr. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Entegre İdare ve Kontrol Sistemi Daire Başkanlığı, 06800, Ankara, emel.yalcin@tarimorman.gov.tr

²Çal.Grp.Sor., Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Entegre İdare ve Kontrol Sistemi Daire Başkanlığı, 06800, Ankara, kalkan.zeynep@tarimorman.gov.tr

³Çal.Grp.Sor., Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Entegre İdare ve Kontrol Sistemi Daire Başkanlığı, 06800, Ankara, murat.toprak@tarimorman.gov.tr

ÖZET

Karar verme mekanizmasında önemli rolü olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama(UA) teknolojileri, bir ülkenin ulusal ve uluslararası politikalarında alınan kararlarda büyük oranda yarar sağlamaktadır. Mekânsal verilerin ve veri tabanlarının kullanılması; tarımsal alanların izlenmesini, kontrolünü ve analiz edilerek çözüm üretilmesini kolaylaştırmakta, daha doğru istatistiki sonuçlara ulaşılmasına olanak tanımaktadır. Ülkemizde son yıllarda tarım ve tarımsal desteklemeler alanında CBS ve UA tekniklerini kullanmaya ve uygulamaya yönelik birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar ülkemizin Avrupa Birliği uyum süreci ve 11. Fasil açılış kriterleri doğrultusunda Ortak Tarım Politikaları(OTP) çerçevesinde yürütülmüş, aday ülke olarak Ülkemiz koşullarına uygun hale getirilmiştir. AB üye ülkelerinin OTP kapsamında tarımsal desteklerin sevk ve idaresinde kullandığı sistem Entegre İdare Kontrol Sistemi (EİKS) olarak adlandırılmaktadır. EİKS'nin en önemli bileşeni CBS kullanılarak oluşturulmuş, üzerinde konumsal analizlerin yapılabildiği bir sistem olan Arazi Parsel Sınıflandırma Sistemi (APTS)'dir. 1/5000 ölçekli hava fotoğrafları ve ortofotolar üzerinden referans parsellerin sayısallaştırıldığı bir sistemdir. Bu kapsamda tüm Türkiye'yi kapsayan arazi kullanım sınıfları fiziksel bloklar halinde 2017 yılı itibari ile tamamlanmıştır. Toplamda 13.5 milyon fiziksel blok sayısallaştırılmıştır. EİKS'nin bir diğer önemli bileşeni ise Alan İzleme Sistemi (AİS)'dir. AİS, AB Copernicus programı kapsamında Sentinel uydu verisi diğer verilere dayanarak tarım alanlarındaki tarımsal faaliyetlerin ve arazi örtüsü değişimlerinin düzenli ve sistematik olarak izlenmesi, takibi ve değerlendirilmesini içerir. Türkiye'de AİS kapsamında geliştirilen algoritma ile Tekirdağ ve Adana'da 10m piksel bazında APTS referans parsel seviyesinde arazi örtüsü sınıflandırması ve Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS)'de çiftçi tarafından beyan edilen veriler kullanılarak ürün sınıflandırılması çalışmaları yapılmıştır. Pilot ölçekte yapılan bu çalışmada, kaynakları en etkili şekilde kullanmak için referans parsel arazi örtüsü sınıflandırma süreci, yeni elde edilen ortofotolara göre yıllık APTS güncellemesiyle uyumlu hale getirilmesi amaçlanmış ve çalışma sonucunda elde edilen doğruluk matrisine ait değerler verilmiştir. Ayrıca ürün sınıflandırmasına ait çalışmada geliştirilen algoritma ile stratejik öneme sahip 10 ürüne ait ürün deseni oluşturulmuştur. Arazi örtüsüne yönelik yapılan sınıflandırma çalışmasında ekilebilir tarım alanlarında %94, ürün sınıflandırmasında mısır ve buğday için %93 genel doğruluk sağlanmıştır. Çıkan sonuçlar Türkiye'de kurulacak EİKS yerinde kontroller sürecine dahil edilmiş, risk analizi için girdi olarak kullanılacak şekilde planlama yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: APTS, EİKS, CBS, Sentinel Uydu Görüntüsü, ÇKS, Uzaktan Algılama, Tarım Parselleri.

ABSTRACT

LAND COVER CHANGE AND PRODUCT DETERMINATION WITHIN THE SCOPE OF IACS BY USING REMOTE SENSING AND GIS IN TEKİRDAĞ AND ADANA PROVINCIAL SCALE

Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) technologies, which have an important role in the decision-making mechanism, provide great benefits in the decisions taken in the national and international policies of a country. Use of spatial data and databases facilitates the monitoring, control, analysis and solution of agricultural areas, and enables more accurate statistical results to be achieved. In recent years, many studies have been carried out in our country to use and apply GIS and RS techniques in the field of agriculture and agricultural supports. These studies have been carried out within the framework of the Common Agricultural Policies (CAP) in line with the European Union harmonization process of our country and the opening criteria of Chapter 11, and have been adapted to the conditions of our country as a candidate country. The system used by the EU member states in the management and administration of agricultural supports is called the Integrated Administration Control System (IACS). The most important component of IACS is the Land Parcel Identification System (LPIS), which is a system created using GIS and on which spatial analyzes can be made. It is a system in which the reference parcels used by the farmers are digitized through 1/5000 scale aerial photographs and orthophotos. In this context, land use classes covering all of Türkiye were completed in physical blocks as of 2017. In total, 13.5 million physical blocks have been digitized. Another important component of IACS is the Area Monitoring System (AMS). AMS is a procedure for the regular and systematic monitoring, tracking and evaluation of agricultural activities and land cover changes in agricultural areas based on freely available Sentinel satellite data and other equally important data within the EU Copernicus programme. With the algorithm developed within the scope of AIS in Türkiye, land cover classification at the LPIS reference parcel level on the basis of 10m pixels in Tekirdağ and Adana and product classes were carried out using the data declared by the farmer in the ÇKS. In this pilot-scale study, it was aimed to harmonize the reference parcel land cover classification process with the annual LPIS update according to the newly obtained orthophotos in order to use the resources in the most effective way, and the values of the accuracy matrix obtained as a result of the study were given. In addition, with the algorithm developed in the study of product classification, product patterns belonging to 10 products of strategic importance were created. In the classification study

for land cover, 94% general accuracy was achieved for arable agricultural areas and 93% for corn and wheat in product classification. The results were included in the on the spot check process in the IACS to be established in Türkiye, and planning was made to be used as input for risk analysis.

Keywords: LPIS, IACS, GIS, Sentinel Satellite Image, FRS, Remote Sensing, Agricultural Parcel

1. GİRİŞ

Günümüzde gelişen makine ve derin öğrenmeye dayalı uzaktan algılama ve CBS teknolojileri ile tarım alanlarında ve arazi kullanımlarında doğru veriye ulaşma, daha güvenilir veriler üretme mümkün hale gelmiştir. Türkiye coğrafya, toprak ve iklim açısından bakıldığında farklı ve çok çeşitli özelliklere sahip bir ülkedir. Bu nedenle ürün ve tarımsal faaliyet alanları da bölgeden bölgeye farklılık göstermekte, özellikle de destekleme kapsamında kontrolünü, takibini ve tarımsal üretim sınırlarının belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Ayrıca Türkiye’de gerçek tarım alanlarının ve tarım parsellerin mekânsal bir altlığa dönüştürülmesi ve bu verilerin kayıt altına alınması ve izlenmesi büyük önem arz etmektedir. Fakat sayısal olarak arazi kullanım alanlarının belirlenmesi de meşakkatli, işgücü ve zaman açısından çok emek gerektiren bir iş kapsamındadır.

Uzaktan algılama ve CBS teknolojilerinin gelişimi ile arazi kullanım alanlarının belirli bir algoritma ve referans veriler ile uydu görüntülerinden belirlenmesi ve sınıflandırması aynı zamanda farklı yıllar içindeki değişimlerinin tespiti mümkündür. Son yıllarda, özellikle tarımda uzaktan algılama teknolojileri ile konumsal, zamansal ve spektral çözünürlükte elde edilen veriler, makine öğrenimine dayalı algoritmalar kullanılarak değerlendirilmekte; verinin çevresi hakkında güvenilir bilgiler vermektedir (Döş ve Uysal, 2019). Bu kapsamda yapılan ve yapılmakta olan çalışmalar tarım politikalarına yön vermekte, istatistiksel bilgilerin elde edilmesine ve tarımsal desteklerin kontrol edilmesine olanak sağlamakta, karar verme süreçlerinde altlık olarak kullanılmakta ve tarım yapılan alanların belirlenmesinde çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ülkemizde özellikle tarım sektöründe birçok alanda mekânsal veriye dayalı CBS ve uzaktan algılama teknolojileri kullanılarak projeler ve çalışmalar yürütülmektedir. Bu projelerden biri de AB üye ülkelerinin Ortak Tarım Politikaları (OTP) çerçevesinde tarımsal desteklerin sevk ve idaresinde kullandığı Entegre İdare Kontrol Sistemi (EİKS)’dir.. Avrupa Birliği üye ülkeleri OTP kapsamında çiftçilere verilen desteklemeleri CBS tabanlı Arazi Parsel Tanımlama Sistemi (APTS) olan özel bilgi sistemleri aracılığıyla yönetmektedir. 2010 yılında hazırlanan ve AB 11.Tarım ve Kırsal Kalkınma Faslı açılış kriteri ve yatay konularından biri olan APTS stratejisi, AB Komisyonuna sunulmuş ve kabul edilmiştir. Bu stratejide EİKS’nin hangi aşamalar ile kurulacağı belirlenmiş ve 2010 sonrasında Türkiye’de EİKS kurulma çalışmaları hız kazanmış, 5488 sayılı Tarım Kanununun 20. maddesinin (d) bendi uyarınca da yasal dayanağı oluşturulmuştur. Bu kapsamda Türkiye’de EİKS’nin kurulması için pek çok alt proje gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada AB uyum sürecinde tarımsal desteklemelere yön vermesi planlanan EİKS’nin en önemli CBS altlığı olan APTS fiziksel blokların tespiti ve değişimi ile yine EİKS yazılımı projesi kapsamında geliştirilen Alan İzleme Sistemi kapsamında ürün sınıflandırma pilot çalışmasına değinilmiştir. APTS birçok alana veri sağlayan bir Arazi Yönetim Bilgi Sistemidir (JRC, 2012). Tarımsal destekleme ödemeleri için uygun arazilerin haritalanması ve kaydedilmesi gerekliliği tarım sektörü için büyük bir coğrafi veri tabanı oluşturulması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. (Sagris et al . 2013).

Pilot uygulama Adana ve Tekirdağ ilinde gerçekleştirilmiş olup, uzaktan algılama ve açık kaynak kodlu Eo-Learn kütüphanesi aracılığıyla makine öğrenimine dayalı Light Gradient Boosting Machines, Light(GBM) algoritması kullanılarak sınıflandırma çalışması yapılmıştır. Bu model diğerleriyle karşılaştırıldığında büyük verilerle daha kolay ve hızlı işlem yapabilmesi ve daha az bilgisayar belleğine ihtiyaç duyması bakımından avantajlıdır (Yıldırım, 2022). EİKS içinde yer alan Alan İzleme Sistemi (AİS), beyan edilen tarım parseline ait ürün ile sınıflandırma yapılan ürün tahminlerini karşılaştırarak beyan doğruluğunu kontrol etmektedir. Aynı zamanda arazi örtüsü sınıflandırması ve değişimleri de yine aynı algoritma kullanılarak tespit edilmektedir. Bu çalışma ileride APTS sisteminin güncellenmesinin bu yöntemle mümkün olup olmadığı incelenmiş ve eksikliklerle karşılaşılan hatalar tespit edilmiştir. Aynı zamanda Adana ve Tekirdağ illerinde stratejik öneme sahip 10 ürün için sınıflandırma çalışması yapılmıştır. LightGBM algoritmasına bağlı sınıflandırma sonuçlarının değerlendirilmesinde K-katmanlı çapraz doğrulama yöntemi kullanılmış ve arazi örtüsünde ekilebilir alanlarda Adana ilinde %94; Tekirdağ ilinde ise ekilebilir alanlarda %98 doğruluk elde edilmiştir.

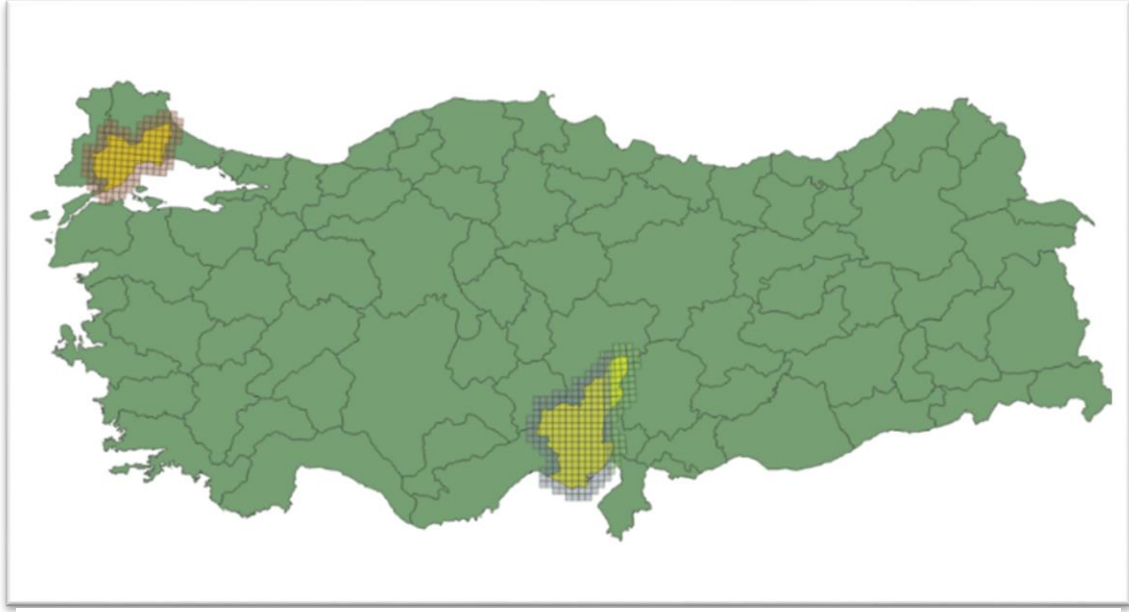
Ürün sınıflandırma işleminde ise referans veri olarak Çiftçi Kayıt Sistemi’ne (ÇKS) kayıtlı parseller kullanılmış olup, ÇKS verisinin yer doğruluk verisi olarak kullanılmasından önce ön temizleme işlemi gerçekleştirilmiştir. ÇKS’deki veriler kadastrodan çekilmektedir ve gerçekte tarım yapılan alanlarla kadastro sınırları her zaman tutarlı olmayabilir. Böyle durumlar bazı çatışma ve komplikasyonlara neden olabileceği için veriler arasındaki uyumluluğun iyileştirilmesi gerekmektedir (Kocur, 2020). Öncelikle ÇKS’ye kayıtlı tarım parselleri kontrolü yapılmış, Light Gradient Boosting Machines, Light(GBM) algoritması kullanarak buğday/arpa/tritikale(BAT), mısır, pamuk, ayçiçeği, soğan, patates, soya fasulyesi, mercimek ürünlerini içeren tarımsal ürün deseni sınıflandırılmıştır. Adana ilinde BAT ürünlerinde %94, mısır

ve pamuk ürünlerinde %93 doğruluk elde edilmiştir. Tekirdağ ilinde ise buğday/arpa/tritikale (BAT) ürün grubunda %96 doğruluk sağlanmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANI VE KULLANILAN VERİLER

2.1. Çalışma Alanı

İklim, bitki örtüsü, toprak yapısı, ürün deseni ve sosyo/jeo politik yapıları birbirinden farklı olan Adana ve Tekirdağ illeri pilot çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Tarımsal üretim ve fenolojik yapıda farklılıkların olması ilk örnek çalışma olarak bu illerin seçilmesine neden olmuş, arazi örtüsü ve ürün deseni sınıflandırma çalışmaları pilot düzeyde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1.).



Şekil 1. Türkiye çalışma alanı pilot illeri gösteren harita

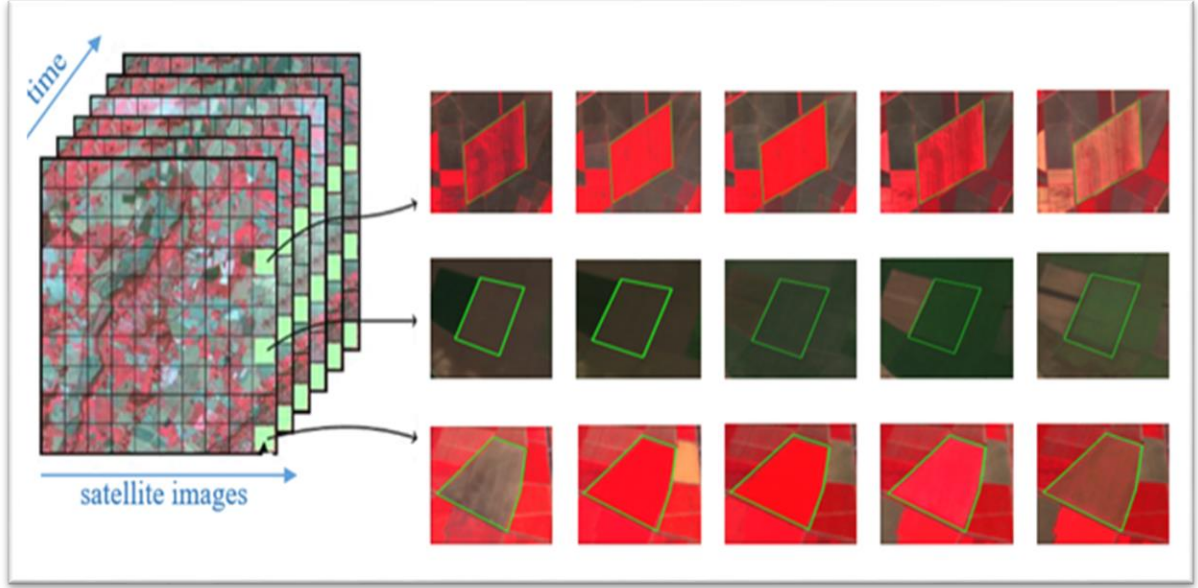
Adana İli yüzölçümü 14.030 km² olup 2021 yılı nüfusu 2.263.373'tür. Nüfusun %49.96'sı erkek, %50.04'ü kadınlardan oluşmaktadır. İlin önemli fizyografik üniteleri dağlar ve alüvyal ovalardır. Kıyı ve ovalarda Akdeniz iklimi, yüksek yerlerde karasal iklim görülmektedir. Yıllık ortalama yağış miktarı 668.7 mm, ortalama sıcaklık 19.2°C 'dir. Doğal bitki örtüsü 700-800m'ye kadar bodur ağaçlardan oluşan makiler şeklindedir. 800m üstünde meşe ve sedir ağaçlarından oluşan ormanlık alanlar başlar. 2800m üstü yüksek yaylalarda Alp, Alp altı ve Alp tipi çayırlar bulunur. Toplam tarım alanı 4.869.874 da olup bunun 498.371 da'ı mera alanı, 78.930 da'ı ise nadas alanıdır. Ormanlık alan ise 5.936.600 da'dır. ÇKS'ye kayıtlı çiftçi sayısı 32.736 kişidir. 2021 TÜİK verilerine göre Adana ilinde 900.310 da alanda 1.866.842 ton meyve, 317.258 da alanda 1.578.519 ton sebze, 3.869.376 da alanda 3.342.274 ton tarla bitkileri üretimi gerçekleştirilmiştir. (TÜİK, TOB, MGM, 2022).

Tekirdağ ili yüzölçümü 6.313 km² olup, 2021 yılı nüfusu 1.113.400'dür. Nüfusun %51.23'ü erkek, %48.77'si kadınlardan oluşmaktadır. İl genel olarak %75.2 platolar, %15.5 ovalar, %9.3 dağlarla kaplıdır. Akarsularca taşınmış alüvyonlarla kaplı kıyı ovaları içermektedir. İklim özellikleri bakımından tipik Akdeniz ikliminin etkilerinin görüldüğü şekilde yazları sıcak kışları ılıktır. Yıllık ortalama yağış 583.5 mm, ortalama sıcaklık 14.1 °C'dir. Doğal bitki örtüsü ilin kuzey yamaçlarında meşe, gürgen, ıhlamur gibi tür zenginliğine sahip yoğun bir ormanlık hakim iken güney yamaçlarında meşe kızılçam ve maki bitki örtüsüne yerini bırakmıştır. Toplam arazi varlığı 6.313.000 da olup bunun 3.947.444 da'ı işlenen tarım alanı, 338.886 da'ı çayır mera, 1.098.125 da'ı ormanlık alan, 928.545 da'ı ise tarım dışı araziler şeklindedir. ÇKS'ye kayıtlı çiftçi sayısı 24.648 kişidir. 2019 yılı TÜİK verileri değerlendirmeye alındığında ilde 121.460 da alanda 93.339 ton meyve, 31.638 da alanda 92.656 ton sebze, 3.649.896 da alanda 1.379.753 ton tarla bitkileri üretimi gerçekleştirilmiştir. (TÜİK, TOB, MGM, 2022).

2.2. Kullanılan Veriler

Uzaktan algılama teknolojileri ile sınıflandırma kapsamında yapılan birçok çalışmada, farklı optik özelliklere sahip uydu görüntüleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada, 5 günde bir çekim alabilen, 10 m, 20 m, 60 m konumsal çözünürlüğe sahip, 13 bantlı Sentinel-2 uydusu kullanılmıştır.

Ürün sınıflandırma çalışmasında makine öğrenimi için referans veri olmak üzere ÇKS verisi kullanılmıştır. ÇKS, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından destekleme almak isteyen çiftçilerin kayıt altına alındığı CBS tabanlı ve parsel bazlı tarımsal bilgilerin yer aldığı veri tabanıdır. Tekirdağ ve Adana İlinde yapılan pilot ürün sınıflandırma çalışması Eylül 2019 tarihine denk geldiği için araziye gidilip yersel doğruluk verisi toplanamamıştır. Algoritmanın kontrolü ÇKS’de destekleme alan ve hangi ürün ekildiği net olarak bilinen parseller, ürün bazında tek tek güncel görüntülerden incelenerek yer doğruluk verisi haline getirilip sınıflandırma işleminde referans veri olarak kullanılması sağlanmıştır (Şekil 2.).



Şekil 2. Yer doğruluk verisi toplanması işlem adımları

Ürün sınıflandırma çalışmasına başlamadan önce İl/İlçe Müdürlüklerinden Adana ve Tekirdağ’da stratejik öneme sahip buğday/arpa/tritikale(BAT), mısır, pamuk, ayçiçeği, soğan, patates, soya fasulyesi, mercimek olmak üzere toplam 10 ürüne ait fenolojik tarihler talep edilmiş ve fenolojik takvim oluşturulmuştur.

Arazi örtüsü sınıflandırma çalışmasında ise Sentinel görüntüler ile birlikte APTS projesi kapsamında sayısallaştırılan fiziksel bloklar referans veri olarak kullanılmıştır. 27 adet arazi kullanımına ait APTS verisi sınıflandırmaya sokulmadan önce 8 sınıfa indirgenmiş ve yeniden düzenlenmiştir.

3. YÖNTEM

3.1. Uydu Görüntüsü İşleme ve Referans Veri Hazırlama

Yapılan arazi örtüsü ve ürün deseni sınıflandırma çalışmasında Eo-Learn kütüphanesi ve 2018-2019 Sentinel-2 görüntüleri kullanılarak sınıflandırma yapılmıştır. Arazi örtüsü sınıflandırmasında Adana ve Tekirdağ ilini kapsayan 2018 Sentinel-2 L1C formatındaki görüntüler 10 km*10 km gridler şeklinde indirilmiştir. 2 İl için indirilen toplam grid bazında görüntü sayısı 418’dir. İndirilen bu görüntüdeki sistem hatalarını ortadan kaldırmak ve nesneye ait yansıtım değerindeki atmosferik parçacıklardan dolayı meydana gelen bozulma etkilerini en aza indirebilmek için uydu görüntüleri, radyometrik ve atmosferik olarak düzeltilmiştir (Dereli, 2019).

Görüntü işleme kapsamında diğer bir uygulama ise sınıflandırmada yanlış pixel değerlerinin atanmaması için görüntünün bulutluluk oranı ve bulutlardan kaynaklanan gölgelerin maskelenmesi işlemidir. Bulut algılama tekniği ile bulutlu pixeller tanımlanarak maskelenmiş ve her ay için 2 görüntü üzerinde mozaikleme gerçekleştirilmiştir.

Ürün sınıflandırma çalışmasında kullanılacak Sentinel-2 görüntülerinde ise her farklı tarih için görüntü indirmek yerine, Eo-Learn kütüphanesi ile görüntü alım başlangıç tarihi, bitiş tarihi ve görüntü alım aralığı gibi parametreler belirlenerek bütünsel zaman serisi halinde bölümlemelere (Eo-Patch) ayrılarak görüntü indirilmiş ve indirilen görüntülerde atmosferik düzeltme yapılmıştır. Bulutlu alanların maskeleyme işlemi gerçekleştirildikten sonra sınıflandırmaya dâhil olacak bantlar ve bu bantlardan üretilen indeksler belirlenmiştir (Erener, 2019; Çetin ve Musaoğlu, 2008).

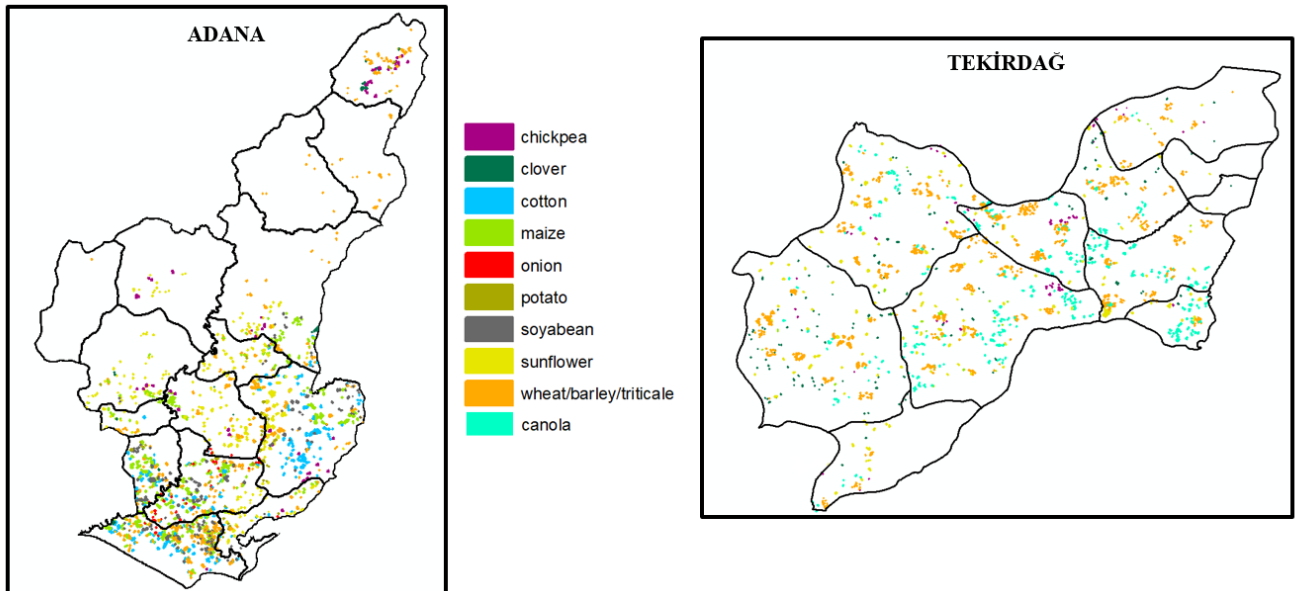
Arazi örtüsü ve ürün sınıflandırmasına girecek bir diğer veri uygun spektral bant ve bu bantlardan üretilmiş indekslerdir. Bu çalışma için seçilen mavi (B02), yeşil (B03), kırmızı (B04), yakın kızılötesi (B08) ve 20 metre mekânsal çözünürlüğe sahip olan kısa dalga kızılötesi B11(SWIR1) ve B12(SWIR2) bant kombinasyonlarından yararlanılarak 3 farklı indeks kullanılmıştır. Bu indeksler NDWI, NDVI ve SAVI indeksleridir.

3.2. Referans Veri Hazırlama

Arazi Örtüsü sınıflandırması için referans veri olarak 2015-2016 yıllarında APTS kapsamında sayısallaştırılan fiziksel bloklar kullanılmıştır. 27 adet arazi kullanımına ait APTS verisi 8 adet arazi kullanımına çevrilerek Adana ve Tekirdağ illerine ait fiziksel bloklar vektör veriden raster veriye dönüştürülmüştür. Böylelikle 27 farklı tipte arazi kullanımı hem alansal büyüklük hem de makine öğreniminde fazla kullanım tipi içerdiği için belirli bir sınıfta gruplandırılmıştır. Fiziksel bloklar temel referans verisi olarak kullanılmış ve veri rastgele seçim ile eğitim verisi ve test verisi olarak düzenlenmiştir. Akış halindeki su ögeleri (akarsu, nehir vb.) oluşturulan NDVI ve NDWI indeks analizlerinde belirlenen eşik değerlerine göre temizlenmiştir (Kılıç ve Arslan, 2022).

Ürün sınıflandırmasında referans veri olarak çiftçi beyanlarının yer aldığı ÇKS tarım parselleri kullanılmıştır. ÇKS verilerinin sınıflandırmaya sokulmadan önce temizlenmesi büyük önem arz etmektedir. Üst üste binmiş parseller, yanlış beyanlar ve su ögeleri, orman veya mera alanlarının üzerinde yer alan parseller tekrarlanmış parseller, başka döneme ait bilgiler, farklı tarihlere sahip çoklu girişler, farklı ürünlerin yer aldığı büyük parseller tespit edilerek bu veriler otomatik olarak silinmiştir. ÇKS verisi detaylı incelenmiş ve temizleme işlemi yapabilmek için veri 2 alt gruba ayrılmıştır. İlk grup aynı kimlik ID sahip ve belirtilen döneme ait farklı ürüne, diğer grup ise aynı kimliğe sahip ve belirtilen dönemde farklı zaman aralıklarında birden fazla ürüne sahip (ürün rotasyonu) olanlar olarak ayrılmıştır. Yapılan bu gruplama çalışmasında Adana İli için kayıtlı 300.000 adet ÇKS verisinin 70.000'i ilk grup veri olarak, 8.000'i ise ikinci grup veri olarak ele alınmış ve temizlenmiştir. Tekirdağ'da 480.000 ÇKS verisinin 180.000'i ilk grup ve 1000'i 2.grup olarak değerlendirilerek düzenlenmiştir. ÇKS verileri incelendiğinde ve coğrafi özellikler dikkate alındığında Tekirdağ ilinde ürün rotasyonu Adana iline göre çok azdır.

Sınıflandırma kapsamında algoritmanın doğruluğunu test etmek için yersel doğruluk verisi kullanılması gerekmektedir. Yapılan çalışmanın tarihi ürünlerin tespitini zorlaştırdığı bir döneme denk geldiği için, ÇKS verisi kullanılarak yersel doğruluk verisi elde edilmiştir (Şekil 3.).



Şekil 3. Yer doğruluk verisi toplanan alanlar ve ürünler

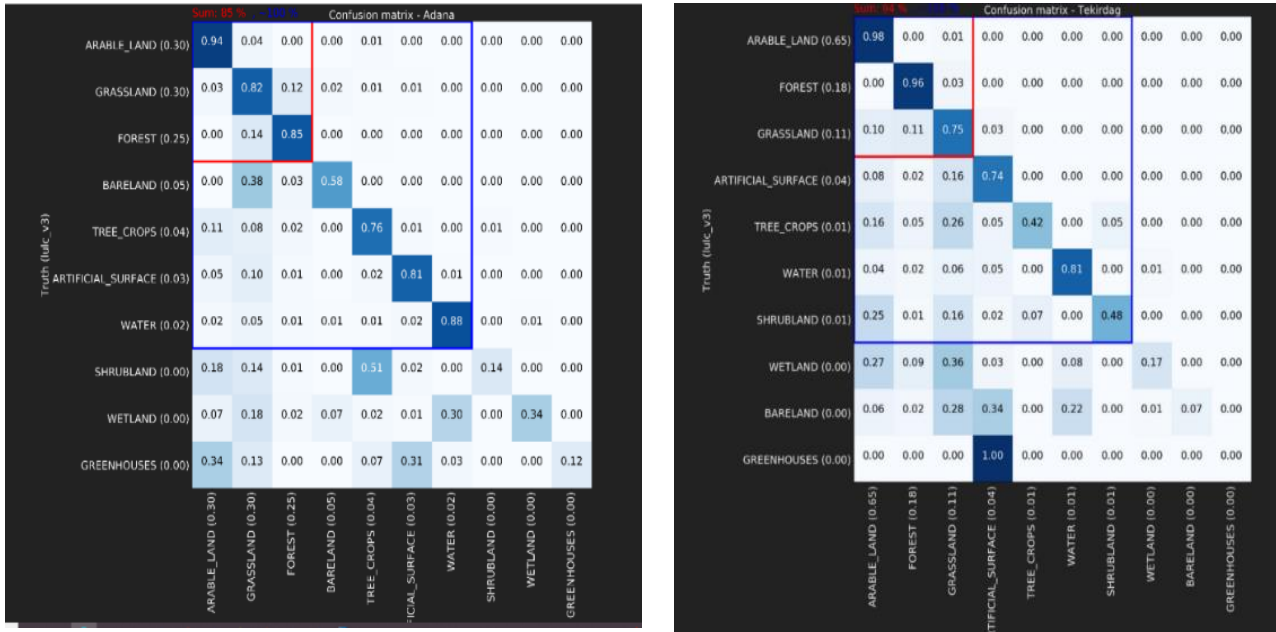
3.3. Makine Öğrenimi ile Arazi Örtüsü Sınıflandırma

Makine öğrenmesinde çok katmandan oluşan veri mimarisi karar verilmesini bekleyen bir dizi hiper parametre grubunu da beraberinde getirmektedir. Hiper parametre grupları algoritmalarda en optimal modeli bulmamıza yardımcı olur. Ayrıca Hiper parametreler, model eğitim sürecini denetlememize olanak sağlayan ayarlanabilir parametrelerdir.

Bu çalışmada rastgele değerler seçilerek hiper parametre grupları oluşturulmuştur. Fiziksel Bloklara ait veri seti örneklemede poligonlar 5 gruba ayrılmıştır. Veri kümesi alt kümelere bölünmüş ve 1,2,3,4 veri alt kümeleri eğitim verisi olarak, 5.veri alt kümesi veri doğruluk analizi için kullanılmıştır. Alt veri kümesi döngüsel olarak döndürülerek model eğitime çalışılmış, verilerin %5'i örneklem verisi olarak kullanılmıştır.

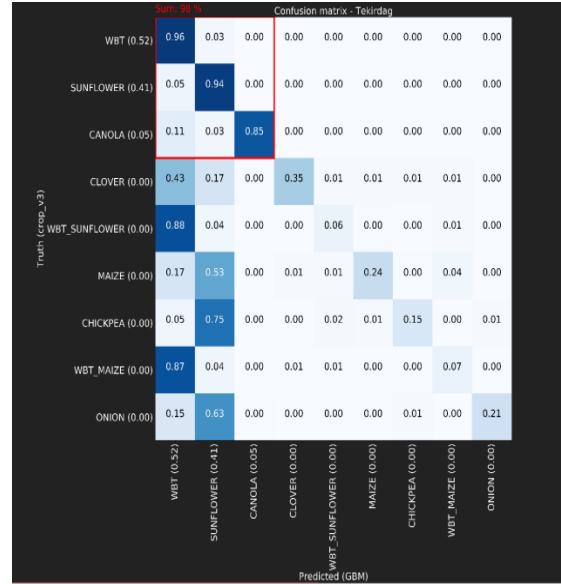
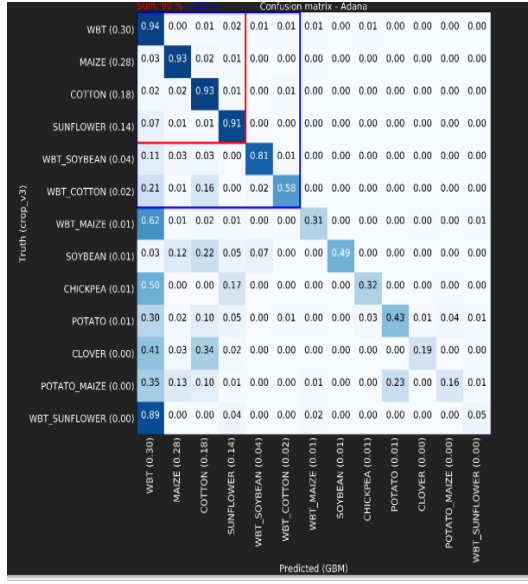
Sınıflandırma işleminde Eo-Learn kütüphanesi içinde bulunan LightGBM makine öğrenme algoritması kullanılmıştır (Yıldırım, 2022). Light Gradient Boosting (LightGBM) algoritmasında, karar ağaçlarını kullanmakta olan gradyan artırma modeli bulunmaktadır. Sınıflandırmada kullanılan Light GBM algoritması K-katmanlı çapraz doğrulama ile kontrol edilmiştir (Bergstra ve Bengio, 2022; Subramanian ve ark. 2022). K-katmanlı doğrulama yöntemi, sınıflandırma modellerinin değerlendirilmesi ve modelin eğitilmesi için veri setini parçalara ayırma yöntemlerinden biridir. Yersel doğruluk verisi olarak ayrılan veri seti çapraz doğrulamada kullanılmıştır (VBO, 2022).

Adana İlinde arazi kullanımına ait sınıflandırma sonucunda doğruluk matrisi incelendiğinde ekilebilir alanlarda %94 doğruluk sağlanmıştır (Şekil 4.). Bu oran mera alanlarına bakıldığında %82'ye kadar düşmüştür. Yapılan sınıflandırma sonucunda çıplak alanların tespitinde başarı oranı % 58'dir. Tekirdağ iline bakıldığında ekilebilir alanda %98; mera alanlarında ise %96'lık doğruluk sağlanmıştır. Sınıflandırma sonuçlarına özellikle sera alanlarının ve su alanlarının tespitine bakıldığında başarı sağlanamamıştır.



Ürün sınıflandırma işleminde hiper parametre grupları oluşturulmuş arazi kullanım sınıflandırmasındaki aynı işlem adımları uygulanarak veri seti 5 alt gruba ayrılmıştır. Verilerin % 50'si örneklem olarak kullanılmış, referans verinin bulunduğu yerler noktalarla örneklenmiştir. Tahmin yapılırken de eğer referans veriye ait noktanın piksel değeri herhangi bir alt grupta varsa oradaki modeli kullanarak ya da, eğer veriye ait pixel, herhangi bir alt grupta yoksa ortalama bir değer vererek model çalıştırılmıştır. K-katmanlı çapraz sorgulama ile algoritmanın eğitilmesi ve kontrol edilmesi sağlanmıştır.

Çıkan sonuçlara bakıldığında Adana İli ürün sınıflandırmasına ait doğruluk matrisinde genel doğruluk oranı %89.2 Tekirdağ'da %90.2 olarak belirlenmiştir. Ürün bazında incelendiğinde ise Adana ili için buğday/arpa/tritikale (BAT) ürün grubunda doğruluk %94, mısır ve pamuk %93 olarak bulunmuştur. Tekirdağ ili için buğday/arpa/tritikale (BAT) ürün grubunda %96, ayçiçeğinde %94 ve kanola da %85'tir (Şekil 5.).



Şekil 5. Ürün sınıflandırması doğruluk matrisi (Adana-Tekirdağ)

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak sınıflandırmalar doğru, yanlış ve arada olmak üzere üç grupta değerlendirilmiştir. 0,05-02 ha arasında olan fiziksel bloklar ya hiç sınıflandırılmamış ya da yanlış sınıflandırılmıştır. Türkiye’de tarım parsellerinin dolayısıyla da fiziksel blokların küçük olması sınıflandırma problemini karşımıza getirebilmektedir. Mevcut tarım parselleri APTS’deki tarım parselleri ile farklı şekilde sınıflandırılmış olabilmektedir. Bunun nedeni Sentinel sınıflandırması 2019 yılı verilerine dayanırken APTS verilerinin 2014-2016 yıllarında edinilmiş olan hava fotoğrafları ve uydu görüntülerine dayandırılmasıdır. Bu süreç zarfında arazi kullanım durumunda değişiklikler olmuş olabilir.

Tekirdağ sınıflandırması biraz makul görünürken Adana’da durum biraz daha kötüdür. Her iki il coğrafi durum, toprak yapısı, iklim faktörleri gibi pek çok yönden birbirinden farklılık göstermektedir. Değerlendirilen verilere bakıldığında bazı arazi örtüsü sınıflarında çok az sayıda fiziksel blok örneği olduğu, alanlarının çok küçük olduğu ve bunun da algoritmaların eğitimi için kullanıldığında algoritmanın kalitesi üzerinde bir etki yaratmadığından yanlış sınıflandırma riskinin artmasına neden olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışma Türkiye’de kurulacak olan EİKS yazılımının alan izleme modülü kullanılarak pilot düzeyde hazırlanmıştır. Yasal dayanaklarının tam olarak oluşturulması ve gerekli olan çalışmalar ilgili diğer projelerle tamamlanmasına rağmen Türkiye EİKS’ye tam olarak geçmemiştir. Türkiye için mevcut destekleme sisteminde ÇKS kullanılmakta olup mekânsal veriler kadastrodan çekilmektedir. Kadastro verileriyle hali hazırda çiftçilik yapan ve desteklemeye başvuran gerçek çiftçiler çoğunlukla örtüşmemektedir. Güncellemelerin ve kontrollerin doğru zamanlı ve düzenli olarak yapılamaması da destekleme ödemelerinde bazı usulsüzlüklerin gerçekleşmesine sebebiyet verebilmektedir. Destekleme hesapları, kontroller ve ödemelerin farklı sistemler kullanılarak yapılması koordinasyon eksikliği ve yazılımsal olmak üzere bazı problemlerin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. EİKS’de destekleme hesapları, kontroller ve ödemeler tek sistem üzerinden yapılabilen olup tarım parselleri APTS fiziksel bloklarının içinden çekilmektedir. APTS’nin güncel ortofotolar ve uydu görüntüleri ile güncellenmesi ile üretim yapılan tarım parselleri daha doğru bir şekilde belirlenebilmektedir. Bu şekilde stratejik öneme sahip ürünlerin destekleme miktarlarının belirlenmesi ile üretim planlamaların yapılması da mümkün olacaktır. APTS’deki fiziksel blokları içerisinde yer alan tarım parselleri ürün ve alan bilgileri ile doldurulacağı için rekolte tahmini için güvenilir bir altyapı hazırlanmış olacaktır. Bunun için güncel uydu görüntüleri kullanılarak ürün bilgisi, alan bilgisi girilerek örnek model geliştirilir. APTS içerisinde yer alan ve ortofotoyla uyumlu, tek parsel tek ürün olan parseller bölge, iklim, havza, arazi kullanım kabiliyeti gibi kriterler kullanılarak sınıflandırılır. Her sınıf içerisinde yeter sayıda örnek alınarak model oluşturulur. Her sınıf için ayrı ayrı oluşturulan modelin çıktısı tüm sınıfa genellenir ve parsellerde rekolte tahmini yapılır. Bilimsel ve doğru verilere dayalı kontrolü yapılabilen bir sisteme geçiş yapılmış olacaktır. Desteklemelerde kullanılan tarım parselleri olan mekânsal veriler APTS’den çekilmektedir.

Ürün sınıflandırma çalışmalarında ülkemizin çok büyük bir ülke olması ve tarım parsellerinin büyüklüğünün de çok küçük olması sınıflandırma sonuçlarının doğruluğunu azaltacaktır. Ülkemizde genel olarak ortalama parsel büyüklüğü 1 ha'ın altındadır. Aynı zamanda bazı ürün tiplerinin yetiştirildiği alanların çok küçük ve sayısının az olması da bu ürünlerin makine öğrenmesi için örneklem sayısını azalttığından sonuçları olumsuz etkileyebilmektedir. Daha büyük alanlarda ve tek tip ürün yetiştirilen alanlarda sınıflandırma doğruluk oranı artmaktadır. Bunun yanında sera alanlarının binalar ile karıştırılabildiğinden algoritmanın buna göre hazırlanması gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü yöneticilerine ve proje ekibine desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Bergstra, J., Bengio, Y., 2022. Random Search for Hyper-Parameter Optimization. *Journal of Machine Learning Research* 13: 281-305, Canada.

Çetin, M., Musaoğlu, N., 2008. EO-1 Hyperion Görüntülerinde Spektral Kalibrasyon ve Atmosferik Düzeltme. 2. *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, UZAL-CBS 2008*, Kayseri.

Dereli, M.,A., 2019. Sentinel-2A Uydu Görüntüleri ile Giresun İl Merkezi için Kısa Dönem Arazi Örtüsü Değişiminin Belirlenmesi. *AKÜ FEMÜBİD* 19, 025501 (361-368).

Döş, M.,E., Uysal, M., 2019. Uzaktan Algılama Verilerinin Derin Öğrenme Algoritmaları ile Sınıflandırılması, *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi (TUZAL)*1(1):28-24

Erener, A., 2009. Murgul Bakır Ocaklarındaki Alansal Değişimin Uzaktan Algılama Yöntemi İle Belirlenmesi. *TBMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara.

Kılıç, E., Arslan, E., S., 2022. Uzaktan algılama teknikleri ile altyapı sistemlerinin konumsal analizi: Burdur Havzası örneği. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 23(2): 146-155.

KOCUR, K. 2020. Land Use Policy 94(2020) 104527. journal homepage: www.elsevier.com/locate/landusepol

Sagri, V., Wojda, P., Milenov, P., Devos, W., 2013. The harmonised data model for assessing Land Parcel Identification Systems compliance with requirements of direct aid and agri-environmental schemes of the CAP, *Journal of Environmental Management* 118. 40-48.

Subramanian, M., Prasad, N., Janakiramaiah, B., Mohan, B., Sathishkumar, V., 2022. Hyperparameter Optimization for Transfer Learning of VGG16 for Disease Identification in Corn Leaves Using Bayesian Optimization. *Big Data*, Volume 10, Number 3.

Yıldırım, E., 2022. Hızlandırılmış Makine Öğrenmesi Algoritmaları İle Türkçe Sahte Haber Tespiti. *Karabük Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*. Karabük.

JRC, 2012. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/publications/jrc-annual-report-2012_en

MGM, 2022. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m>

TOB, 2022. <https://adana.tarimorman.gov.tr/>, <https://tekirdag.tarimorman.gov.tr/>

TÜİK, 2022. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111>

VBO, 2022. <https://www.veribilimiokulu.com/bir-bakista-k-fold-cross-validation/>