



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

COĞRAFİ BİLGİ TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI

**ARAZİ KULLANIMI VE ARAZİ ÖRTÜSÜ SINIFLANDIRMASINDA
SENTİNEL-2 GÖRÜNTÜLERİNİN ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DİLARA YALÇIN

Tez Danışmanı
Doç. Dr. ÖZGÜN AKÇAY

ÇANAKKALE – 2022



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

COĞRAFİ BİLGİ TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI

ARAZİ KULLANIMI VE ARAZİ ÖRTÜSÜ SINIFLANDIRMASINDA SENTİNEL-2
GÖRÜNTÜLERİNİN ANALİZİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DİLARA YALÇIN

Tez Danışmanı

Doç. Dr. ÖZGÜN AKÇAY

ÇANAKKALE – 2022

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Dilara YALÇIN

10/06/2022

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleŐtirilmesinde, çalıŐmam boyunca benden yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Doç. Dr. Özgün AKÇAY, alıŐma süresince tüm zorlukları benimle göğsleyen , hayatımın her evresinde bana destek olan değerli eŐime sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.”

Dilara YALÇIN
anakkale, 2022



ÖZET

ARAZİ KULLANIMI VE ARAZİ ÖRTÜSÜ SINIFLANDIRMASINDA SENTİNEL-2 GÖRÜNTÜLERİNİN ANALİZİ

Dilara YALÇIN

Çanakkale On sekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Coğrafi Bilgi Teknolojileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Özgün AKÇAY

10/06/2022, 31

Uzaktan algılama ile elde edilen uydu görüntülerinden arazi kullanımı ve arazi örtüsü tespiti için çeşitli makine öğrenmesi yöntemleri uygulanmalıdır. Bu çalışmada, Çanakkale iline ait Sentinel-2 uydu görüntüsünden seçilen bir bölge için B2 B3 B4 B8 bantlarını içeren bir veri seti oluşturulmuştur. Bu veri setine kontrolsüz bir sınıflandırma metodu olan K-Kümeleme algoritması sırasıyla 5, 7 ve 9 küme olarak uygulanarak küme merkezlerine dayalı tahmin modelleri üretilmiştir. Daha sonra ESA SNAP uygulaması ile çeşitli arazi türlerine ait örnek alan vektörleri belirlenerek dört banda ait piksel değerleri üretilerek arazi türlerinin küme numaraları tahmin edilmiştir. Oluşan modelimizi eğitim ve test veri seti olmak üzere ikiye ayrılarak eğitim setimize kontrollü bir sınıflandırma metodu olan K-En Yakın Komşu algoritmasını uygulayarak hata matrisleri ile doğruluk analizleri gerçekleştirilmiştir. Son olarak arazi türlerini daha küçük ve homojen alanlar olarak belirleyerek bu bölgeler de sınıflandırmıştır. Son aşamada uygulanan sınıflandırma ile çeşitli arazi türlerinin dört bantlı değerlendirmede çıkarım kapasitesinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Tüm uygulamalar Python programlama dili kütüphanelerine dayalı geliştirilen script programlar ile gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak homojenlik oranları incelenerek kümeleme sonucu ortaya çıkan sınıflandırma ile arazi türlerinin ne ölçüde çalışma bölgesini temsil ettiği istatistiksel olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar küme sayısındaki artışın arazi türlerinde sınıflandırma doğruluğunu olumsuz etkilediğini göstermiştir. Arazi türüne bağlı ve küme sayısına bağlı olarak en yüksek doğruluk %98 iken, en düşük doğruluk %31 olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sınıflandırma, Uzaktan Algılama, Sentinel-2, Makine Öğrenmesi, K-Ortalamalar, K-En Yakın Komşu

ABSTRACT

ANALYSIS OF SENTINEL-2 IMAGES IN LAND USE AND LAND COVER CLASSIFICATION

Dilara YALÇIN

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Geographic Information Technologies

Advisor: Assoc. Prof. Özgün AKÇAY

10/06/2022, 31

Various machine learning methods should be applied for land use and land cover detection from satellite images obtained by remote sensing. In this study, a data set containing B2 B3 B4 B8 bands was created for a region selected from the Sentinel-2 satellite image of Çanakkale province. Prediction models based on cluster centers were produced by applying the K-Clustering algorithm, which is an uncontrolled classification method, to this data set as 5, 7, and 9 clusters, respectively. Then, with the ESA SNAP application, the sample area vectors of various land types were determined and the pixel values of the four bands were produced and the cluster numbers of the land types were estimated. By dividing our model into two training and test datasets, accuracy analyzes were carried out with confusion matrices by applying the K-Nearest Neighbors algorithm, which is a controlled classification method, to our training set. Finally, new additional land type samples were also determined as smaller and homogeneous areas, then, they were also classified. With the classification applied in the last stage, it is aimed to reveal the inference capacity of various land types in the four-band assessment. All applications were carried out with script programs developed based on Python programming language libraries. As a result, by examining the homogeneity rates, it was determined statistically to what extent the land types represented the study region with the classification that emerged as a result of the clustering. The results showed that the increase in the number of clusters negatively affected the classification accuracy in land types. Depending on the terrain type and the number of clusters, the highest accuracy was 98%, while the lowest accuracy was 31%.

Keywords: Classification, Remote Sensing, Machine Learning, Sentinel-2, K-Means, K-Nearest Neighbors

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	viii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Kapsamı.....	1
1.1.1. Uzaktan Algılama.....	1
1.1.2. Arazi Kullanımı.....	2
1.1.3. Python Programlama Dili.....	2
1.2. Çalışmanın Amacı.....	2

İKİNCİ BÖLÜM

KURAMSAL ÇERÇEVE/ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Uzaktan Algılama Sınıflandırma Yöntemleri	4
2.2. Python Yazılımının Kullanıldığı Çalışmalar	7

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ/MATERYAL YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı.....	10
3.2. Veri Seti	11
3.3. Yöntem	12

3.4. Sınıflandırma Yöntemi ve Uygulama	17
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	
ARAŞTIRMA BULGULARI	
4.1. Kontrolsüz Sınıflandırma Sonuçları.....	19
4.2. Kontrollü Sınıflandırma Sonuçları.....	20
BEŞİNCİ BÖLÜM	
SONUÇ ve ÖNERİLER	
KAYNAKÇA	28
ÖZGEÇMİŞ	32

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde oranı
UA	Uzaktan Algılama
KEYK	K En Yakın Komşu
DVM	Destek Vektör Makineleri
EÇB	En Çok Benzerlik
RO	Rastgele Orman
OECD	Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Örgütü
YSA	Yapay Sinir Ağları
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
ESA	Ulusal Uzay Ajansı
NDVI	The Normalized Difference Vegetation Index (Normalize edilmiş bitki indeksi)
GAB	Gentle Adaboost
UFUAT	Uluslararası Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Topluluğu
SNAP	Sentinel Application Platform

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Uygulamada kullanılan veri setinin özellikleri	12
Tablo 2	Uygulamada kullanılan python kütüphanelerinin özellikleri	16
Tablo 3	K Kümeleme sonuçları	21



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Çalışma alanı	10
Şekil 2	Çalışma alanının sentinel-2 uydu görüntüsü	11
Şekil 3	Verilerin hazırlanması iş akış şeması	13
Şekil 4	İş akış şeması	14
Şekil 5	En yakın komşu algoritması genel gösterimi	18
Şekil 6	Kümeleme sonucu harita örnekleri	19
Şekil 7	Geniş arazi örnekleri	20
Şekil 8	Dar arazi örnekleri	20
Şekil 9	Bant-Sınıf ilişki grafiği	22
Şekil 10	Bant-Sınıf histogram grafikleri	26

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Kapsamı

1.1.1 Uzaktan Algılama

Günümüz dünyasında gelişen teknolojiye ayak uydurmak ve geri kalmamak son derece önemlidir. Bu kapsamda Uzaktan Algılama (UA) teknolojisi hem mekânı anlamada ve anlamlandırmada hem de uydu teknolojilerinin kullanımı açısından çok gerekli bir alan olmuştur. UA teknolojileri, yeryüzünü farklı zaman aralıklarında farklı çözünürlüklerde görüntüleyebilmekte ve ihtiyaç duyulan bilgilerin hızlı ve güvenilir bir biçimde elde edilebilmesini sağlamaktadır. Uydu görüntüleri birçok ücretsiz ve ücretli platformdan indirilebilir ve temel analizler gerçekleştirilebilmektedir. Veriye ve bu verilerden üretilen bilgiye ulaşma konusunda geliştirilmiş bazı araçlar olmasına rağmen kullanıcı dostu yazılımlar spesifik uygulamalara özelleştirme konusunda yeterli değildir. Diğer taraftan açık kaynak kodlu yazılımların bazıları uzaktan algılama yöntemlerini sunmamaktadırlar. CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) konusunda ihtiyaç duyulan bilgiye ulaşmayı sağlayacak bir aracın yazılım olarak geliştirilmesi farklı disiplinlerden uzmanların çalışmalarına da teknolojik olarak katkı sağlayabilecektir. Bu sebeple ücretsiz platformlarda yer alan uydu verileri indirilen, temel görüntü ve sınıflandırma yöntemleri gerçekleştirebilen özelleştirilebilir bir yazılım geliştirerek geometrik analizler sunabilmek gerekmektedir.

Lisanslı UA yazılımları incelendiğinde ise öne çıkan programlardan biri ENVI'dir ("L3Harris Geospatial", 2022). ENVI, görüntü işleme ve analiz yazılımı için standart kabul edilen endüstriyel platformdur. Geo-uzamsal görüntülerden zamanında, güvenilir ve doğru bilgi çıkarmak için görüntü analistleri, CBS uzmanları ve bilim adamları tarafından kullanılır. Bu geo-uzamsal yazılım, bilimsel olarak kanıtlanmış, kullanımı kolay ve Esri'nin ArcGIS platformuyla sıkı bir şekilde entegre edilmiştir. Öne çıkan diğer bir yazılım ise Catalyst Professional programıdır ("Catalyst Professional", 2022). CATALYST Professional, optik ve SAR görüntüleri için Uzaktan Algılama, Fotogrametri ve yeryüzü izleme biliminde uzmanlaşmış geo-uzamsal masaüstü paketidir. Görüntü analizi, ortomozaikleme ve görüntü işleme tekniklerini geo-uzamsal teknoloji verilerine entegre eder.

1.1.2 Arazi Kullanımı

Ülkemizde arazi kullanımı çok hızlı değişmektedir. Arazilerin kontrolsüz, plansız, amaç dışı kullanımı ve tarım alanlarının tahrip edilmesi arazilere oldukça zarar vermektedir. Bu yüzden arazi kullanımının en iyi şekilde yapılabilmesi, zamansal değişiminin ortaya konması ve sonuçlar doğrultusunda planlanıp yönetilmesi gerekmektedir (Dengiz vd.,2014). Arazi kullanımı tespitinde UA' dan faydalanılarak CBS ye veri sağlanmaktadır. UA ve CBS entegrasyonu ile arazi kullanımı ve arazi örtüsü tespitinde büyük kolaylık sağlanmaktadır.

Arazi kullanımı veya arazi örtüsü değişikliği bilgisi, kentsel ve bölgesel planlama, çevresel kırılganlık ve etki değerlendirmesi, doğal afetler, tehlikelerin izlenmesi ve toprak erozyonu ve tuzluluk tahmini vb. birçok alanda gereklidir (Talukdar vd.,2020). Arazi kullanımı dinamiklerinin nicel değerlendirmesi ve tahmini, arazi dönüşümünü yönetmek ve anlamak için en etkili araçlardır (Mas vd.,2017).

1.1.3 Python Programlama

Python 1989 yılında Guido van Rossum tarafından geliştirilmiş açık kaynak kodlu ve ücretsiz bir programlama dilidir. Orijinal olarak C dilinde yazılmıştır. Pythonun standart kütüphanesi çok gelişmiş olup öğrenmesi kolay bir dile sahiptir. Numpy, Pandas, Matplotlib gibi kullanışlı birçok kütüphaneye sahiptir. Bu yüzden web programlama, bilimsel programlama, veri bilimi, yapay öğrenme, derin öğrenme gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır.

Python çok paradigmatlı bir programlama dilidir. Nesne yönelimli programlama ve yapılandırılmış programlama tam olarak desteklenir ve özelliklerinin çoğu, işlevsel programlamayı destekler. Python, bellek yönetimi için dinamik yazma ve referans sayma ile döngü algılayan çöp toplayıcının bir kombinasyonunu kullanır. Program yürütme sırasında yöntem ve değişken adlarını bağlayan dinamik ad çözümlemesini (geç bağlama) kullanır ("Python (programming language)", 2022).

1.2 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada her seviyede kullanıcı için CBS çalışmalarının gereksinimlerini karşılayan, mevcut araçlardaki eksik olan veri analiz yöntemlerini entegre edebilen ve uzaktan algılama amacıyla kullanılan uydu görüntülerinin sınıflandırma çalışmalarına yönelik esnek bir yazılım tasarımı amaçlanmaktadır. Uydu görüntüleri analizinde en yaygın kullanılan ücretsiz araçlardan biri ESA (Ulusal Uzay Ajansı) SNAP (Sentinel Application Platform) programıdır. Bu program birçok temel analiz yöntemlerini desteklemektedir ancak bazı temel CBS araçlarını desteklememektedir. Diğer yandan birçok ücretli yazılımda mevcuttur. Yüksek lisanslama ücretleri nedeniyle CBS çalışmalarında zorluklar yaşanmaktadır. Bu çalışma ile üretilecek yazılım ile temel CBS ihtiyaçlarını karşılayabilen, ücretsiz ve geliştirilebilir bir program sunulmuş olacaktır. Çalışmada uydu görüntüsüne ait bir bölge için sınıflandırma çalışması yapılmıştır. Uzaktan algılama ile elde edilen uydu görüntülerinden bilgi edinebilmek ve yorumlayabilmek için çeşitli istatistiksel analizlerle sınıflandırılması gerekmektedir (Kavzaoğlu ve Çölkesen, 2010). Sınıflandırma işlemi genel olarak kontrollü ve kontrolsüz olmak üzere ikiye ayrılır. Çalışmada hem kontrollü hem kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri beraber kullanılmıştır. Kontrolsüz sınıflandırma yöntemi, kontrollü sınıflandırma yöntemlerine geçişte ilk aşama olup sayısal görüntü işlemede çok önemli bir yer tutar (Canıberk, 2015).

Uydu görüntülerinin içerdiği veriyi bilgiye dönüştürmek, araziler hakkında bilgi edinebilme ve tematik haritalar oluşturabilmek için çeşitli istatistiksel analiz ve yorumlama yöntemi olan sınıflandırma, bir veri grubu içindeki belirli bir sınıf oluşturan nesnelere benzer özelliklere göre gruplandırılması olarak da tanımlanır. Sınıflandırma yapılırken dikkat edilmesi gereken en önemli özellikler, algılayıcı, algılama zamanı ve spektral bantların amaca uygun olarak seçilmesi, sınıflandırma yönteminin amaca yönelik olması ve bu özelliklerin tüm görüntüye uygulanarak doğruluk analizlerinin yapılmasıdır (Doğan, 2008).

Uzaktan algılama ve uydu görüntülerinin sınıflandırılması arazi örtüsü tespiti, arazi kullanımı, tarım, iklimsel ve kentsel değişiklikler, afet müdahaleleri gibi birçok alanda sınıflandırma çalışması için uygundur.

İKİNCİ BÖLÜM

KURAMSAL ÇERÇEVE/ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Uzaktan Algılamada Sınıflandırma Yöntemleri

Bartın da yapılan çalışmada kentin tarımsal peyzaj karakter tiplerinin belirlenmesinde Ikonos uydu görüntülerinden yararlanarak bazı kriterler doğrultusunda 3 farklı örneklem seçerek nesnel ve piksel tabanlı sınıflandırma yapılmıştır. Örneklem alanlarında sınıflama yaparken e-Cognition8.7 ve ENVI 5.0 programları kullanılmıştır. Her iki sınıflama modelinden elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak birbirlerine karşı üstünlükleri olduğunu saptanmış ve UA da en uygun sınıflandırma modeli belirlenmiştir (Cengiz vd., 2014).

Düzce ilinde yapılan bir çalışmada farklı zaman dilimlerine ait 6 adet Sentinel-2 uydu görüntüsünü kullanarak sel taşkını alanlarının öncesi ve sonrası durumu tespit edilmiştir. Ayrıca sel sırasında su kaplı alanın sel öncesi ve sonrası durumları da karşılaştırılmış ve uydu görüntülerinden sele neden olan fazla suyun nehir yatağına döndüğü görülmüştür. Bu çalışma ile ayrıca UA yöntemleri ile taşkın alanlarının hızlı bir şekilde belirlenmesiyle afet yönetimindeki önemi vurgulanmıştır (Yiğit ve Kaya, 2020).

Uzaktan algılanmış görüntülerin sınıflandırılması üzerine yapılan çalışmada karar ağaçları Landsat ETM+ görüntüsünün sınıflandırılmasında kullanılmış ve İzmit iline ait genel arazi örtüsünü veren tematik harita üretilmiştir. Karar ağaçları ve En Çok Benzerlik (EÇB) yöntemlerinin performansları Z testi ile analiz edilip karşılaştırılarak karar ağaçlarının daha etkin bir sınıflandırma yöntemi olduğu gösterilmiştir (Kavzaoğlu ve Çölkesen, 2010).

Başka bir çalışmada UA verilerinin mevcut bulunan sınıflandırma yöntemlerine göre otomatik sınıflandırmada derin öğrenme algoritmalarının iyi bir alternatif olduğu tespit edilmiştir. Bu algoritma test edilirken Uluslararası Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Topluluğu (UFUAT)' dan temin edilmiş Vaihingen veri seti kullanılarak zemin, bina, ağaç, bitki örtüsü ve araç detay sınıflarından; Algoritma en yüksek olarak bina sınıfına ait olanları

ortalama %99 seviyesinde, en düşük olarak Araç sınıfına ait detayları ortalama %95 olarak bulunmuştur (Döş ve Uysal, 2019).

UA ile uydu görüntüleri kullanılarak makine öğrenme algoritmalarından karar ağaçları ile orman yangını tahminleri yapılmıştır. Karar ağaçlarının eğitiminde kullanılmak üzere veri seti eğitim ve test verisi olarak sırasıyla %70 ve %30 oranlarında ayrılmış 10 defa tekrarlı yapılarak yöntemin performansı belirlenmiştir. Yapılan tahminlerin doğruluğu %93,11 olarak bulunmuştur (Beşli ve Tenekeci, 2020).

Konya Karapınar ilçesinde yapılan çalışmada UA tekniklerini etkin şekilde kullanarak Sentinel-2A uydu görüntüleri ile nesne tabanlı sınıflandırma yaparak 2019 yılına ait 6 farklı arazi örtüsünü içeren tematik haritayı üretmişlerdir. Araziden elde edilen eğitim ve test verilerinin yanı sıra Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü Farkı İndeksi (NDVI) gibi farklı indeksler yardımcı veri olarak kullanılarak sınıflandırmayı kolaylaştırmışlardır. Bu sınıflandırma sonucu ortaya çıkan tematik haritanın doğruluk ve güvenilirliğini test etmek için Hata matrisine bakılmış ve Genel Doğruluğu %82, Kappa katsayısı ise, 0,76 olarak hesaplanmış böylelikle sınıflandırma performansının çok iyi düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Torunlar vd., 2021).

UA verilerini sınıflandırmak için birçok sınıflandırma algoritması mevcuttur. Yapılan başka bir çalışmada farklı konumsal çözünürlüğe ve karakteristiğe sahip çok bantlı uydu görüntüleri kullanarak Rastgele Orman (RO) algoritmasının performansını incelemeyi amaçlamıştır. Kullanılan veriler 2005 ve 2008 yıllarında alınan Quickbird (0,6m) ve 2003 yılında alınan Ikonos (0,4m) çok bantlı uydu görüntüsünü içerir. Karşılaştırma yapılan diğer sınıflandırma algoritmaları Gentle Ada Boost (GAB), En Çok Benzerlik (EÇB) ve Destek Vektör Makineleri (DVM) dir. Kentsel alan üzerinde çekilen Ikonos görüntüsüne ait sonuçlar, RO algoritmasının, DVM' den %10 daha yüksek, GAB algoritmasının ise RO'dan %14 daha düşük sınıflandırma doğruluğu olduğunu göstermektedir. 2018 yılında Kırsal alan üzerinde alınan QuickBird görüntüsüne ait sonuçlar diğer yöntemlerden elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında RO'nun daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Gürültüye benzer örüntüler içeren QuickBird görüntüsü için de RO'nun, DVM'den yaklaşık %11 daha yüksek sınıflandırma doğruluğu verdiği gözlenmiştir (Akar ve Güngör, 2012).

Trabzon-Sürmene bölgesine ait uydu görüntüleri ile kontrollü (eğitimli) ve kontrolsüz (eğitimsiz) sınıflandırma yapılarak o alandaki tarım ürünlerini tespit etmek amacıyla bir çalışma yapılmış ancak kontrolsüz sınıflandırmada başarı sağlanamadığı görülmüştür. Kontrollü sınıflandırma ile Worldview-2 uydu görüntüsü üzerindeki alanlar bina, deniz, çay, fındık, orman ve yol olmak üzere 6 farklı alana ayrılmış ve sınıflandırmanın doğruluk derecesi %87,67 olarak hesaplanmıştır (Caf, 2020).

Arıklar ve Denizli göletlerine ait su yüzey alanlarının belirlenmesi için yapılan bir sınıflandırma çalışmasında Sentinel-2 ye ait uydu görüntüsünde sadece kırmızı mavi yeşil bantlar kullanılarak DVM, K-En Yakın Komşuluk (KEYK), Karar Ağaçları, Saklı Markov model ve Derin Öğrenme tabanlı sınıflandırma yöntemleri ile karışıklık matrisleri elde edilmiştir. Elde edilen deneysel sonuçlarda derin öğrenme tabanlı oto-kodlayıcı yöntem en başarılı, KEYK en başarısız olurken; zamansal açıdan Karar Ağaçları en hızlı, Oto-Kodlayıcı en yavaş çalışan yöntem olarak bulunmuştur (Güven, 2022).

Gökhöyük tarım işletmesine ait bitkisel üretim sahasında 2020 yılında yapılan bir çalışmada Sentinel-2 uydu görüntüleri ile RO, DVM ve KEYK makine öğrenme algoritmaları kullanılarak bitki türleri sınıflandırılması yapılmıştır. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre, en başarılı sınıflandırma RO ile %95,3 iken en düşük başarı DVM ile %75,9 bulunmuştur. KEYK ile yapılan sınıflandırma başarısı ise %91,8 olarak hesaplanmıştır (Tunca ve Köksal, 2021).

İstanbul'da yapılan bir çalışmada bu alanda orman, tarım alanı, su, çıplak alan ve kentsel alan olmak üzere beş farklı sınıf belirlenip Landsat 8 uydu görüntülerinin yüzey yansıma verileri kullanılarak 3 farklı makine algoritması ile sınıflandırma yapılmıştır. Algoritma olarak DVM, KEYK ve RO, En Çok Benzerlik (EÇB) yöntemleri kullanılmıştır. En yüksek sınıflandırma doğruluğu DVM ile %96,82, en düşük sınıflandırma doğruluğu EÇB ile %92,63 bulunmuştur (Üstüner ve Şanlı, 2017).

İstanbul Çatalca'da seçilen bir test alanına ait Sentinel-2 uydu görüntüleri kullanılarak arazi örtüsü ve arazi kullanımı nesne tabanlı sınıflandırma ile belirlenmiştir. KEYK algoritması sınıflandırma için seçilerek hata matrisleri üretilmiştir. Genel doğruluk %91,30 ve kappa katsayısı 0,89 hesaplanmıştır. Bu çalışmada Sentinel-2 uydu görüntüleri

ve makine algoritmaları kullanılarak arazi kullanımı ve arazi örtüsü tespiti için sınıflandırma çalışması yapılarak elde edilen sonuçların doğruluğu değerlendirilmiş ve hata matrisleri üretilmiştir. Küme sayısındaki artışın sınıflandırma doğruluğunu ne ölçüde etkilediği ortaya konulmuştur (İrfanoğlu vd., 2018).

Bozkır alanların sınıflandırılmasına yönelik Cihanbeyli’de yapılan bir çalışmada Sentinel-2 uydu görüntülerinden oluşan zaman serileri kullanılarak hem eğitimli hem eğitimsiz sınıflandırma bir arada uygulanmış ve %89 doğruluk elde edilmiştir (Nabdel vd., 2018).

Türkiye’nin de dahil olduğu toplam otuz altı OECD (Ekonomik iş birliği ve kalkınma örgütü) ülkesiyle yapılan çalışmada bu ülkelerin makroekonomik göstergeleri olan ithalat, ihracat, işsizlik ve enflasyon ile ülkenin ekonomik özgürlük indeks değerlerini KEYK sınıflandırma algoritmasıyla tahmin edilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre 7 ülke için algoritmanın doğru tahminler ürettiği iki ülke içinse yanlış tahmin ürettiği görülmüştür. Söz konusu algoritmanın %80,5 başarılı olduğu tespit edilmiştir (Deveci, 2020).

2.2 Python Yazılımının Kullanıldığı Çalışmalar

Uydu görüntülerinin hızlı şekilde ve yüksek doğrulukla analiz edilmesi için geliştirilen ücretli ve ücretsiz birçok paket program mevcuttur. Veri biliminde Python uygulaması kodlama dilinin basitliği, zengin kütüphaneler içermesi ve ücretsiz erişim sebebiyle çok sık tercih edilmektedir. Sınıflandırma yazılımlarının kurulum ve analiz aşamalarının uzun zaman gerektirmesi ve yüksek boyutlu olmaları sebebiyle alternatif yazılımlara gerek duyulmuştur. UA ile görüntülerin analizi ve sınıflandırılmasında Python yazılımının kullanıldığı birçok çalışma mevcuttur.

Akçay (2021) Çanakkale’de yaptığı bir çalışmada SNAP, QGIS gibi yazılımlara alternatif olarak Python dilinde Sentinel-2 uydu görüntülerine kontrollü sınıflandırma ile doğruluk analizlerini gerçekleştiren bir Python sınıflandırma araç kutusu geliştirmiştir. Geliştirilen araç kutusu ile yapılan KEYK sınıflandırma ile B2, B3, B4, B8 bantları arasındaki ilişkiyi ortaya koymuş ve hata matrislerini oluşturmuştur. Eğitim verisine ait

genel doğruluk %96,41 bulunurken test verisine ait genel doğruluk %70,61 bulunmuştur. Çalışma bölgesine ait tematik arazi kullanımı haritası üretilmiştir.

Arazi kullanımı ve arazi örtüsü sınıflandırması, UA ile uydu görüntüsünü yorumlamak için karar ağacı ve KEYK sınıflandırma teknikleri Python paketi kullanılarak uygulanmış ve hata matrisleri üretilmiştir. Doğruluk analizi sonuçlarına göre karar ağacının 99,82 KEYK algoritmasının 97,04 doğrulukları bulunmuştur. Bu doğruluğun artması için öznitelik ve örnek veri sayısının artırılması gerektiği sonucuna varılmıştır (Upadhyay vd., 2016).

Herkese açık uydu görüntülerinden 30 yıldan fazla kıyı şeridinin konumunun elde edilmesini sağlayan Python'da yazılmış bir CoastSet araç takımı üretilmiştir. Bu araç seti Landsat ve Sentinel-2 uydu görüntülerine Google Earth Engine ile ulaşabilmiştir. CoastSet'in amacı mühendislere bilim adamlarına ve kıyı yöneticilerine kıyı şeridini izlemek için pratiklik sağlamaktır (Vos vd.,2019).

Aynı çalışma alanındaki Rapid Eye ve Landsat 8 olmak üzere iki görüntü kullanılarak arazi örtüsü ve arazi kullanımı haritalarını üretmeyi amaçlamışlardır GIS, Python, ENVI ve GPS gibi çeşitli programlar kullanarak sınıflandırma yöntemleri incelenmiştir. Sınıflandırma olarak Yapay Sinir Ağları (YSA) ve DVM kullanılmıştır. YSA'nın genel performansı 0,97 iken DVM'nin 0,91 olarak bulunduğundan DVM'nin daha yüksek performans gösterdiği görülmüştür (Jasim,2019).

2020 yılında Wuhan Bilim ve Teknoloji Üniversitesinden bir grup öğrenci uzaktan algılama deneylerinin kolay anlaşılabilmesi, uygulamadan basite indirgeyip efektif sonuçlar elde edilmesi amacıyla Python tabanlı bir öğrenme portalı geliştirilmiştir. Bu uygulama ortamında öğrenciler isteklerine göre farklı modüller üzerinden giderek, yerel ağ sunucusuna bağlanarak web tabanlı araştırmalar, veri işlemleri, grafikler üzerinden deneysel deneyimler elde edebilmektedirler. Web tabanlı öğrenme ortamı tüm dünya üzerinde etki gösteren Covid-19 salgınıyla birlikte çevrimiçi eğitim için çok faydalı olmakla birlikte öğrenme ortamının işlevselliği açısından gelecekte daha fazla tercih edileceği değerlendirilmektedir. Böylelikle grafik temalı ara yüzü beceri ihtiyacını minimuma indirebilir ve diğer kullanıcılara da kullanma imkânı verebilmektedir (Li vd.,2020).

Bu çalışma son teknoloji zaman serisi özelliklerini içeren bir Python paketi olan simetri paketini tanıtmaktadır. UA zaman serisi görüntü sınıflandırması için kullanılmaktadır. Bu paket iki adet modül içermektedir. Modülde ortalama, maksimum, minimum, standart sapma, birikmiş toplam, genlik ve ilk eğimin maksimum değeri gibi metrikler hesaplanabilmektedir. Zaman serisi sınıflandırma sonucu genel doğruluk %75,66 temel ve polar metrikleri de kullanarak %91,53 olarak elde edilmiştir. Metriklerin kullanılmasının genel doğrulukta %15'lik bir artışa sebep olduğu görülmüştür (Soares vd., 2020).

Yapılan başka bir çalışmada uzaktan algılama görüntülerinin arazi örtüsü sınıflandırması için yarı otomatik sınıflandırma eklentisinin özellikleri açıklanmıştır. Özellikleri UA görüntülerinin ön işleme ve sınıflandırma aşamalarını kolaylaştırmak, verileri analize hazırlamak, sınıflandırma doğruluğunu değerlendirmek ve ek verileri entegre etmek için araçlar olan yarı otomatik sınıflandırma eklentisi QGIS yazılımı için bir Python eklentisidir (Congedo, 2021).

İlgili literatür incelendiğinde, bu çalışma ile geçmiş çalışmalara katkı olarak arazi kullanımı ve arazi örtüsü belirlenmesinde K-Kümeleme algoritmasında küme sayısındaki artışın arazi türlerindeki sınıflandırma başarısına ve homojenlik oranına katkısı incelenmiştir. Buna ek olarak eğitilmiş ve eğitimsiz sınıflandırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı esnek bir yazılım tasarlanmıştır. Tasarım dahilinde gelecek çalışmalar için farklı sınıflandırma algoritmaları eklenerek doğruluk analizleri karşılaştırılması yapılabilecektir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM YÖNTEM

3.1 Çalışma alanı

Bu çalışma Türkiye'nin kuzeybatısında, Marmara bölgesine ait Çanakkale ilinde gerçekleştirilmiştir. Çanakkale ili $25^{\circ} 40'-27^{\circ}30'$ doğu boylamları ve $39^{\circ}27'-40^{\circ}45'$ kuzey enlemleri arasında 9.933 km^2 lik bir alanı kaplayan Asya ve Avrupa kıtalarında toprakları bulunan kendi adını taşıyan boğaz ile ikiye bölünmüş bir şehirdir. Topraklarının büyük bir kısmıyla Marmara Bölgesinin Güney Marmara bölümüne; Edremit Körfezi kıyısındaki küçük bir alanı ise, Ege Bölgesine girer. TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) verilerine göre güncel nüfusu 562.230 dur (TÜİK,2022). Şekil 1 de çalışma alanı gösterilmiştir.



Şekil 1. Çalışma Alanı

3.2. Veri Seti

Bu çalışmada Çanakkale iline ait 30 Ağustos 2020 tarihli Sentinel-2 uydu görüntüsü kullanılarak arazi tespiti ve sınıflandırma çalışması yapılmıştır. Uydu görüntüsü Avrupa Uzay Ajansı (ESA)'nın SNAP uygulaması ile ücretsiz temin edilmiştir. Şekil 2 de çalışma alanının doğal renklendirilmiş uydu görüntüsü görülmektedir. Sentinel uyduları Avrupa Uzay Ajansının Kopernik program kapsamında uzaya gönderilen UA amaçlı bir uydu filosudur. Bu uydu filosu, temel olarak gıda güvenliğinin yönetilmesine yardımcı olmak, tarım ve ormancılık uygulamaları çevresel yönetim, iklim değişikliğinin etkilerini anlama ve çözüm önerileri geliştirme gibi birçok amaca hizmet etmektedir. Bu filonun en çok kullanılan algılayıcı platformlarından olan Sentinel-2 uyduları iki uydu ile 5 günde bir 56° güney ve 83° kuzey enlemler arasındaki kara ve kıyı alanları için görüntüleme yapmaktadır. Dalga boyuna bağlı olarak 10 m, 20 m ve 60 m mekânsal çözünürlüğe sahip ücretsiz veri sağlayan Sentinel-2 uyduları 13 banttan oluşmaktadır (Suhet, 2013). Bu çalışmada yüksek çözünürlüklü olmasından dolayı B2, B3, B4 ve B8 bantları kullanılmıştır. Sentinel-2'ye ait tüm görüntü bantlarına ait teknik özellikler Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 2. Çalışma alanının Sentinel-2 uydu görüntüsü

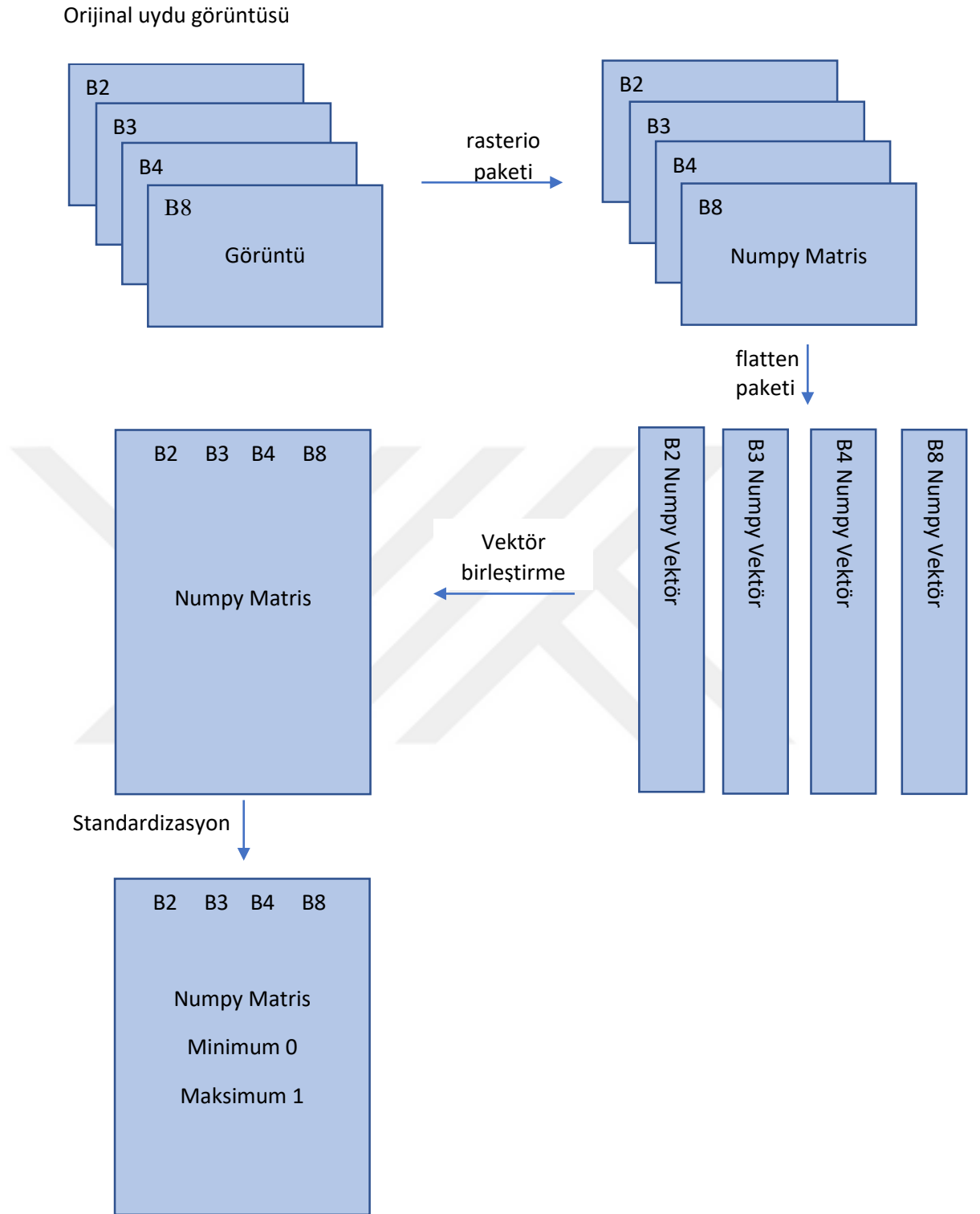
Tablo 1

Uygulamada kullanılan veri setinin özellikleri

Sentinel-2 grupları	Merkezi dalga boyu (μm)	Çözünürlük (m)
Bant 1- Kıyı aerosol	0.443	60
Bant 2- Mavi	0.490	10
Bant 3- Yeşil	0.560	10
Bant 4- Kırmızı	0.665	10
Bant 5- Kırmızı Kenar	0.705	20
Bant 6- Kırmızı Kenar	0.740	20
Bant 7- Kırmızı Kenar	0.783	20
Bant 8- NIR	0.842	10
Bant 8A- Kırmızı Kenar	0.865	20
Bant 9- Su Buharı	0.945	60
Bant 10- SWIR- Sirius	1.375	60
Bant 11- SWIR	1.610	20
Bant 12- SWIR	2.190	20

3.3. Yöntem

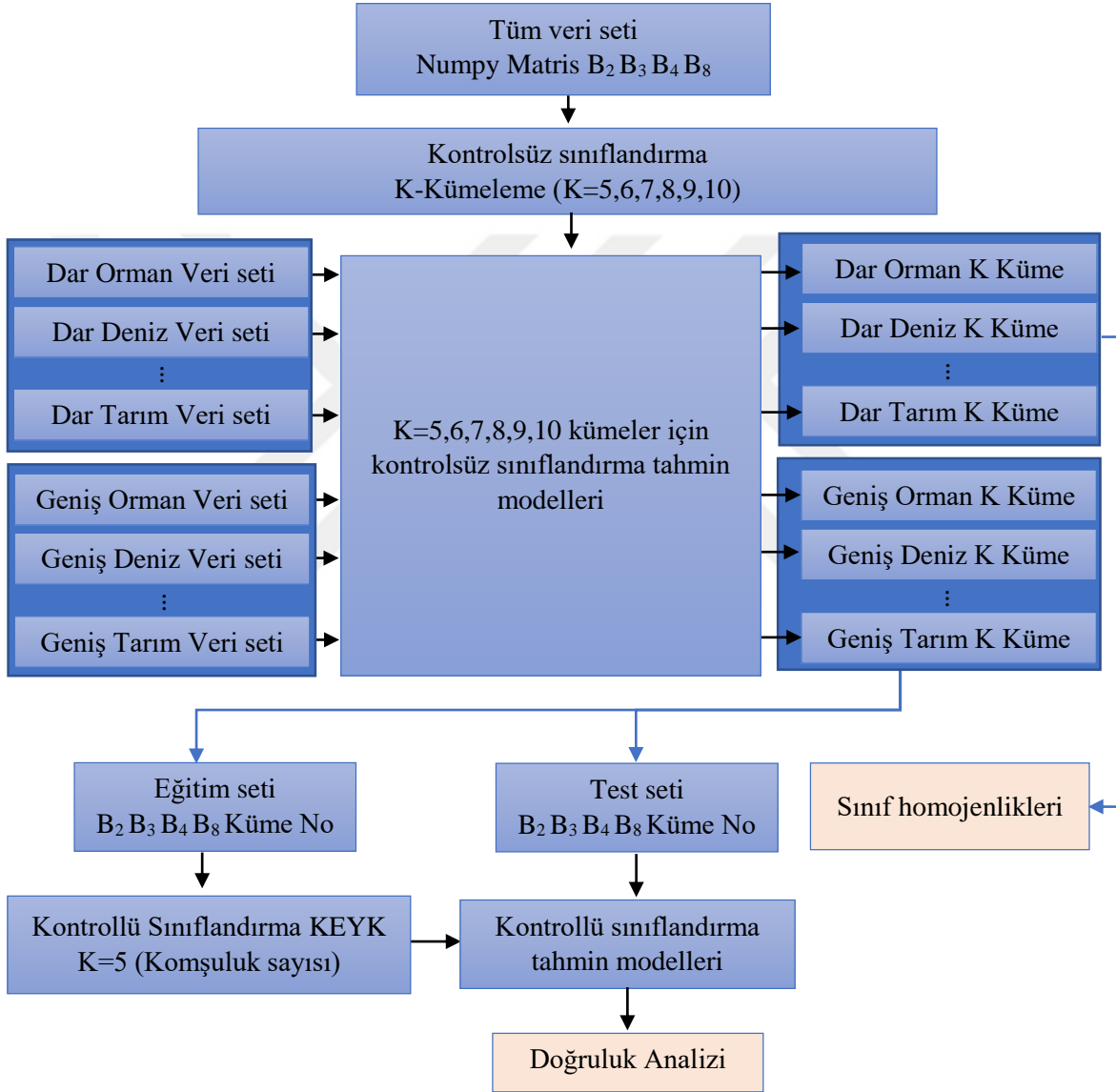
Çalışmada öncelikle orijinal uydu görüntüsünün B2 B3 B4 B8 bant değerlerinin Rasterio paketi ile Pythona aktarımı sağlandı. Bant değerleri numpy matrislerine dönüştürüldü ve flatten fonksiyonu ile her bir bant değeri sütun vektör haline getirildi. Bantları temsil eden dört sütun vektörü birleştirilerek tek bir matris elde edildi. Ayrıca tüm bantların piksel değerleri arasında skaler uyumu sağlamak için standardizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlem ile tüm veri setlerinin piksel değerleri 0-1 aralığında olacak şekilde yapılmıştır. SNAP den alınan orijinal uydu görüntüsünün Python'a aktarımı ve verilerin hazırlanması ile ilgili iş-akış şeması Şekil 3' te verilmiştir.



Şekil 3. Verilerin hazırlanması iş akış şeması

Oluşturduğumuz bu veri setimize kontrolsüz sınıflandırma algoritması olan K-Kümeleme uygulanarak küme merkezlerine dayalı tahmin modeli oluşturuldu. Eğitim ve test veri setleri uydu görüntüsü üzerinden ESA SNAP uygulaması ile her bir sınıf için görsel

olarak birden fazla poligon belirlenerek ESRI Shape File (shp) formatında geniş ve dar arazi örnekleri kesilerek oluşturulmuştur. Sınıflandırma işlemi için veriler %50 eğitim %50 test verisi olacak şekilde rastlantısal olarak bölünmüştür. Veriler hazırlandıktan sonra kontrollü sınıflandırma metodu olan KEYK algoritması ile modellenerek doğruluk analizleri oluşturulmuştur. Gerçekleştirilen uygulamaya ait iş akış şeması Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. İş-akış şeması

Elde edilen çalışmalar Python programa dili kütüphanelerine dayalı script olarak ifade edilen kod blokları ile gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen kodlar içerisinde yer alan bazı önemli paketler ve bu paketlerin kullanım amaçları Tablo 2’de görüldüğü gibi açıklanmıştır. Şekil-3’teki iş-akış algoritması Tablo 2’de yer alan kütüphanelere dayalı olarak Python

programlama dilinde kodlanarak oluşturulmuştur. Python kütüphanelerinden rasterio; coğrafi bilgi sistemleri, uydu görüntüleri ve arazi modelleri gibi dijital görüntü veri kümelerini düzenlemek, depolamak ve numpy paketi n-boyutlu matrislere dönüştürmek için kullanılır. Uydu görüntüsünün bant değerlerini Python'a aktararak numpy matrislerine dönüştürülmesi gerçekleştirdi.

Numpy, çok boyutlu dizilerle ve matrislerle çalışmamızı sağlayan matematiksel işlemler yapabileceğimiz açık kaynak ve nümerik bir python kütüphanesidir. Numpy ve diğer tüm paketleri kullanmak için kodumuzu yazmadan önce import ile ilgili kütüphane çağrılmalıdır.

Matplotlib, verileri görselleştirerek 2 boyutlu çizimler yapabilen ücretsiz bir kütüphanedir. Bazı temel komutları şu şekildedir;

plt.title(): Çizdiğimiz grafiğin başlığını belirler.

plt.xlabel(): Grafiğin x ekseninin adını belirler.

plt.ylabel(): Grafiğin y ekseninin adını belirler.

plt.show(): Grafiği ortaya çıkarır.

plt.legend(): Grafik elemanları adlandırdığımız etiketleri grafikte gösterir.

Pandas kütüphanesinin iki temel veri yapısını 1 boyutlu seriler ve DataFrame oluşturur. Pandas ile veri kümeleri kolayca yeniden şekillendirilir, DataFrame ve daha yüksek boyutlu nesnelere sütunlar ekleyip silinebilir, veriler otomatik olarak hizalanabilir ve eksenlerin hiyerarşik etiketlenmesi gerçekleştirilebilir.

Sklearn veri işleme, boyutsal küçülme, model seçimi, regresyon, sınıflandırma ve küme analizi gibi işlemler yapılan açık kaynaklı bir pakettir.

Seaborn, Matplotlib kütüphanesi tabanlı, istatistiksel bir Python veri görselleştirme kütüphanesidir. Özellikleri arasında görselleştirmeyi daha anlaşılır hale getiren geniş renk skalası, karmaşık görselleştirmeyi oluşturmayı sağlayan multi-plot gridleri desteklemesi, altkümeler arasında karşılaştırma yapmak için tek ve çift değişkenli görselleştirmeler vardır.

PIL (Python Imaging Library) python programlama dili için geliştirilen açık kaynak kodlu grafik işleme kütüphanesidir. Birçok görüntüleme ve grafik türünü açıp kaydetme, çizim düzenleme ve filtreleme gibi fonksiyonlara sahiptir.

Tablo 2

Uygulamada kullanılan Python kütüphaneleri

Paket adı	Açıklaması
Rasterio	Uydu görüntüleri veri kümelerini düzenler, depolar ve numpy n-boyutlu dizilere dönüştürür.
numpy	Çok boyutlu dizileri destekleyen bilimsel hesaplama paketidir. Lineer cebir işlemlerini gerçekleştirir.
matplotlib	Grafik çizim ve görselleştirme paketidir. Üretilen görüntü ve grafiklerin istenilen formatlara dönüştürülerek kaydedilmesini sağlar.
sklearn	İstatistiksel tahminlere dayalı makine öğrenmesi algoritmalarını çalıştırır ve analiz eder. Çok sayıda kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma algoritmaları içerir.
pandas	Tablosal veri düzenleme ve analiz aracıdır. Verilerin işlenmesinde esneklik sağlaması nedeniyle özellikle CBS ve diğer veri tabanı uygulamalarında tercih edilmektedir.
seaborn	İstatistiksel veri görselleştirme kütüphanesidir. Verilerin görsel yorumlanması için gerekli kütüphanedir.
PIL	Görüntü okuma, yazma ve işleme aracıdır. Birçok görüntü işleme algoritması içerir.
fiona	Çok katmanlı CBS formatlarını kullanarak geo-referanslı verileri okuyabilir ve yazabilir.
pycrs	Çeşitli koordinat referans sistemi (CRS) arasında okuma, yazma ve dönüştürme yapar. Coğrafi koordinatlarına uygun projeksiyon çeşitleri ile çalışma imkanı sağlar.

3.4. Sınıflandırma Yöntemleri ve Uygulama

Uydu görüntülerinin içerdiği verileri bilgiye dönüştürmek, araziler hakkında bilgi edinebilmek ve harita oluşturabilmek için çeşitli istatistiksel analiz yöntemlerine sınıflandırma denir (Doğan, 2008).

Sınıflandırma için yaygın olarak kullanılan kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma adı altında iki metot bulunmaktadır.

K-Ortalamaları algoritması 1967 yılında J.B Macqueen tarafından geliştirilmiştir. Algoritmada ilk küme merkezleri belirlenir veriler arasından küme sayısı olan k adet rasgele nokta seçilir. Her bir verinin seçilen merkez noktalarla olan uzaklığı hesaplanır. Oluşan kümelerin yeni merkez noktaları o kümedeki tüm nesnelerin ortalama değeri ile değiştirilir, Merkez noktalar değişmeyene kadar adımlar tekrarlanır (Demiralay ve Çamurcu, 2005). Piksellerin spektral küme merkezlerine olan uzaklıkları;

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n dist^2 (m_i, x) \quad (1)$$

Denklemleri ile hesaplanmaktadır.

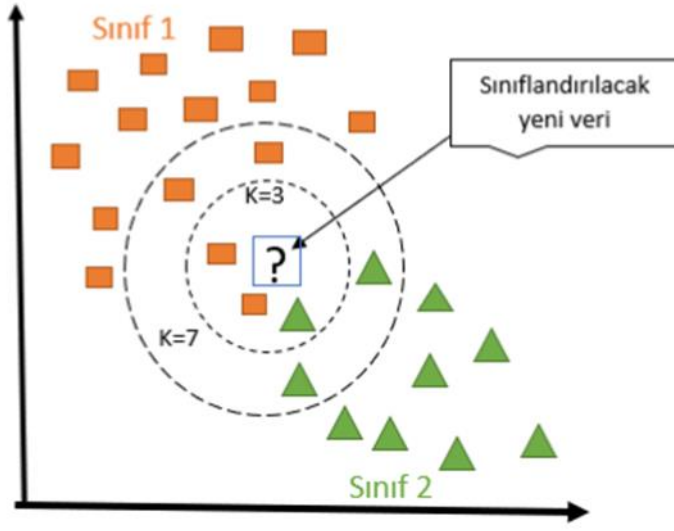
m_i : Küme merkezlerini,

X: Her bir pikseli,

k: Sınıf sayısını,

n: Piksel sayısını tanımlar.

Çalışmada kullanılan diğer bir sınıflandırma metodu olan KEYK algoritmasıdır. Burada K komşu sayısını gösterir ve amaç en yakın komşuyu bulmaktır. KEYK uygulanırken; önce veriler sayısallaştırılır ve K komşu sayısı belirlenir. Şekil 6'da genel gösterimi verilmiştir. Yeni veri ile diğer veriler arasındaki mesafeler öklid yöntemine göre hesaplanır. Yeni gözleme göre en yakın K tanesi seçilir. Yeni gözlem değeri, en kısa uzaklığa sahip K adet gözlem değerinin aritmetik ortalaması alınarak bulunur (Alkış, 2017).



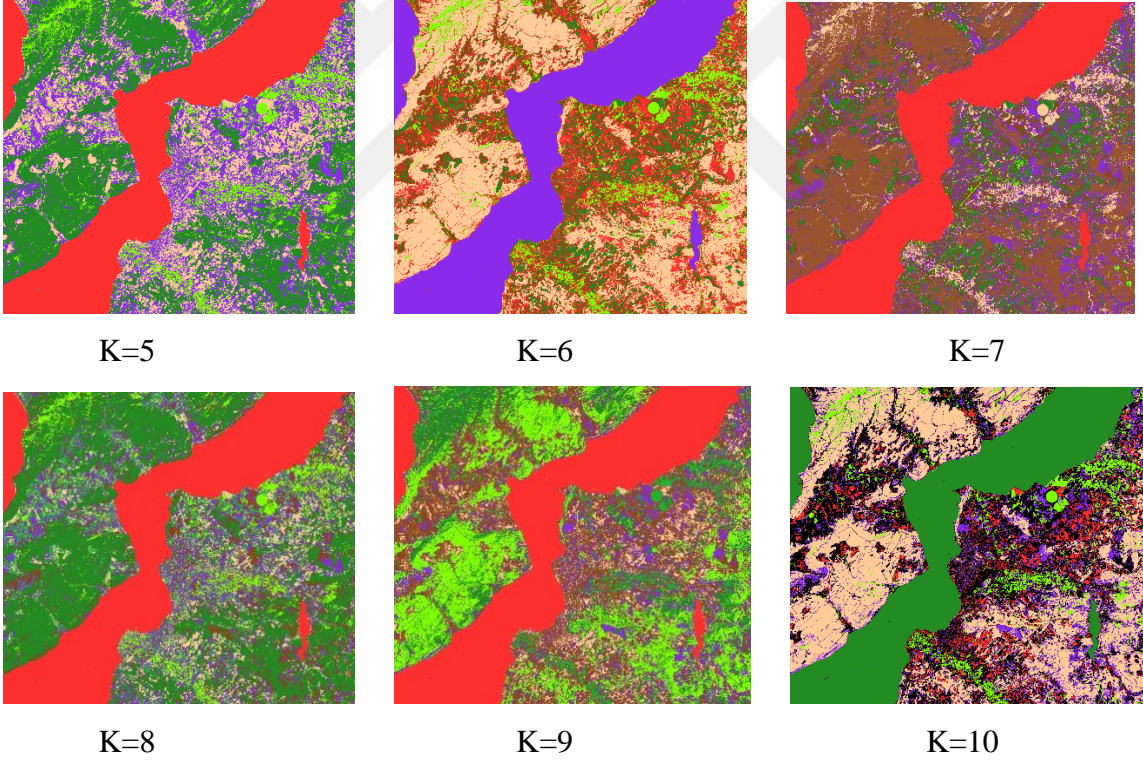
Şekil 5. En yakın komşu algoritması genel gösterimi

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Kontrolsüz Sınıflandırma Sonuçları

Bu çalışmada 30 Ağustos 2020 tarihli Avrupa Uzay Ajansına ait Sentinel-2 optik uydu görüntüsü kullanılmıştır. Görüntüye ait bantlardan sadece yüksek çözünürlüklü B2 B3 B4 ve B8 e ait jp2 uzantılı dosyalar kullanılmıştır. Bu bant değerlerinden oluşan genel veri setimize öncelikle kontrolsüz bir sınıflandırma algoritması olan K-kümeleme küme sayısı 5,6,7,8,9,10 olarak uygulanmıştır. K kümeleme algoritması ile bölgenin sınıflandırılmış harita örnekleri görselleştirme amaçlı png formatında görüntü dosyası üretilip kaydedilmiştir (Şekil 5).



Şekil 6. Kümeleme sonucu harita örnekleri

4.2 Kontrollü Sınıflandırma Sonuçları

Eğitim ve test alanları uydu görüntüsü üzerinden ESA SNAP uygulaması ile Baraj, Yerleşim, Dağlık Alan, Deniz, Orman, Tarım Arazisi, Tatlı Su, Toprak Arazi, Yanmış Orman Alanı ve Yeşil Alan gibi 10 farklı sınıf için ayrı ayrı belirlenerek shp dosyaları üretilerek kaydedilmiştir (Şekil 7). Ayrıca aynı arazi türlerini daha küçük homojen alanlar olarak belirleyerek test veri seti oluşturulmuştur.(Şekil 8)



Şekil 7. Geniş arazi örnekleri



Şekil 8. Dar arazi örnekleri

Oluşan model %50 eğitim ve %50 test veri seti olmak üzere 2 ye ayrıldı. Eğitim setine KEYK algoritması K=5 için uygulanarak doğruluk analizleri ve hata matrisleri gerçekleştirildi.

Ayrıca arazi türlerini daha küçük homojen alanlar belirleyerek aynı şekilde tahmin edilerek sınıflandırıldı. Homojenlik oranları istatistiksel olarak hesaplandı.

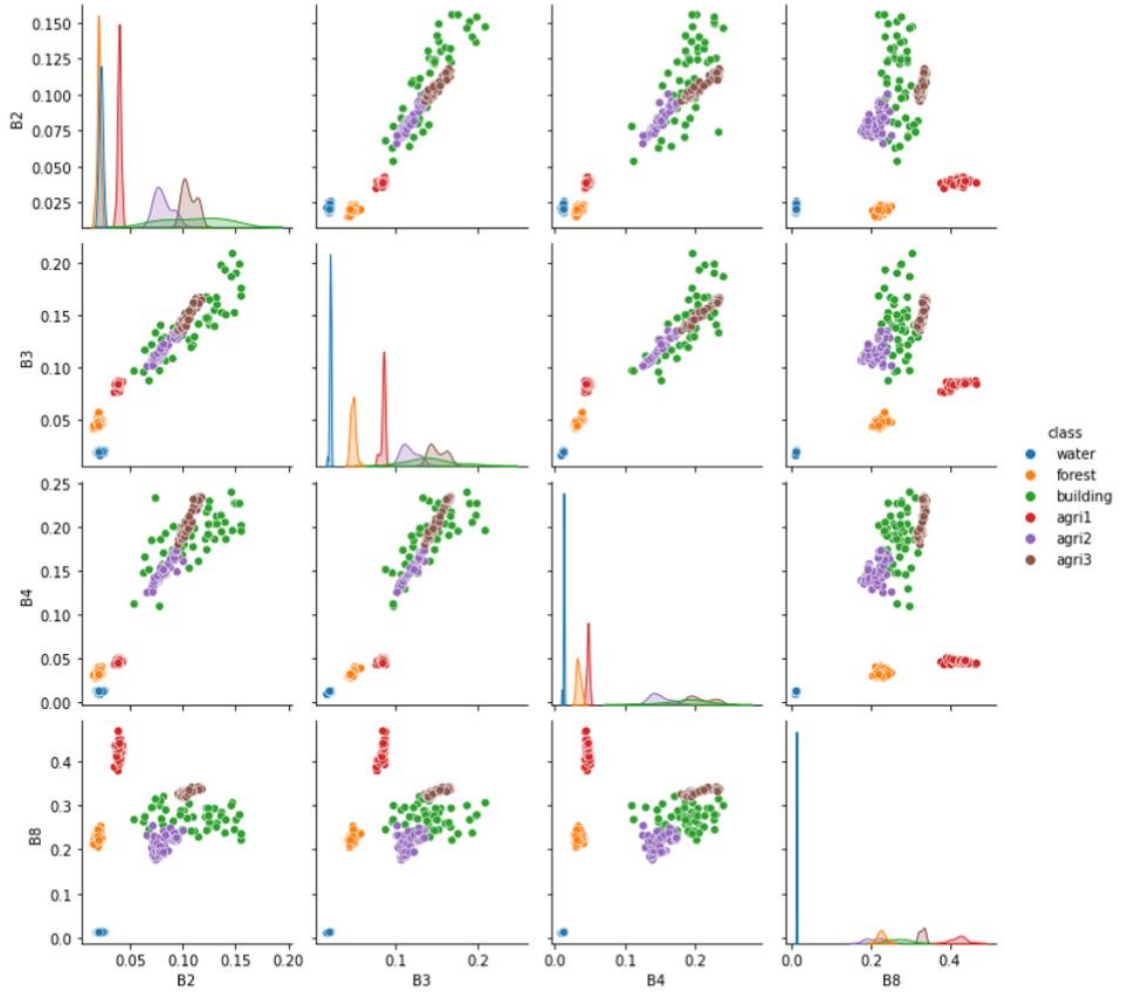
Kümeleme sonuçları Tablo 3'te gösterilmiştir. Kümeleme sonuçlarına göre küme sayısı arttıkça homojenlik oranları ve sınıflandırma doğruluğunun azaldığı görülmektedir. Deniz, Ormanlık alan_1, Ormanlık alan_2, Tatlı su, Yanmış alan, Bina_1 ve Bina_2 arazi türlerinin homojenlik oranlarının diğer arazi türlerine göre daha düşük olması çalışma bölgesini temsil etme oranının daha düşük olduğunu göstermektedir. Baraj, Toprak Arazi, Tarım Arazisi ve Yeşil Alan sınıflarının homojenlik oranları daha yüksek olduğu görülmektedir. En düşük homojenlik oranı %31 ile Yanmış alan, en yüksek homojenlik oranı %98 ile baraj sınıfına aittir.

Tablo 3

K Kümeleme Sonuçları

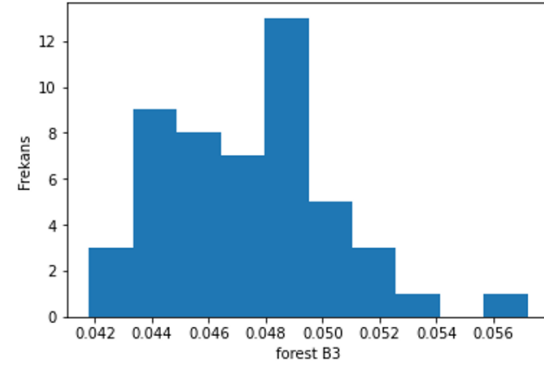
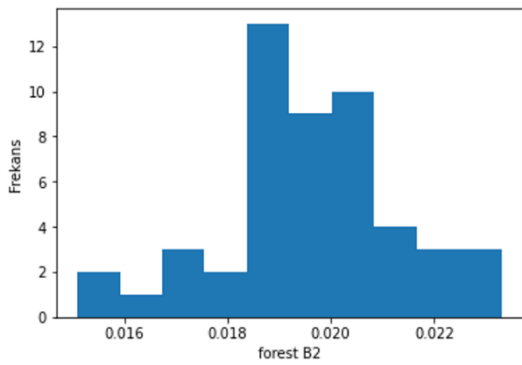
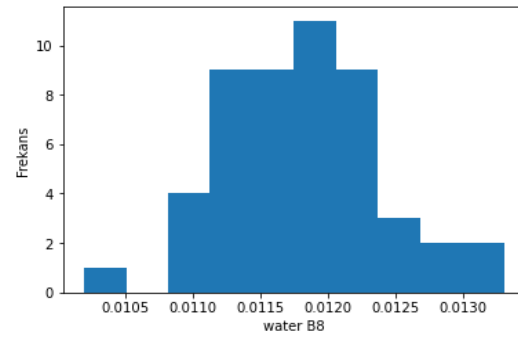
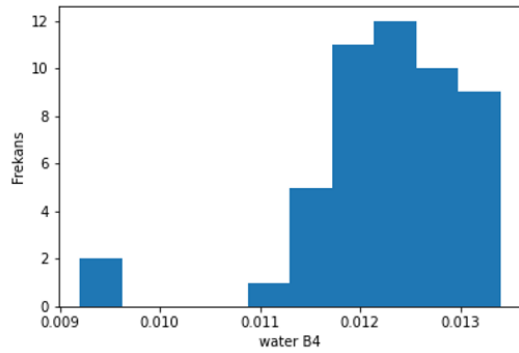
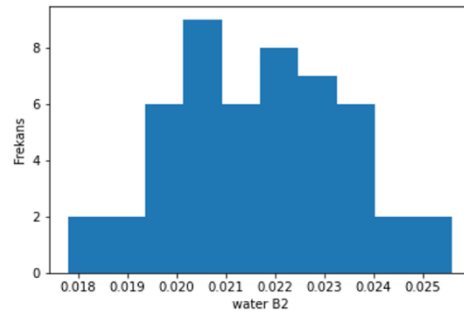
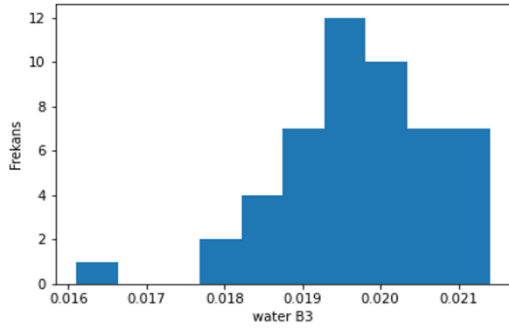
Arazi Türleri	K=5		K=6		K=7		K=8		K=9		K=10	
	Doğruluk Oranı	Homojenlik Oranı	Doğruluk Oranı	Homojenlik Oranı	Doğruluk Oranı	Homojenlik Oranı	Doğruluk Oranı	Homojenlik Oranı	Doğruluk Oranı	Homojenlik Oranı	Doğruluk Oranı	Homojenlik Oranı
Baraj	0.99	0.98	0.98	0.97	0.98	0.97	0.98	0.96	0.98	0.96	0.98	0.96
Bina_1	0.98	0.62	0.97	0.46	0.96	0.40	0.96	0.35	0.96	0.35	0.95	0.34
Bina_2	0.98	0.88	0.97	0.83	0.97	0.62	0.96	0.58	0.96	0.58	0.95	0.57
Dağlık alan_1	0.99	0.91	0.99	0.89	0.99	0.76	0.99	0.74	0.99	0.76	0.99	0.73
Dağlık alan_2	0.99	0.97	0.99	0.96	0.98	0.84	0.98	0.81	0.98	0.81	0.98	0.80
Deniz	0.99	0.84	0.99	0.65	0.99	0.51	0.99	0.53	0.99	0.46	0.99	0.59
Ormanlık alan_1	0.98	0.81	0.98	0.66	0.98	0.46	0.98	0.40	0.98	0.40	0.98	0.41
Ormanlık alan_2	0.99	0.81	0.98	0.73	0.99	0.42	0.99	0.40	0.99	0.40	0.99	0.39
Tarım arazi_1	0.99	0.97	0.98	0.97	0.98	0.93	0.98	0.92	0.98	0.92	0.98	0.92
Tatlı su_2	0.99	0.39	0.99	0.38	0.99	0.38	0.99	0.40	0.99	0.37	0.98	0.34
Toprak arazi_1	0.98	0.97	0.98	0.95	0.98	0.89	0.98	0.87	0.97	0.87	0.97	0.86
Yanmış alan	0.99	0.35	0.99	0.32	0.98	0.32	0.98	0.33	0.98	0.31	0.98	0.34
Yeşil alan_1	0.99	0.82	0.99	0.81	0.98	0.87	0.98	0.85	0.98	0.90	0.98	0.91

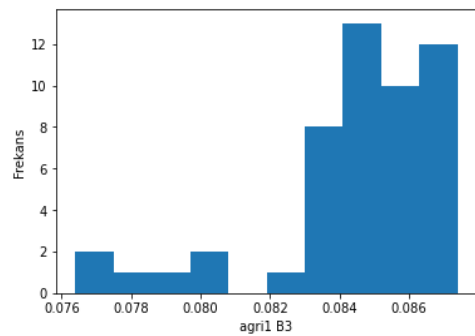
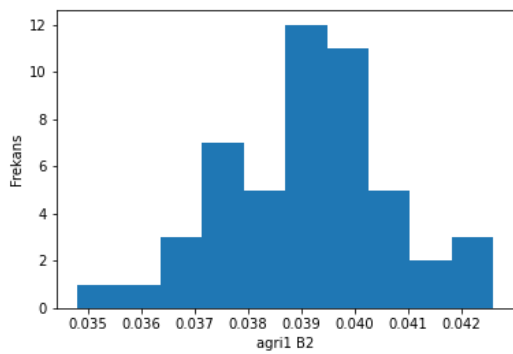
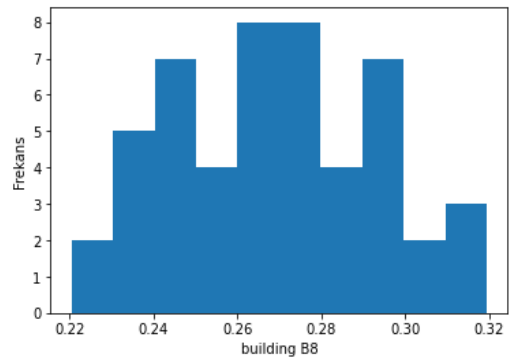
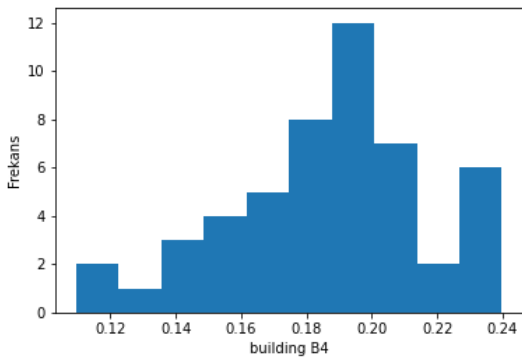
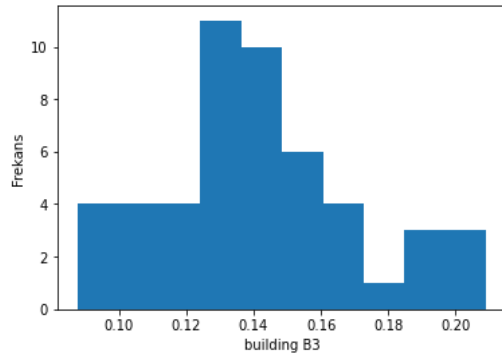
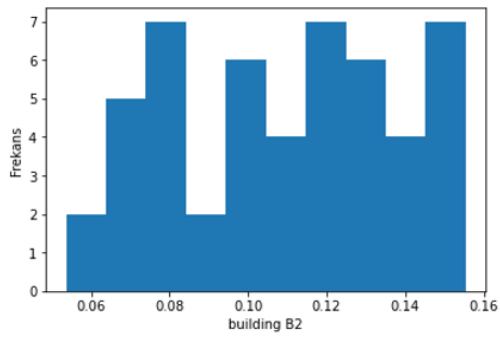
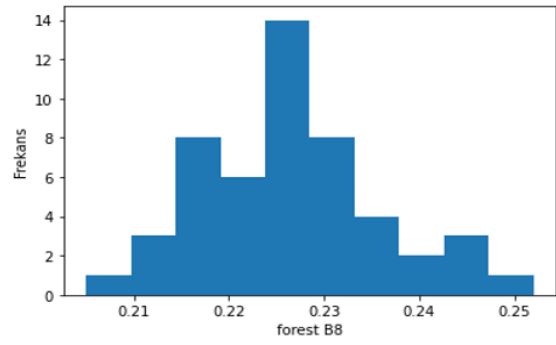
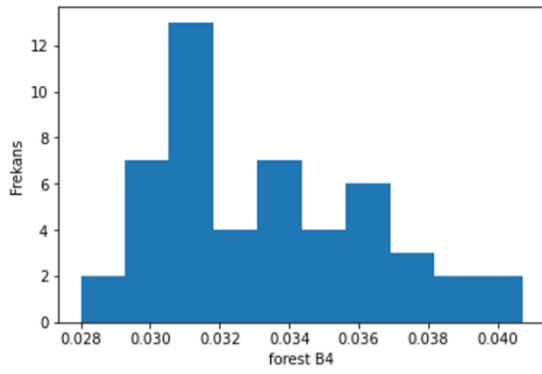
Doğruluk analizlerinin yanında bant değerleri ile sınıf atamaları arasındaki ilişki grafik olarak elde edildi. Bu çalışma ile bantların ayırt edici özellikleri değerlendirildi. Bant-sınıf ilişkisi grafiği Şekil 8’ de görülmektedir. Grafiğe bakarak B2 ile B3 ün yüksek bir korelasyona sahip olduğu ve B8 in de özellikle su, orman ve tarım alanı sınıflarında başta olmak üzere ayırt ediciliğinin fazla olduğu görülmektedir.

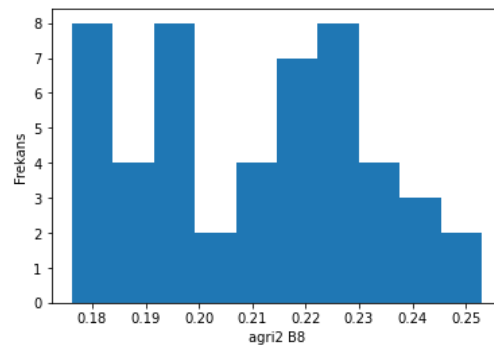
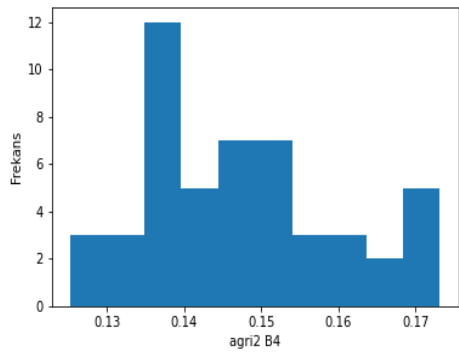
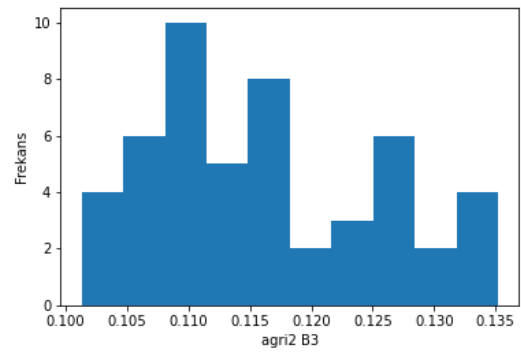
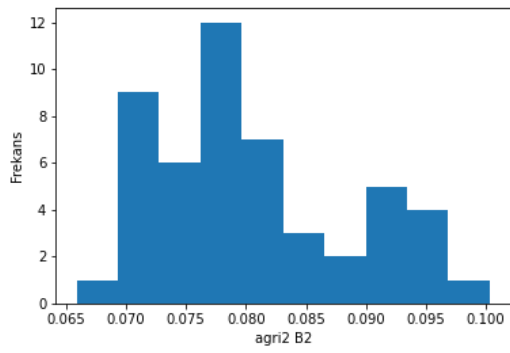
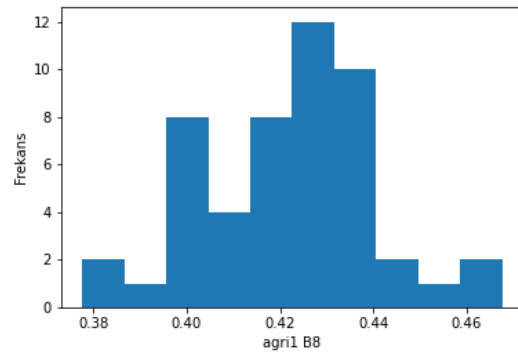
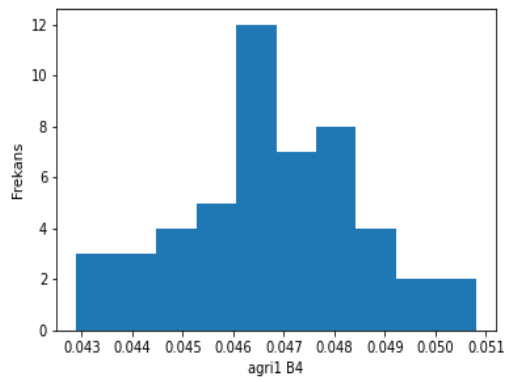


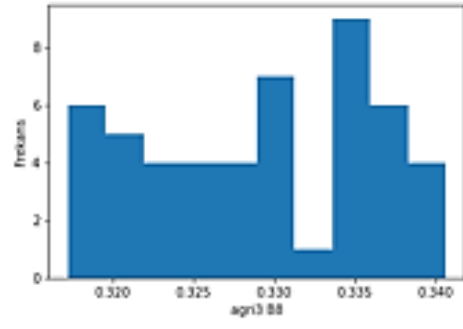
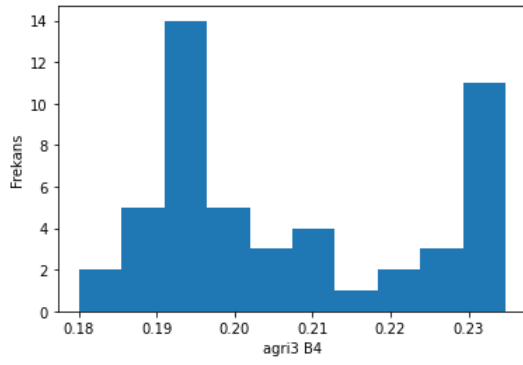
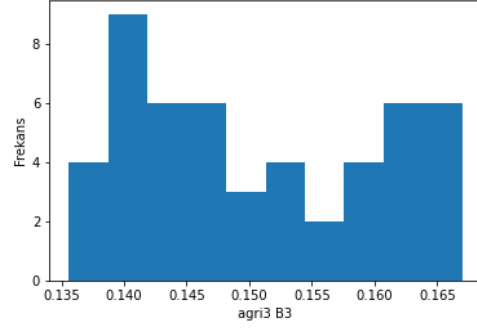
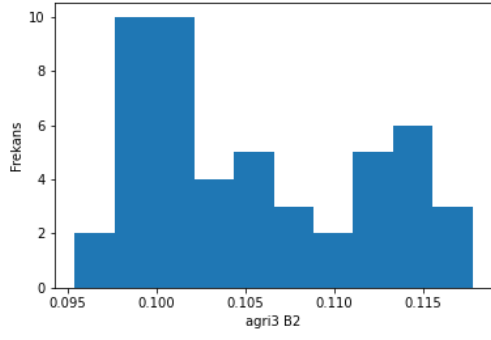
Şekil 9. Bant-Sınıf ilişki grafiği

Ayrıca verinin görsel analizi için bant değerlerinin her bir sınıf için histogram grafikleri elde edildi. Grafikler incelendiğinde su sınıfını en iyi temsil eden B3 bandı olduğu, “forest” sınıfı içinse dört bant değerinin de iyi temsil ettiği görülmektedir. Yerleşim ve tarım alanları sınıfları içinse en iyi temsili B4 bandı sağlamaktadır.









Şekil 10. Bant-Sınıf histogram grafikleri

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında Çanakkale iline ait bir bölge için Sentinel-2 uydu görüntüsü kullanılarak kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma algoritmaları ile doğruluk analizlerinin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Veri seti olarak Sentinel-2 uydu görüntüsünün sadece B2 B3 B4 B8 bant değerleri kullanılmıştır. SNAP ten alınan orijinal uydu görüntüsü Python'a aktarılarak uygun veri seti oluşturulmuştur. Veri setine önce kontrolsüz bir sınıflandırma algoritması olan k-kümeleme uygulanmış ve küme merkezlerine dayalı bir model oluşturulmuştur. SNAP programı üzerinden geniş ve dar arazi örnekleri kesilerek eğitim ve test veri setleri oluşturulmuştur. Arazi türleri olarak baraj, deniz, ormanlık alan, tarım arazi, dağlık alan, toprak arazi, yeşil alan ve bina gibi farklı arazi sınıfları seçilmiştir. Sınıflandırmada K-kümeleme algoritması küme sayısı artırılarak uygulanmış eğitim ve test veri setleri oluşturulmuş ve bölgelerin homojenlik oranlarına bakılmıştır. Homojenlik oranları incelenerek kümeleme sonucu ortaya çıkan sınıflandırma ile arazi türlerinin ne ölçüde çalışma bölgesini temsil ettiği istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Yapılan analizlerde görülmektedir ki küme sayısındaki artışın arazi türlerinde sınıflandırma doğruluğunu ve homojenlik oranını olumsuz etkilemektedir. Arazi türüne ve küme sayısına bağlı olarak K-kümeleme ve k-en yakın komşu algoritmaları kullanılarak yapılan sınıflandırmada en yüksek doğruluk %98 iken en düşük doğruluk %31 olarak tespit edilmiştir. Homojenlik oranı en yüksek arazi sınıfı baraj olurken en düşük arazi türü yanmış alan olarak tespit edilmiştir. Sınıflandırma doğruluğunda ise en yüksek %99 iken en düşük doğruluk %95 bulunmuştur.

Literatürde bulunan uydu görüntüsü sınıflandırma çalışmaları ile bu çalışmanın farkı eğitilmiş ve eğitimsiz sınıflandırma metodlarının bir arada kullanıp arazi türlerinin homojenlik oranlarına bakarak sınıflandırma yapmış olmasıdır. Gelecekteki çalışmalarda farklı sınıflandırma algoritmaları kullanılarak doğruluk analizleri ve homojenlik oranları karşılaştırmaları yapılabilir. Arazi sınıflarını kesme işlemini farklı programlar yardımıyla gerçekleştirebiliriz.

KAYNAKÇA

- Akar, Ö. ve Güngör, O. (2012). Rastgele orman algoritması kullanılarak çok bantlı görüntülerin sınıflandırılması. *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*; 1(2), 139-146.
- Akçay, Ö. (2021). Optik Uydu Görüntü Sınıflandırması için Python Tabanlı Bir Araç Kutusu. 18. *Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*. Ankara: TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası.
- Alkış, B. N. (2017). *Çoklu lojistik regresyon ve k-en yakın komşu yöntemleri ile BIST100 endeks getiri yönünün tahmini*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Beşli, N. ve Tenekeci, M. E. (2020). Uydu verilerinden karar ağaçları kullanılarak orman yangını tahmini. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*; 11(3), 899-906.
- Caf, D. (2020). *Tarımsal ürünlerin uzaktan algılama ile tespiti*. Iğdır: Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Catalyst Professional*. (2022, 05 26). Catalyst Professional Web sitesi: <https://catalyst.earth/products/catalyst-pro/> adresinden alındı
- Cengiz, S., Görmüş, S. ve Ateşoğlu, A. (2014). Uzaktan algılama aracılığıyla tarımsal peyzaj karakterizasyonu. 5. *Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2014)*. İstanbul.
- Congedo, L. (2021). Semi-Automatic Classification Plugin: A Python tool for the download and processing of remote sensing images in QGIS. *The Journal of Open Source Software*.
- Demiralay, M. ve Çamurcu, Y. (2005). CURE, AGNES ve K-MEANS algoritmalarındaki kümeleme yeteneklerinin karşılaştırılması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*; 4(8), 1-18.
- Dengiz, O. ve Turan, İ. D. (2014). Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistem Teknikleri Kullanılarak Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı Zamansal Değişimin Belirlenmesi:Samsun Merkez İlçesi Örneği (1984-2011). *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*.

- Deveci, E. (2020). *K-En Yakın Komşu Algoritması ile Ekonomik Özgürlük Endeksinin Tahmin Edilmesi: OECD Ülkelerinde Örnek Uygulama*. İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi İktisat Anabilimdalı.
- Doğan, İ. (2008). *Uzaktan algılama verileri ile kıyı çizgisi değişiminin zamansal olarak belirlenmesi: Alaçatı örneği*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Döş, M. E. ve Uysal, M. (2019). Uzaktan algılama verilerinin derin öğrenme algoritmaları ile sınıflandırılması. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi; 1(1)*, 28-34.
- Günen, M. A. (2022). Sentinel-2 görüntüleri kullanılarak su yüzey alanlarının belirlenmesinde sınıflandırıcıların performanslarının incelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 12(1)*, 235-245.
- Harita Genel Komutanlığı, Fotogrametri Dairesi, Ankara. (2015). Hiperspektral görüntülerin eğitimsiz sınıflandırma sonuçlarının karşılaştırılması. *Harita Dergisi*.
- İrfanoğlu, F. ve Bektaş Balçık, F. (2018). Arazi örtüsü ve arazi kullanımı sınıflarının sentinel-2 görüntüsü ve nesne tabanlı sınıflandırma yöntemiyle belirlenmesi. VII. *Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu*. Eskişehir.
- Jasim, O., Hasoon, K. ve Sadiqe, N. (2019). Mapping LCLU Using Python Scripting. *Engineering and Techonology Journal, Vol. 37, Part A, No. 04*.
- Kavzaoğlu, T. ve Çölkesen, İ. (2010). Karar ağaçları ile uydu görüntülerinin sınıflandırılması: Kocaeli örneği. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi; 2(1)*, 36-45.
- L3Harris Geospatial. (2022, Mayıs 26). L3Harris Geospatial Web sitesi: <https://www.l3harrisgeospatial.com/Software-Technology/ENVI> adresinden alındı
- Li, J., Sheng, J., Chen, Y., Ke, L., Yao, N., Miao, Z., . . . Wang, Q. (2020). A web-based learning environment of remote sensing experimental class with python. 2020 XXIV. ISPRS Congress. Wuhan, China: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.
- Mas, J.-F., Lemoine-Rodriquez, R., Gonzalez-Lopez, R., Lopez-Sanchez, J., Pina-Garduno, A. ve Herrera-Flores, E. (2017). Land Use/Land Cover Change Detection

Combining Automatic Processing And Visual Interpretation. *European Journal Of Remote Sensing*, 626-635.

Nabdel, L., Demirbař Çađlayan, S., S.Zeydanlı, U. ve Lelođlu, U. (2018). Multispektral Görüntü Serilerinden Bozkırların Tespiti. *VII. Uzaktan Algılama CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2018)*. Eskişehir.

Soares, A., Bendini, H., Vaz, D., Uehara, T., Neves, A., Lechler, S., . . . Fonseca, L. (2020). Stmetrics: A python package for satellite image time-series feature extraction. *IGARSS 2020- 2020 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*. Big Island of Hawaii.

SUHET. (2013). Sentinel-2. In B. Hoersch, *Sentinel-2 User Handbook*. Paris, France: European Space Agency (ESA).

Talukdar, S., Singha, P., Mahato, S., Shahfahad, Pal, S., Liou, Y.-A. ve Rahman, A. (2020). Land-Use Land-Cover Classification By Machine Learning Classifiers For Satellite Observation-A Review. *Remote Sensing*, 12(7), 1135.

Torunlar, H., Tuđaç, M. G. ve Duyan, K. (2021). Nesne tabanlı sınıflandırma yönteminde sentinel-2A uydu görüntüleri kullanılarak tarımsal ürün desenlerinin belirlenmesi: Konya-Karapınar örneği. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*; 3(2), 36-46.

Tunca, E. ve Köksal, E. S. (2021). Sentinel-2 uydu görüntülerinden bazı bitki türlerinin makine öğrenmesi için belirlenmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1), 189-200.

TÜİK. (2022, Mart 12). *Türkiye İstatistik Kurumu*. Türkiye istatistik Kurumu Web Sitesi: <https://www.tuik.gov.tr/> adresinden alındı

Upadhyay, A., Singh, S., Shetty, A. ve Siddiqui, Z. (2016). Land use and land cover classification of LISS-III satellite image using KNN and decision tree. *2016 International Conference on Computing for Sustainable Global Development*. Mumbai, India.

Üstüner, M. ve Balık şanlı, F. (2017). LANDSAT-8 uydu görüntüsü ile arazi örtüsü sınıflandırmasında makine öğrenme algoritmalarının kullanımı. *16. Türkiye Harita*

Bilimsel ve Teknik Kurultayı. Ankara: TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası.

Vos, K., Splinter, K., Harley, M., Simmons, J. ve Turner, I. (2019). CoastSat: A Google Earth Engine-enabled Python toolkit to extract shorelines from publicly available satellite imagery. *Environmental Modelling and Software*.

Wikipedia. (2022, Mayıs 26). Wikipedia Web sitesi:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Python_\(programming_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Python_(programming_language)) adresinden alındı

Yiğit, A. Y. ve Kaya, Y. (2020). Sentinel-2A uydu verileri kullanılarak sel alanlarının incelenmesi: Düzce örneği. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*; 2(1), 1-9.

