



**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**UZAKTAN ALGILAMA VE FOTOGRAMETRİ KULLANILARAK TAŞLIK
ALANLARIN EKONOMİK POTANSİYELLERİNİN BELİRLENMESİ**

HASAN LAFÇI

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ

**Şanlıurfa
2024**

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

UZAKTAN ALGILAMA VE FOTOGRAMETRİ KULLANILARAK TAŞLIK
ALANLARIN EKONOMİK POTANSİYELLERİNİN BELİRLENMESİ

HASAN LAFÇI

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. NİZAR POLAT

Şanlıurfa

2024

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın seçimi, planlanması ve hazırlanmasına kadar tüm aşamalarında bana yol gösteren değerli görüşlerinden, tecrübelerinden faydalandığım ve tez yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı danışman hocam sayın Doç. Dr. Nizar POLAT'a,

Verilerin temininde desteklerini esirgemeyen Harita Genel Müdürlüğü'ne

Tez çalışmaları sürecinde yardımını ve desteğini esirgemeyen meslektaşım Arş. Gör. Halil İbrahim ŞENOL'a

Araştırma sürecinde yardımcı olan diğer tüm hocalarım ve arkadaşlarıma

Tez çalışmam süresince bana her zaman destek olan ve daima yanımda olduğunu bildiğim sevgili eşim Neslihan LAFÇI'ya

Tez çalışmalarının yoğun olduğu dönemlerde bana moral ve enerji veren değerli evlatlarım Zeynel Miran LAFÇI ve Ali Mahir LAFÇI'ya

Son olarak bugünlere gelmem de büyük emekleri olan annem Zeynep LAFÇI'ya ve babam Zeynal LAFÇI'ya

Teşekkürlerimi sunarım.

Hasan LAFÇI

Haziran 2024, Şanlıurfa

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ii
KISALTMALAR	iii
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
3. GEREÇ VE YÖNTEM	16
3.1. Gereç	16
3.2. Çalışma Alanı	16
3.3. Yöntem	19
3.3.1. Nesne Tabanlı Sınıflandırma	19
3.3.2. Renk Uzayı Dönüşümü	24
3.3.2.1. Renk Dilimi	25
4. BULGULAR	27
4.1. HLS sonuçları	30
4.2. Ortofoto Sınıflandırma Sonuçları	34
4.3. HLS Ve DVM Sonuçlarının Görsel Karşılaştırılması	38
4.4. Taş Temizleme Sonrası Yaklaşık Maliyet Hesabı	42
5. TARTIŞMA	49
6. SONUÇLAR	55
7. ÖNERİLER	56
KAYNAKLAR	57
ÖZGEÇMİŞ	60

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

UZAKTAN ALGILAMA VE FOTOGRAMETRİ KULLANILARAK TAŞLIK ALANLARIN EKONOMİK POTANSİYELLERİNİN BELİRLENMESİ

HASAN LAFÇI

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ

Yıl: 2024, Sayfa : 59

Bu çalışma, Şanlıurfa'nın Siverek ilçesinde yer alan taşlık alanların tarımsal potansiyele dönüştürülmesini incelemektedir. Araştırmada, uzaktan algılama ve fotogrametri teknikleri kullanılarak taşlık alanların tespiti ve bu alanların tarıma kazandırılması için ekonomik analizler yapılmıştır. Kullanılan yöntemler arasında Sentinel-2 uydu görüntüleri ve yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafları bulunmaktadır. Çalışma alanındaki taşlık bölgeler, nesne tabanlı sınıflandırma yöntemiyle analiz edilmiştir. Araştırma bölgesi, yaklaşık 2024 hektar genişliğinde olup, bu alanın 591.99 hektarı taşlık bölge olarak tespit edilmiştir. Bu bölgeler, Sentinel-2 uydu görüntüleri ve yüksek çözünürlüklü ortofoto kullanılarak belirlenmiştir. Sınıflandırma işlemi, DVM ile gerçekleştirilmiş ve genel doğruluk oranı %82, Kappa katsayısı ise 0.76 olarak hesaplanmıştır.

Maliyet analizine göre, 2021 yılında 1 dekar taşlık arazinin temizleme maliyeti 1500 TL olarak hesaplanmıştır. Aynı dönemde, buğday tarımı yapılan temizlenmiş bir dekardan yıllık net 520 TL gelir elde edilmekte olup, amortisman süresi 2.8 yıl olarak belirlenmiştir. 2023 yılı hesaplamalarına göre, temizlenmiş araziden yıllık 2102 TL net gelir elde edilmiş ve amortisman süresi 5.7 yıl olarak bulunmuştur. 2024 yılı hesaplamalarında ise, mercimek tarımı ile yıllık 4313 TL net gelir elde edilerek amortisman süresi 3.48 yıl olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışma, uzaktan algılama ve fotogrametri tekniklerinin taşlık alanların tarımsal potansiyele dönüştürülmesindeki etkinliğini ortaya koymakta ve bu yöntemlerin tarım arazilerinin değerlendirilmesinde stratejik kararlar alınmasına katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Günümüzde gıda güvenliği ve sürdürülebilir tarım, artan dünya nüfusu ve azalan tarım arazileri nedeniyle kritik bir önem taşımaktadır. Bu anlamda çalışmanın bulguları mevcut tarım alanlarının verimli kullanımının önemini vurgularken, gelecekte ihtiyaç duyabileceğimiz yeni tarım alanlarının tespiti için de önemli bilgiler sunmaktadır.

ANAHTAR KELİMELER: CBS, Sınıflandırma, Tarım, Arazi Kullanımı, Hava Fotoğrafı, Uzaktan Algılama

ABSTRACT

MASTER THESIS

DETERMINATION OF THE ECONOMIC POTENTIAL OF STONE FIELDS USING REMOTE SENSING AND PHOTOGRAMMETRY

HASAN LAFÇI

**HARRAN UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
GEOMATICS ENGINEERING**

Year: 2024, Page : 59

This study examines the transformation of rocky areas in the Siverek district of Şanlıurfa into agricultural potential. The research involves the detection of rocky areas and their conversion into agricultural land using remote sensing and photogrammetry techniques. The methods used include Sentinel-2 satellite imagery and high-resolution aerial photographs. The rocky areas within the study site were analyzed using an object-based classification method. The research area covers approximately 2024 hectares, with 591.99 hectares identified as rocky regions. These areas were determined using Sentinel-2 satellite images and high-resolution orthophotos. The classification process was carried out with SVM, resulting in an overall accuracy of 82% and a Kappa coefficient of 0.76.

According to the cost analysis, the cleaning cost of 1 decare of rocky land in 2021 was calculated as 1500 TL. In the same period, the annual net income from a cleaned decare used for wheat farming was 520 TL, with an amortization period of 2.8 years. Calculations for 2023 showed an annual net income of 2102 TL from the cleaned land, with an amortization period of 5.7 years. In 2024, calculations indicated an annual net income of 4313 TL from lentil farming, with an amortization period of 3.48 years.

In conclusion, this study demonstrates the effectiveness of remote sensing and photogrammetry techniques in transforming rocky areas into agricultural potential and highlights their role in strategic decision-making for agricultural land evaluation. Today, food security and sustainable agriculture are of critical importance due to the increasing global population and decreasing agricultural lands. In this context, the study's findings emphasize the importance of efficiently using existing agricultural lands and provide significant information for identifying new agricultural areas that may be needed in the future.

KEYWORDS: GIS, Classification, Agriculture, Land Use, Aerial Photography, Remote Sensing

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Çalışma alanı	16
Şekil 3.2.	Çalışma alanının arazi yapısı	17
Şekil 3.3.	Segmentasyon görseli	19
Şekil 3.4.	Sınıflandırma eğitim seti	22
Şekil 4.1.	Çalışma kapsamında 2017 Sentinel-2 görüntüsü	27
Şekil 4.2.	Çalışma kapsamında 2022 Sentinel-2 görüntüsü	27
Şekil 4.3.	Temizlenen alana ait depo sahası görüntüleri	28
Şekil 4.4.	Taşlık ve temizlenmiş alanın karşılaştırması	29
Şekil 4.5.	Çalışma alanına ait HLS görüntüsü	30
Şekil 4.6.	Çalışma alanına ait HUE görüntüsü	31
Şekil 4.7.	Çalışma alanına ait Lightness görüntüsü	31
Şekil 4.8.	Çalışma alanına ait Saturation görüntüsü	32
Şekil 4.9.	Çalışma alanına ait renk dilimleme (Color Slice) görüntüsü	33
Şekil 4.10.	Kontrollü sınıflandırma sonuçları	35
Şekil 4.11.	hls ve dvm görsel karşılaştırması: tarla içi taşlık alan	38
Şekil 4.12.	hls ve dvm görsel karşılaştırması: karma taşlık alan	39
Şekil 4.13.	hls ve dvm görsel karşılaştırması: taş toplanmamış alan	41
Şekil 5.1.	Taş temizleme çalışmaları yapılmış örnek alan	49
Şekil 5.2.	Tarla ortasına öbek halde toplanmış taşlara örnek	49
Şekil 5.3.	Tarla sınırına alınmış taşlara birer örnek	50
Şekil 5.4.	Çalışma sahasının taşlık ve temizlenen taşlara ait bir görüntüsü.	51
Şekil 5.5.	Çalışma sahasının taşlık, öbek halde toplanmış ve temizlenen taşlara ait bir görüntüsü	52
Şekil 5.6.	Çalışma sahasının taş temizleme sonrası görüntüsü.	52
Şekil 5.7.	Çalışma sahasının taş temizleme çalışmaları sonrası taşların depo edildiği yerlerden bir örnek	53

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1.	Hata Matrisi	36
Çizelge 4.2.	Doğruluk Analizi Tablosu	37
Çizelge 4.3.	Alan Hesabı	37
Çizelge 4.4.	2021,2023 ve 2024 yılı üretim maliyetleri	42
Çizelge 4.5.	1 Dekar alan için yıllık gider tablosu	43
Çizelge 4.6.	1 Dekar alan için yıllık gelir tablosu (2021)	43
Çizelge 4.7.	1 Dekar alan için yıllık gelir tablosu (2023)	44
Çizelge 4.8.	1 Dekar alan için yıllık gelir tablosu (2024)	44
Çizelge 4.9.	1 dekar alan için Gelir-Gider karşılaştırma tablosu	44
Çizelge 4.10.	TRGM 2022 yılı poz analizi	45
Çizelge 4.11.	1 Dekar alan için taş temizleme maliyeti 2021,2023 ve 2024 yılı	45
Çizelge 4.12.	1 Dekar alan için yıllık gider (mercimek) 2024 yılı	46
Çizelge 4.13.	1 Dekar alan için yıllık gelir (mercimek) 2024 yılı	47
Çizelge 4.14.	1 Dekar alan için taş temizleme maliyeti (Mercimek)	47
Çizelge 4.15.	1 Dekar alan için taş temizleme maliyeti	48
Çizelge 4.16.	Çalışma alanı toplam taş temizleme maliyeti	48

KISALTMALAR

AT : Arazi Toplulaştırma

CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri

da : Dekar

DSİ : Devlet Su İşleri

DVM : Destek Vektör Makineleri

ha : Hektar

HGM : Harita Genel Müdürlüğü

NDVI : Normalize edilmiş vejetasyon indeksi farklılığı

RGB : Red Green Blue

SAR : Sentetik Açıklıklı Radar

TİGH : Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri

TRGM : Tarım Reformu Genel Müdürlüğü

TWDTW : Time-Weighted Dynamic Time Warping

1. GİRİŞ

Dünya nüfusu sürekli artarken ziraat alanları çölleşme, iklim değişikliği, yanlış zirai politikalar, tarım alanlarının tahribatı benzer biçimde nedenlerle gün geçtikçe azalmaktadır. Birleşmiş Milletler (BM)'in yayınladığı araştırmaya göre dünya nüfusu son yüz senede üç kat artarken her yıl 24 milyar ton bereketli toprak ve yaklaşık 15 milyar ağaç yok olmaktadır. Bu durum, gıda güvenliği ve ekosistemlerin sürdürülebilirliği açısından ciddi tehditler oluşturmaktadır. Tarım alanlarının kaybı, biyolojik çeşitliliğin azalmasına ve doğal kaynakların tükenmesine yol açarak, gelecekte insan sağlığı ve yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu nedenle, tarım arazilerinin korunması ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının benimsenmesi büyük önem taşımaktadır.

Artan yerleşim alanları ve kentsel yayılma, dünya genelinde tarım, doğal ve çevresel araziler için önemli tehditlerdir. Dünya nüfusundaki doğal büyüme, kontrolsüz göç ve kentleşme nedeniyle nüfus hızla artmaktadır, bu sebeple tarımsal üretimde artış sağlamanın yollarından biri de alandan sağlanan verimliliği artırmak, potansiyel tarım yapılabilecek arazilerin varlığını korumak ve yeni ziraat yapılabilecek alanları açmaktır. Bununla birlikte, modern tarım teknolojilerinin ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının benimsenmesi, mevcut tarım arazilerinin daha etkin kullanılmasına katkı sağlayacaktır. Ayrıca, tarım alanlarının korunması için yerel yönetimlerin ve uluslararası kuruluşların iş birliği içinde çalışması gerekmektedir. Eğitim ve farkındalık kampanyaları ile çiftçilerin bilinçlendirilmesi, uzun vadede tarımsal verimliliği ve gıda güvenliğini artıracak önemli adımlar arasında yer alır.

Öte yandan tarım ürünlerine olan talebin karşılanabilmesi için ülkelerde ekilebilir arazi sınırına ulaşılması ve tarımsal üretimi daha da artırma fırsatlarının azalması sorunun önemini artırmaktadır. Bu gelişmelerle birlikte ekilebilir araziye ve tarım potansiyeline sahip gelişmekte olan ülkelerin tarımsal üretim açısından önemi artmaktadır. Ancak, gelişmekte olan ülkelerdeki tarım sektörünün desteklenmesi, altyapının iyileştirilmesi ve çiftçilerin modern tarım teknikleri konusunda eğitilmesi gerekmektedir. Uluslararası iş birliği ve yatırımlar, bu ülkelerde tarımsal üretimin artırılmasına ve gıda güvenliğinin sağlanmasına yardımcı olabilir. Ayrıca, çevresel sürdürülebilirliği gözeten politikalar ve uygulamalar, bu ülkelerin tarım potansiyelini korumak ve artırmak için hayati öneme sahiptir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesinin ortasında konumlanan ve volkanik bir dağ

olan Karacadağ, püskürtmüş olduğu lavların zaman içinde soğuyarak bazalt taşlar yapısına dönüşmesiyle çok geniş bir alanı taşlık arazilere dönüştürmüştür. Şanlıurfa ilinde özellikle Hilvan, Siverek ve Viranşehir ilçelerinde yoğun taşlık alanlar mevcuttur. Söz konusu arazilerin çoğunda taşlık kayalar verimli toprakların üzerinde serpiştirilmiş halde bulunduğundan, bu alanlar tarıma elverişli hale getirilebilir ve kullanılabilir. Taşların temizlenmesi ve uygun tarım tekniklerinin uygulanması ile bu alanlar, bölgenin tarımsal üretim kapasitesini artırmada önemli bir potansiyel sunmaktadır. Ayrıca, bölgedeki çiftçilere modern tarım ekipmanları ve teknikleri konusunda eğitim verilmesi, tarımsal verimliliğin yükselmesine katkıda bulunabilir. Yerel yönetimlerin ve tarım kurumlarının bu konuda teşvik edici politikalar geliştirmesi, bölgenin ekonomik kalkınmasına da olumlu etkiler sağlayacaktır.

Tarım arazilerinde yaşanmış olan problemler neticesinde, uygulanabilecek çözümlerin içinde bereketli toprağa haiz tarım arazilerinin alanlarını çoğaltmak önem arz etmektedir. Tarımsal üretim miktarını çoğaltmak ve bölge insanına ekonomik girdi sağlamak amacıyla, uzun zamandır kullanılmayan taşlı-kayalı alanların ıslah edilerek tarımsal faaliyetlere kazandırılması için fazlaca sayıda milli projeler hazırlanmaktadır. Bu projeler yürütülürken, ıslah edilecek alanların değişiklik sonrası potansiyeli ve sınıfsal değişiminin bilinmesi, alanın ideal verimlilikte değerlendirilmesi açısından önemlidir. Özellikle volkanik arazilerde yüzeyde patlamalar sonrası oluşan yoğun taş ve kayalık saçılımları sebebiyle arazilerin tarımsal amaçlı kullanması zorlaşmaktadır. Bununla birlikte, bahsedilen taşlardan arazi temizlendikten sonrasında yüksek tarımsal potansiyelleri bulunmaktadır. Bu arazilerin yüzey ve profil derinliklerindeki taş ve kayalar toplandığında, nebat kök gelişiminin sağlanabileceği bir derinliğe haiz olmaktadır. Arazi kullanım durumuna bakılırsa III-VIII. sınıflar arasına giren bu taşlı kayalı araziler ıslah sonrası daha düşük (azca sorunlu) sınıflara girebilmektedir. Bu süreç, sadece tarımsal üretimi artırmakla kalmayıp, aynı zamanda bölgenin ekolojik dengesini korumaya da katkı sağlamaktadır. Ayrıca, bu projelerin başarıyla uygulanabilmesi için yerel halkın bilinçlendirilmesi ve projelere aktif katılımının sağlanması önem taşımaktadır. Eğitim programları ve teknik destek ile çiftçilerin modern tarım yöntemlerini benimsemesi, verimliliği ve sürdürülebilirliği artırmada kilit rol oynayacaktır.

Anderson (1976), Rogan ve Chen (2004), Yeryüzü şekillerinin, mevcut bitki örtüsünün ve güncel arazi kullanım durumunun belirlenerek bir arada tutulması, uzun yıllar boyu toplumların önem verdiği bir alan olmuş ve bu bilgileri yayınlayan haritalar hazırlanmıştır. Zamanın içerisinde, insan eliyle oluşturulan yapılar kadar yine insan eliyle açılan ekili/dikili alanlar da artmıştır. Aynı zamanda; çölleşme,

orman alanları, denizler ve buzulların güncel durumu gibi doğal yeryüzü örtüsünün ve yeryüzü şekillerinin mevcut duruma ilişkin çalışmalar da artmıştır. Şehir planlamasının daha doğru yapılması, toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilir kalkınma ilkesi doğrultusunda kullanıma açılması gibi konulara ilişkin planlar hem yeryüzünün doğal yapısının hem de insan eliyle yapılan kullanımın en yakın zamanda tespit edilmesine ve doğru bir biçimde sınıflandırılmasına gereksinim duymaktadır. Bu sebeple, ekonomik anlamda kıt kaynak olarak vasıflandırılan arazilerin mevcut kullanım durumlarının tespit edilmesi, pek fazlaca kurumun gündemindedir. Arazi kullanımının doğru bir şekilde izlenmesi ve kayıt altına alınması, sürdürülebilir tarım ve doğal kaynak yönetimi açısından da büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, gelişen teknoloji sayesinde uydu görüntüleri, hava fotoğrafları ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak bu tür analizlerin daha hassas ve detaylı bir şekilde yapılması mümkün hale gelmiştir. Bu teknolojiler, arazilerin en verimli şekilde değerlendirilmesi ve korunması için stratejik kararların alınmasına yardımcı olmaktadır. Eğitim ve farkındalık çalışmaları ile toplumun geniş kesimlerinin bu süreçlere katılımı sağlanarak, doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilir kullanımı teşvik edilmektedir.

Bu tez çalışmasında hava fotoğraflarından elde edilen görüntülerin kontrollü sınıflandırma sonucu oluşan arazi durumlarının tespiti incelenmiş ve taşlık alanların mevcut durumları gözlemlenerek tarımsal üretimin gelecek yıllarda artış göstermesine olanak sağlayacak yeni oluşabilecek tarımsal alanların haritalarını yaklaşık olarak belirlemek mümkün hale gelmiştir. Ayrıca oluşacak yeni tarım arazilerinin ekonomik analizi ve değerlendirilmesi yapılmıştır. Çalışmanın hem çiftçilere hem de ilgili devlet kuruluşlarına katkı sağlaması beklenmektedir. Bu bağlamda, hava fotoğraflarından elde edilen verilerin doğru analiz edilmesi ve yorumlanması, tarım arazilerinin daha verimli kullanılmasına yönelik stratejilerin geliştirilmesinde önemli bir rol oynayacaktır. Ayrıca, bu çalışma sayesinde tarım alanlarının planlanması ve yönetimi konusunda daha bilinçli ve bilimsel temelli kararlar alınabilecek, böylece tarımsal üretim kapasitesi artırılabilir. Tarımsal verimliliğin yükseltilmesi ile birlikte, bölgesel ekonomiye de önemli katkılar sağlanacak ve gıda güvenliği konusunda daha sürdürülebilir bir yapıya geçiş mümkün olacaktır. Çiftçilerin bu bilgiler ışığında arazilerini daha etkin kullanabilmeleri, ekonomik açıdan güçlenmelerine ve tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilirliğine katkı sunacaktır.

Tarım arazilerinin izlenmesi, zaman içindeki değişimlerin gözlemlenmesi ve tarım arazisi verimlerinin tahmin edilmesi, tarım politikasına yön vermesi açısından

önemlidir. Harita Genel Müdürlüğü'nün uzun yıllar boyunca arşivlediği yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafları ile tekrarlayan periyotlardaki aynı alana ait arazi verilerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması, yeni oluşabilecek tarımsal alanların tespitinde oluşturulacak haritalar için yararlı olmaktadır. Hava fotoğraflarının sınıflandırılması arazi örtüsü tespiti, arazi kullanımı, tarım, iklimsel ve kentsel değişiklikler, afet müdahaleleri gibi birçok alanda sınıflandırma çalışmaları yapılarak sınıflandırma doğruluğu verileri analizi incelenerek sınıflandırma performansının düzeyinin tespiti ve kullanılabilirliği gözlemlenmiştir. Bu süreçler, tarım alanlarının korunması ve geliştirilmesi için bilimsel temelli kararlar alınmasına olanak tanır. Aynı zamanda, sınıflandırma verilerinin doğru yorumlanması, iklim değişikliklerine karşı alınacak önlemler ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının planlanması açısından da kritik öneme sahiptir. Hava fotoğraflarının bu şekilde kullanılması, tarımsal üretim potansiyelinin maksimize edilmesine ve bölgesel kalkınmanın desteklenmesine yardımcı olur. Böylelikle, tarım politikalarının daha etkin ve verimli bir şekilde uygulanması sağlanarak, hem çiftçilerin hem de ülke ekonomisinin güçlenmesine katkıda bulunulabilir.

Bununla birlikte, hava fotoğrafları kullanarak arazi sınıflandırma çalışmaları, halen büyük ölçüde insan emeğine dayalı olarak yürütülmektedir. Hava fotoğrafını inceleyen operatörler, arazinin kullanım şekline ya da arazi örtüsüne ilişkin olarak hangi sınıfa ait olduğuna karar vermektedir. Bunların, bilgisayar algoritmaları aracılığı ile otomatik olarak sınıflandırılması, arazi yönetimine ilişkin kararların daha hızlı ve etkin olmasını sağlayabilecektir. Bu tür otomatik sınıflandırma sistemleri, makine öğrenmesi ve yapay zeka teknolojilerinin kullanılmasıyla daha da geliştirilebilir. Özellikle, derin öğrenme teknikleri, büyük veri kümeleri üzerinde yüksek doğrulukta sınıflandırmalar yapabilme yeteneğine sahiptir. Bu, yalnızca zaman ve iş gücü tasarrufu sağlamakla kalmaz, aynı zamanda insan hatasını minimize ederek daha güvenilir ve tutarlı sonuçlar elde edilmesine olanak tanır. Otomatik sınıflandırma teknolojilerinin entegrasyonu, tarım ve arazi yönetimi alanında devrim niteliğinde bir değişim yaratabilir, bu da sürdürülebilir tarım uygulamalarının yaygınlaştırılmasına ve doğal kaynakların daha verimli kullanılmasına katkı sağlar. Bu yaklaşımlar, gelecekte daha akıllı ve veri odaklı tarım politikalarının oluşturulmasına yardımcı olacak, böylece hem çevresel sürdürülebilirlik hem de ekonomik kalkınma hedeflerine ulaşılmasına katkı sunacaktır.

Hava fotoğrafları kullanılarak taşlık alanların mevcut durumları incelenebilir ve kayıt altına alınabilir. Ayrıca geçmiş yıllara ait hava fotoğraflarından elde edilen yansıtım değerleri ve rezerv olarak kullanılabilecek alanlarla ilgili durum tespiti yapılabilir. Belirlenen taşlık alanların tarıma kazandırılmasıyla ekonomik analizi yapılarak üretime sağladığı gelecek yıllara ilişkin üretim değerlerini tahmin etmemize yardımcı olur. Burada amaç, hava fotoğraflarını inceleyerek görüntülerden elde edilen piksel yansıtım değerleri yardımıyla arazi üzerindeki taşların tespitini yapmak, tarıma açılacak tarımsal alanların haritalarını belirlemek ile ilgili sonuçlar ortaya koymaktır. Bu yöntem, taşlık ve verimli toprakların ayrımını yaparak, hangi alanların tarım için uygun olduğunu belirlemede önemli bir rol oynar. Piksel yansıtım değerleri sayesinde, sadece taşların değil, aynı zamanda farklı bitki örtüsü türlerinin ve toprak yapısının da tespit edilmesi mümkün hale gelir. Bu da, arazinin tarımsal potansiyelinin daha doğru ve detaylı bir şekilde analiz edilmesine olanak tanır. Elde edilen bu veriler, tarım politikalarının ve arazinin kullanım stratejilerinin belirlenmesinde önemli bir girdi sağlar. Böylece, tarımsal üretim kapasitesinin artırılması, kaynakların etkin kullanımı ve çevresel sürdürülebilirlik açısından daha bilinçli kararlar alınabilir. Bu yaklaşımlar, hem çiftçilerin gelir düzeyinin artırılmasına hem de ülke genelinde gıda güvenliğinin sağlanmasına katkıda bulunacaktır. Ayrıca, bu verilerin düzenli olarak güncellenmesi ve izlenmesi, gelecekteki tarımsal faaliyetlerin planlanması ve olası risklerin yönetilmesi açısından da kritik öneme sahiptir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Hava fotogrametrisi harita üretimi, tarım, arazi örtüsü tespiti, hidroloji, jeoloji, maden, çevrecilik, ormancılık vb. birçok alanda kullanılmaktadır. Geçmişten günümüze yapılan çalışmalar farklı çalışma tekniklerini içermektedir. Bu çalışmalar, kontrolsüz sınıflandırmadan, kontrollü sınıflandırmaya, parametrik olmayan algoritmalarından, parametrik algoritmalar kullanılarak meydana getirilen sınıflandırmalara ve piksel tabanlı sınıflandırmalardan, nesne-tabanlı sınıflandırmalara kadar çeşitlilik göstermektedir. Hava fotogrametrisi, yüksek doğrulukta veri sağlayarak, çevresel ve tarımsal yönetim süreçlerini iyileştirme potansiyeline sahiptir. Parametrik ve parametrik olmayan algoritmaların kullanımı, sınıflandırma doğruluğunu artırmakta ve arazi kullanımına dair daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, nesne-tabanlı sınıflandırmalar, arazinin daha ayrıntılı ve doğru bir şekilde analiz edilmesine olanak tanır. Bu teknikler, hem doğal kaynakların korunması hem de tarımsal verimliliğin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Literatürde yer alan çalışmalar, hava fotogrametrisinin kullanımının farklı disiplinlerde nasıl geliştirildiğini ve uygulandığını göstermekte, bu da gelecekteki araştırmalar ve uygulamalar için değerli bir referans kaynağı oluşturmaktadır. Bu kapsamda yapılan çalışmalar, sadece akademik bilgiye katkıda bulunmakla kalmaz, aynı zamanda pratik uygulamalara da ışık tutar. Bu çalışmalarla ilgili literatürde yer alan önemli konular aşağıda sıralanmıştır.

Peştemalci ve ark. (1991), çalışmada Landsat-5 TM verilerinin arpa ve buğday ekim alanlarını belirlemede kullanılabilirliği olup olmadığı üzerine çalışmalar yapılmıştır. Çalışmada uydu görüntüleri değerlendirilerek sınıflandırma yapılmıştır. Verim durumunu incelemek için üç bantdaki parlaklık dağılımları ile ürün deseni indeksi arasında verim tahmini yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda sınıflandırma ile kontrol test alanları arasında çalışma alanı içinde %8.2 fark bulunmuştur.

Sönmez ve Sarı (1999), çalışmada Landsat-5 TM uydusunun sayısal verilerini kullanarak Akdeniz bölgesinde yetiştirilen buğdayın spektral özelliklerinin ve ekili alan miktarının hesaplanması amaçlamışlardır. Çalışmada söz konusu bölgede buğdayın diğer tarımsal alanlardan ayrı olarak tespit edilmesi için en doğru bant kombinasyonunun TM verilerinin 4.(yeşil), 5.(kırmızı) ve 7.(yakın kızılötesi) olduğu yapılan çalışma neticesinde ortaya konulmuştur. Sarı ve ark. (2007) ise Landsat-7 ETM uydusundan elde edilen verilerle bu kez Batı Akdeniz bölgesinde tarımsal

faaliyeti bulunan pamuk bitkisinin ekim alanları incelemişler ve %92.9 oranında doğruluk elde etmişlerdir.

Murthy vd. (2003), Sinir Ağları Sınıflandırıcısı ile En Yüksek Olasılık Sınıflandırıcısını karşılaştırmıştır. Bu sınıflandırıcılar çok zamanlı IRS-1B (Indian Remote Sensing) uydu görüntüleri ile kontrol edilmiştir. Çalışmada tarımsal faaliyeti bulunan ürünler sınıflandırılmıştır. Sinir Ağları algoritmasının öteki sınıflandırma algoritmalarına göre daha iyi sonuçlar verdiği incelenmiştir.

Aslan ve Özdemir (2004), Düzce ve Gemlik bölgesinde iki değişik konum uygulama alanı olarak belirlenmiştir. Fındık, kavak ve zeytinlik alanlarının bulunmuş olduğu iki bağımsız alanı belirlemek için Landsat ve Spot uydu görüntüleri kullanılmıştır. Kontrollü sınıflandırma ve maksimum olabilirlik algoritması Landsat görüntüsünün sınıflandırması için uygulanmıştır. Landsat görüntüsünün analizinde yedi farklı bitki örtüsü sınıfı dikkate alınmıştır bunlar: tarım, su, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman, bozulmuş orman ve diğer açık arazi, zeytin plantasyon ve yerleşim alanlarıdır. Fındık alanlarını belirlemek için 100 piksel fındık olarak sınıflandırılmış ve sınıflandırma sonucu ÜD ve KD sırasıyla, için % 84.4 ve % 92 hesaplanmıştır.

Türker vd. (2005), Mayıs, Temmuz ve Ağustos aylarına ilişkin Landsat 7 ETM+ görüntüleri kullanılarak parsel bazlı bitkisel üretim deseni belirlenmesi yapılmıştır. Çalışmada sıralı maskeleyme yöntemi kullanılmıştır. Parsel tabanlı sınıflandırma yöntemleriyle çok zamanlı Landsat 7 ETM+ görüntülerinden yolla çıkılarak birkişel üretim deseni tespiti yapıldığı ve elde edilen veriler neticesinde %81,03 doğruluk oranı tespit edilmiştir.

Reis ve Yomralıoğlu (2006), Bitki deseninin takibi, zemin örtüsünün düzenli olarak belirlenmesi ve fındık üretim deseninin belirlemek için mevcut zemin durumu ilişkin olarak ayrıntılı bilgiye gereksinim duyulduğu ortaya konulmuştur. Geleceğe dair bitki üretim desninin öngörülmesinden yola çıkılarak fındık bahçesi dikilebilir alanların tespiti için bir metot tespit edilmiştir Trabzon iline ait mevcut güncel bitki örtüsü sınıflandırması oluşturmak için Landsat ETM + görüntüsü kullanılmıştır. Kontrollü sınıflandırma yönteminde genel doğruluğu % 84.7 olarak belirlemişlerdir. Trabzon'da deniz seviyesinden başlanılarak 750 metre yüksekliğe kadar olan alanda yapılan çalışmada 164.370 ha arazinin fındık üretimine uygun koşullara sahip olduğunu belirlemişler. Ortaya koydukları yöntem ile mevcut fındık ekili olan alan ile fındık ekimine uygun olan alanların karşılaştırılması yapılmıştır.

Serra ve Pons (2008), altı Akdeniz ürünü (tahıl, pirinç, mısır, meyve ağaçları, yonca ve diğer ürünler) zaman içinde meydana gelen değişiklikleri izleyen ve haritalamasını yapan bir yaklaşım ortaya konmuştur. Çalışmada 2002-2005 yılları arasına ait 36 adet Landsat görüntüsü kullanılmıştır. Araştırma sonucuna göre yazar, yüksek sınıflandırma doğruluğuna sahip olmak ve ürünlerin zamansal gelişimini izlemek için çok zamanlı görüntülemenin gerekli olduğu sonucuna vardı.

Wardlow ve Egbert (2008), çalışmada belirli ürün türlerini ve güncel arazi kullanımlarını sınıflandırmak için Orta Çözünürlüklü Görüntüleme Spektrometresi uydu görüntülerini kullanılmıştır. Konumsal çözünürlüğü sadece büyük arazileri tespit etmek için uygun olduğu görülmüştür. Çok yıllık uydu görüntüleri ile geniş alanlarda ürünlerin zamansal değişiklikleri analiz edildi ve genel harita kalitesini değerlendirerek ürün desenlerinin tespiti yapılmıştır.

Kitiş (2009), yüksek lisans tezinde QuickBird uydu görüntüsünün 2006 yılına ve 1989 yılına ait hava fotoğrafı kullanılarak sınıflandırma yöntemini Adana ilinde arazi ürün deseni, arazi kullanım durumları ve arazi üzerinde bulunan değişikliklerin tespiti yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları kentteki yaşam alanları, tarımsal faaliyetlerde bulunulan alanlar, zeytinlik ve orman alanlarında bulunan değişimler, geleceğe yönelik planlamalar için olumlu bir temel oluşturulmuştur.

Liu ve Xia (2010), Piksel düzeyinde sınıflandırma yöntemlerinden farklı olarak, nesne düzeyinde sınıflandırma yöntemleri, öncelikle bir görüntü bölümlendirme algoritması kullanır ve pikselleri homojen görüntü nesneleri halinde toplar. Örneğin binaların görüntüleri farklıdır, yollar farklı olmak üzere her bir obje homojen renk grupları ile ifade edilir. Bu nedenle, görüntü üzerindeki nesneler tek tek tespit edilerek nesneler sınıflandırılır.

Yang vd. (2010), SPOT-5 uydu görüntülerini kullanılarak tarım ürünlerinin durumunu tespitinde, parametrik olan ve olmayan sınıflandırma algoritmaları karşılaştırılmış, çalışmada Destek Vektör Makineleri (DVM), Mahalonobis Mesafe, En Yakın Mesafe, En Yüksek Olasılık ve Spektral Açık Haritalayıcı yöntemleri kullanılarak, çalışmada SPOT-5 uydu görüntüleri için en fazla kullanılabilirliğe, En Yüksek Olasılık Sınıflandırıcı ve Destek Vektör Makineleri yöntemleriyle ulaşılmıştır. Çalışmada elde edilen en yüksek genel doğruluk değerleri En Yüksek Olasılık Sınıflandırıcısıyla, çalışmada kullanılan iki farklı alanda tespit edildiği görülmüştür.

Ünal vd.(2010), araştırma çalışmalarında Giresun ilinde fındık alanlarını Uzaktan Algılama ile belirlenmesi, arazinin diğer zirai ürünlerine uygunluğunun belirlenmesi için kontrollü sınıflandırma yöntemi uygulamıştır. Fındık alanlarının tespit edilmesi için orta derecede çözünürlüğe sahip 5 m çözünürlüklü SPOT Mayıs 2006 görüntüsü, yüksek çözünürlüklü Quickbird-Pan 60 cm çözünürlüğe sahip Mart 2008 görüntüsü kullanılmıştır. Sınıflandırma için de IKONOS 1m çözünürlüğe sahip Mayıs 2002 görüntüsü kullanılmıştır. Fındık ağaçlarının boy, eğim ve bakı değerlerine göre değerlendirilerek alanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Belirlenen fındık bahçelerine ait arazilerin otomatik segmantasyona uygun yazılım geliştirmeyi hedeflemişlerdir. Fındık alanlarının kontrollü sınıflandırma ile tespitinde kullanılan yöntemin ortalama doğruluğu %79,41 olarak hesaplandı. Bu, sınıflandırma doğruluğunun arazinin eğimine ve bakısına bağlı olarak değiştiğini göstermek amacıyla yapılan bir çalışmadır.

Turker vd. (2011), çalışmada parsel tabanlı sınıflandırmada farklı uydu görüntüleri kullanılarak tarımsal ürün deseninin genel doğruluk oranları karşılaştırılmıştır. Çalışmanın elde ettiği genel doğruluk oranı QuickBird PS için %85,5, IKONOS için %88,9, SPOT4 için %76,3, SPOT5 için %77,9 ve QuickBird XS için %85,0 olarak hesaplanmıştır.

Mermer ve ark. (2011), Erzurum, Iğdır, Van, Kars, Malatya ve Muş illerinde mera alanı olarak kullanılan alanların iklimsel takvim incelemişlerdir. Çalışmada SPOT-VEGETATION uydularından elde edilen 10 günlük periyotta 36 farklı NDVI değeri ile meralardan alınan koordinat verileri kullanılarak yıl içi değişimler tespit edilmiştir. Araştırma sonucuna göre indeks değeri yılın 7. veya 8. on günlük dilimlerinde (Mart ayının birinci veya ikinci haftası) artmaya başladığı ve 14. ve 15. on günlük dilimde (Mayıs ayının orasında) en yüksek değere ulaştığı görülmüştür. Çalışmada uydu görüntüleri ile mera alanlarındaki değişikliklerin kolay bir şekilde gözlemlenebileceği vurgulanmıştır.

Özcan ve ark. (2011), SPOT 5 uydusundan elde edilen görüntülerden yola çıkılarak, farklı bölgelerde yetiştirilen buğdayın büyüme düzeyini gözlemlemek ve kıyaslamak için yararlanılmıştır. Çalışma alanı olarak Türkiye’de tarımın en yoğun olduğu Şanlıurfa ilinin Hilvan ve Akçakale ilçeleri seçilmiştir. Çalışmada iki ilçe için 2010-2011 sezonu için beş farklı tarihte uydu görüntüsü alınmış ve uydu görüntüsü üzerinden sınıflandırma işlemi ve NDVI analizi yapılmıştır. Araştırmanın sonuçları, farklı ekolojik koşullar altında yetişen ve farklı yetiştirme dönemlerine sahip iki farklı

buğday türünün aynı ilde yer almasına rağmen büyümelerinin farklı olduğu ve büyüme düzeyleri üzerinden yapılan kıyaslamada yansıtım değerlerinin farklı olduğu tespit edilmiştir.

Algancı ve ark. (2011), Şanlıurfa ili Akçakale ilçesinde tarım alanlarının ürün ve alan bazında ayırt edilmesinin doğruluğunu incelemek amacıyla farklı uydular tarafından çekilen ve farklı mekansal çözünürlüklerde algılanan uydu görüntüleri kullanılmıştır. Çeşitli uydu verileri kontrolsüz sınıflandırma yöntemi kullanılarak sınıflandırılmış ve sınıflandırma sonucunda tarım arazilerinde üretilen tarım ürünlerinin türleri ve tarım ürünlerinin mekansal dağılımına ilişkin doğruluk analizi yapmak için yer gerçeği verilerinden yararlanılmıştır. Sonuçlar, mekansal çözünürlük ne kadar yüksek olursa, tarım arazilerinin tanımlama oranının da o kadar yüksek olduğunu göstermiştir. Orta mekansal çözünürlüğe sahip uydu görüntüleri, farklı arazi örtüsü türlerine sahip geniş tarım alanlarını tespit etmek için de kullanılabilir.

Akar ve Güngör'ün (2013), Trabzon Sürmene'de yetiştirilen iki ana tarım ürünü olan çay ve fındık (Pan:0,5 m) sahip WorldView-II görüntüsü kullanılmış, yapılan çalışmada yaz ve kış dönemlerine ait uydu görüntüleri kullanılmış ve bu görüntüler RO, Destek Vektör Makinelari ve Gentle Adaboost gibi makine öğrenme tabanlı yöntemler yanında klasik istatistik tabanlı En Çok Benzerlik yöntemiyle de sınıflandırılması yapılmıştır. Yaz ve kış dönemi için RO algoritmasının genel doğruluğu sırasıyla %79,05 ve %71,84 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada üretilen tematik haritalar mevcut durum ve güncel kadastral verileri ile karşılaştırılmış ve sınıflandırma sonuçları doğrulanarak, RO algoritmasının daha yüksek doğruluk sağladığı tespit edilmiştir.

Cengiz vd. (2014), 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.

Lowe ve Kulkarni (2015), Çalışmada Missisipi ve Yellowstone'a ait Landsat 8 OLI (Operational Land Imager-Operasyonel Yer Görüntüleyici) uydu görüntüleri kullanılarak arazi deseni sınıflandırması gerçekleştirilmiştir. En Büyük Olasılık

Sınıflandırıcısı, Sinir Ağları ve Destek Vektör Makineleri algoritmalarının performansları değerlendirilerek, sınıflandırma sonucu oluşan %95,25 genel doğruluk oranıyla RO algoritmasının daha doğru sonuca ulaştığı gözlemlenmiştir. Sinir Ağları, Destek Vektör Makineleri, En Büyük Olasılık Sınıflandırıcısı genel doğruluk oranları ise sırasıyla %76,87, %86,88 ve %83,13 olarak hesaplandığı gözlemlenmiştir.

Kussul vd. (2016), Ukrayna'nın Odessa ve Kiev şehirleri yakınındaki bitkisel üretim desenini sınıflandırmak için çok zamanlı optik Landsat 8 ve sentetik açıklıklı radar (SAR) Sentinel 1 görüntüleri kullanılmıştır. Çalışma kapsamında piksel ve parsel bazlı sınıflandırma yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Piksel ve parsel sınıflandırma yaklaşımında MLP (Multilayer Perceptron) algoritması kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma sonuçları piksel tabanlı sınıflandırma için %85,32 ve parsel bazlı sınıflandırma için %89,40 genel doğruluk sonucuna ulaşıldığı görülmüştür.

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

Belgiu ve Csillik (2018), Romanya, İtalya ve ABD ülkelerinde belirlenen bölgelerinde Sentinel 2 uydu görüntüleri kullanılarak, Zaman-Ağırlıklı Dinamik Zaman Eğrisi (TWDTW-Time-Weighted Dynamic Time Warping) yöntemiyle zeminde bitkisel üretim deseninin tespiti yapılmıştır. piksel tabanlı ve nesne tabanlı sınıflandırma sonuçları karşılaştırılmıştır. Her üç çalışma alanında da nesne tabanlı sınıflandırmanın piksel tabanlı sınıflandırmaya göre daha kesin sonuçlar sağladığı gözlemlenmiştir.

Yiğit ve Kaya. (2020), 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.

Caf. (2020), 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.

Apaydın (2020), çalışma konusu bölgeye ait görüntüler ile zeminde yapılan çalışmada belirlenen üretim desini için piksel tabanlı görüntü sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Fındık alanlarının tespiti için üç farklı makine öğrenme algoritması rastgele orman (RO), K en yakın komşu (K-EYK) ve destek vektör makineleri (DVM) ele alınmıştır. Çalışmada en iyi sonucu verirken fındık alanlarının belirlenmesinde K-EYK, DVM ve RO algoritmaları sırasıyla %93.54, %89.74 ve %88.90 üretici doğrulukları sonucuna ulaşmıştır.

Torunlar vd. (2021), 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.

Şeker (2021), Farklı Sınıflandırma algoritmaları kullanılarak sentinel-2 ve landsat 8 verileri kullanarak Sınıflandırma işlemlerinde. Her 2 uydu görüntüsünde de benzer spektral bantlar seçilerek benzer bir veri seti oluşturulmuş, arazi çalışması yapılarak hata matrisi kalitesi artırılması hedeflenmiştir. Literatür çalışmalardan farklı olarak en yüksek olabilirlik sınıflandırılması, diğer sınıflandırma algoritmalarına kıyasla daha yüksek bir doğruluk sonucuna ulaşılmıştır.

Şen (2021), Derin ağlar ve görüntü işleme teknikleri kullanılarak arazi örtüsü ve arazi kullanımı sınıflandırılması çalışmasında iki hipotez önerilmiş ve deneyler yapılmıştır. Birinci hipotez, evrimsel ağların sınıflandırma başarımı ile model karmaşıklığı arasındaki bağlantıya ilişkindir. Çalışma kapsamında derin ağlar ile model eğitimi yapılmıştır. Model performansı literatürdeki örneklerle karşılaştırılmıştır. Model başarımına ilişkin genelleme kapasitelerinin farklı veri

kümeleri kullanarak ölçülmesi gerekliliğine dair bir öneri sunulmuştur İkinci hipotez, hiyerarşik bir sınıflandırma yapısının modellerin sınıflandırma başarısı üzerine etkisine ilişkindir. Hiyerarşik bir sınıflandırma sistemi oluşturulmuş ve deneylerle test edilmiştir.

Yalçın (2022), 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.

Polat (2022), çalışmada sınıflandırma işlemi için bir sene boyunca eşit zaman aralıklarında farklı mevsimsel dönemlerde elde edilen Sentetik Açıklıklı Radar (SAR) ve Optik uydu görüntüleri kullanılarak sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma işlemi için optik ve SAR verilerini birleştirmenin yanı sıra, yalnızca optik ve SAR görüntülerini de ayrı ayrı sınıflandırma yapıldığı görülmüştür. Bu nedenle SAR ve optik görüntülerin birleştirilmesinin sınıflandırma doğruluğu üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Bağdatlı (2022), tarımsal ve kentsel alan kullanımındaki zamansal değişimlerin Sentinel-2 uydu görüntüleri ile belirlenmesi kapsamında yürütülmüştür. kontrollü sınıflandırma teknikleri kullanılarak sınıflandırma gerçekleştirilmiştir. Arazi örtüsü ve kullanımının sınıflandırmasından Corine I. düzey sınıflandırması dikkate alınarak çalışmanın toprak ve arazi özellikleri belirlenerek tamamlandığı görülmüştür.

Hossen vd. (2022), Mısır'ın kuzeyindeki kıyı göllerinden biri olan Burullus Gölü'nde, Ağustos 2015 ve Kasım 2016 tarihlerinde saha ölçümleri ile aynı tarihlere ait Sentinel 2 uydu görüntülerinin yansımaya değerleri arasında istatistiksel analiz yapılarak geliştirilen bir yöntem kullanılarak su kalitesi tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışma düşük maliyetli bir veri kaynağı olan Sentinel 2 görüntüleriyle kabul edilebilir bir ölçüde ilişkili olduğu sonucunu ortaya koymuştur.

Çil (2023), HGM tarafından temin edilen hava fotoğraflarından üretilen nokta bulutu verisi, Sentinel-2 uydu görüntülerine ait yansımaya değerleri ve vejetasyon indekleri yardımıyla, envanter çalışmasında elde edilen 170 adet örnek alan (119 adet

model, 51 adet test) verisi kullanılarak; meşcere hacmi, ağaç sayısı, kapalılık, ortalama ağaç boyu ve orta çap tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Literatürde incelenen çalışmalar değerlendirildiğinde haritalandırma tekniklerinin birbirlerine üstünlükleri bulunduğu görülmektedir. Yapılan çalışmada kontrollü sınıflandırma sonucu oluşan arazi durumlarının tespiti incelenmiş, arazi üzerindeki taşların temizlenerek tarıma kazandırılması durumunda arazinin mevcut ve potansiyel arazi kullanımının sınıflandırılmasının yapılıp arazilerin türünün tespiti ve arazi örtüsü sınıf değişimleri belirlenmiş olup, taşlık alanların tarımsal alan kazançları hesaplanmıştır. Taşlık alanların yoğun olduğu bölgelerde daha doğru haritalama yapılabilmesi için farklı yöntemlerle incelendiği örnek bir çalışma olması amaçlanmıştır.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

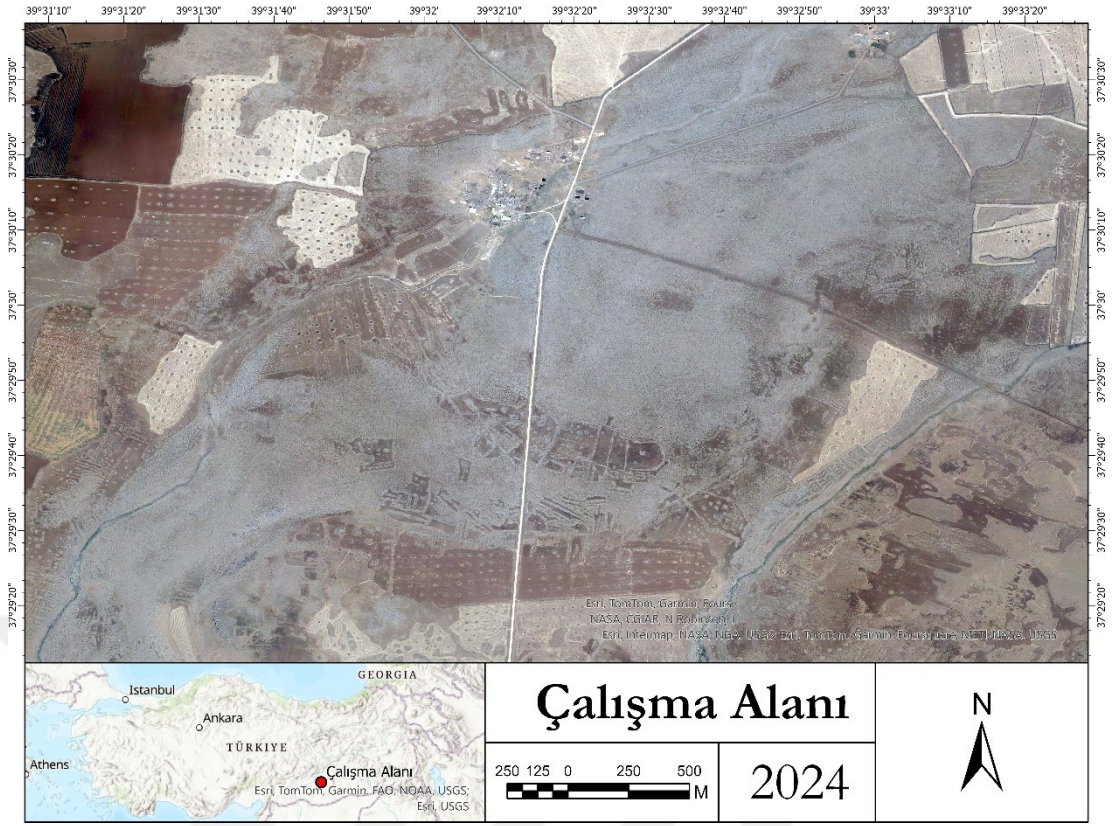
3.1. Gereç

Bu çalışmada, taşlık alanların tespiti ve bu alanların tarıma kazandırılması amacıyla hem Sentinel 2 görüntüleri hem de yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafları kullanılmıştır. Kullanılan hava fotoğrafları, Harita Genel Müdürlüğü tarafından sağlanan ve uzun yıllar boyunca arşivlenmiş yüksek çözünürlüklü görüntülerden oluşmaktadır. Arazi analizi ve sınıflandırma işlemleri için çeşitli yazılımlar ve teknik ekipmanlar kullanılmıştır. Yüksek çözünürlüklü hava fotoğraflarının işlenmesi ve analiz edilmesi için coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yazılımları ve uzaktan algılama teknolojileri kullanılmıştır. Bu yazılımlar, arazi örtüsünün detaylı bir şekilde incelenmesi, taşlık alanların tespit edilmesi ve bu alanların tarıma elverişli hale getirilmesi için gerekli planlamaların yapılmasına yardımcı olmuştur.

Hava fotoğraflarından elde edilen piksel yansıtım değerleri, taşlık ve verimli toprakların ayrımını yapmada kullanılmıştır. Bu yansıtım değerleri, farklı arazi örtüsü türlerinin ve toprak yapılarının belirlenmesinde kritik rol oynamıştır. Ayrıca, sınıflandırma işlemlerinde hem parametrik hem de parametrik olmayan algoritmalar kullanılarak sınıflandırma doğruluğu artırılmıştır. Veri toplama sürecinde, araziye yönelik saha çalışmaları ve gözlemler de yapılmıştır (Şekil 3.2.). Saha çalışmaları, hava fotoğraflarından elde edilen verilerin doğrulanması ve güncellenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu sayede, elde edilen sonuçların güvenilirliği ve doğruluğu artırılmıştır.

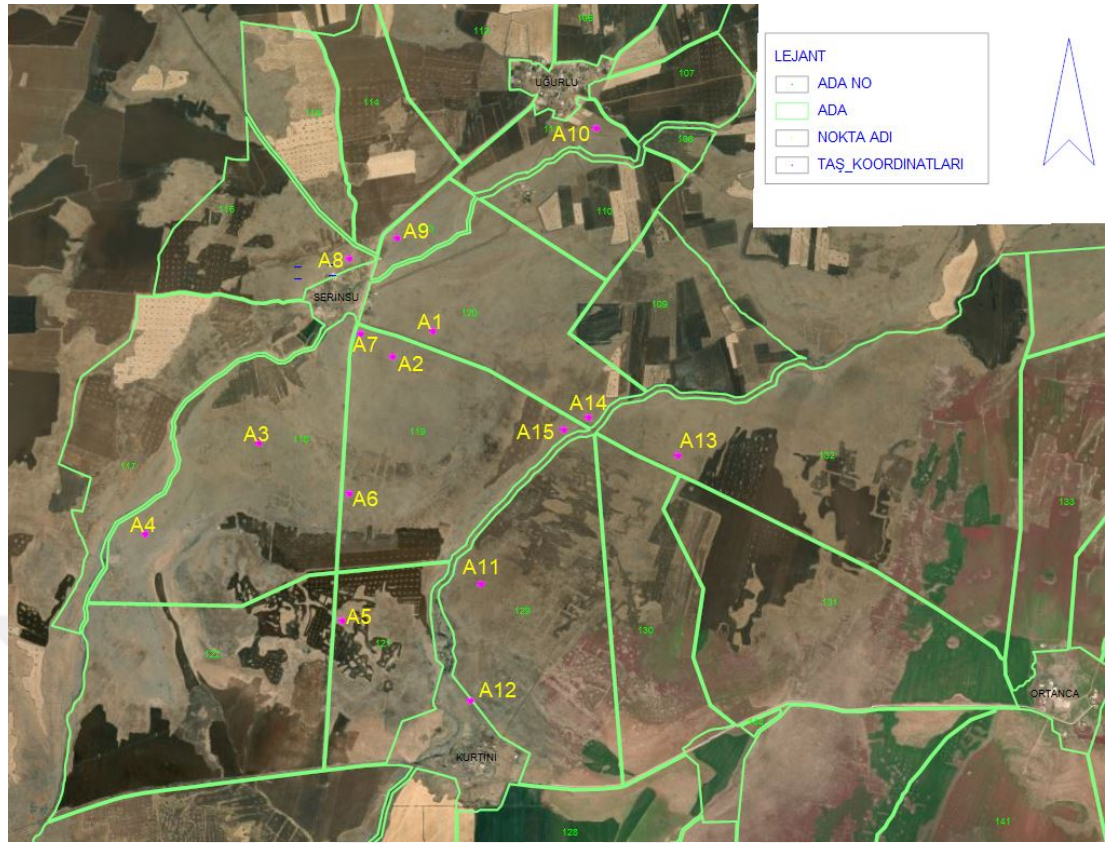
3.2. Çalışma Alanı

Çalışma alanı Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, Orta Fırat bölümünün kuzeyinde Şanlıurfa ili sınırları içinde yer alan Siverek ilçesinde bulunmaktadır. Çalışma alanı 37° 28' ile 37° 31' kuzey enlemi ve 39° 30' ile 39° 33' doğu boylamları bulunmaktadır (Şekil 3.1.). Araştırma bölgesi sönmüş bir volkanik dağ olan Karacadağ'ın yaklaşık 44 km. güneybatısında, Şanlıurfa Platosunun kuzeydoğusunda yer almaktadır. Bu bölge, tarih boyunca pek çok medeniyete ev sahipliği yapmış olup, zengin tarihi ve kültürel mirasıyla dikkat çekmektedir. Karasal iklimin hakim olduğu bölgede yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise soğuk ve yağışlı geçmektedir. Bölgedeki bitki örtüsü genellikle bozkır ve makilerden oluşmaktadır. Ayrıca, araştırma alanında yapılan jeolojik çalışmalar, bölgenin volkanik faaliyetler sonucu oluştuğunu ve zengin bir mineralojiye sahip olduğunu göstermektedir.



Şekil 3.1. Çalışma alanı

Çalışma alanının Deniz seviyesine göre ortalama yükseltisi 890-920 metre arasında değişmekte olup yaklaşık 2024 hektar alan üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bölge tarım ürünleri açısından oldukça verimlidir. Yetiştirilen ürünler ağırlıklı olarak buğday, arpa, mercimek, pirinç ve üzüm bahçeleri de bulunmaktadır.



Şekil 3.2. Çalışma alanının arazi yapısı

Çalışma alanının büyük bir kısmı bazalt taşlarla kaplı olduğundan tarımsal faaliyetler az yapılmaktadır. Alanın bir bölümünde taş temizliği yapıldığından dolayı genellikle kuru tarım ürünleri yani tahıl üretimi yapılmaktadır. Bölgedeki çiftçilerin ana gelir kaynağı taşlık mera alanları bulunması sebebiyle küçükbaş hayvancılıktır. Bahçe bitkileri veya meyve üretimi yalnızca ev içi ihtiyaçları karşılamaya yöneliktir. Bu zorlu doğal koşullara rağmen, yerel halk tarım ve hayvancılıkla uğraşarak geçimlerini sağlamaktadır. Çalışma alanının jeolojik yapısı, bölgenin tarımsal verimliliğini sınırlarken, aynı zamanda çiftçileri daha dayanıklı ve adaptif yöntemler geliştirmeye itmiştir. Bölgede geleneksel yöntemlerle yapılan tarım ve hayvancılık, yerel ekonominin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Ayrıca, bazalt taşlarının temizlenmesi için yapılan çalışmalar, tarım alanlarının genişletilmesine ve daha fazla ürün çeşitliliğine imkan tanımaktadır.

Ekmen. (2019), Araştırma alanında Karacadağ volkanitleri yüzeylemiştir. Şanlıurfa şehrinin kuzey-kuzeydoğusu özellikle Hilvan, Viranşehir ve Siverek yerlerinde Karacadağ volkanizmasının eseri olan bazaltlar yüzeylemektedir. Bu volkanizmanın eseri olan bazaltlarla ile kalker arasında düşük derecede metamorfizma emareleri görülmektedir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesinin ortasında yer alan ve volkanik bir dağ olan Karacadağ, püskürtmüş olduğu lavların zamanla soğuyup bazalt taşlar haline dönüşmesiyle oldukça geniş bir alanı taşlık arazilere dönüştürmüştür. Şanlıurfa ilinde özellikle Siverek, Hilvan ve Viranşehir ilçelerinde yoğun taşlık alanlar mevcuttur. Söz konusu arazilerin büyük bir kesiminde taşlar verimli toprakların üzerinde serpiştirilmiş halde bulunduğundan, kolaylıkla temizlenerek tarıma açılacak vaziyettedir. Bununla birlikte, taş temizleme işlemleri zaman alıcı ve maliyetli olabilir, bu da çiftçilerin tarımsal üretim kapasitesini ve verimliliğini sınırlayabilir. Ancak, bu çabalar sonucunda ortaya çıkan verimli tarım arazileri, bölge halkı için önemli bir geçim kaynağı oluşturabilir. Ayrıca, temizlenen alanlarda yapılan tarım faaliyetleri, yerel ekonomiyi canlandırarak tarımsal üretim ve çeşitliliği artırabilir.

Şekil 3.2.'de, çalışma alanının arazi üzerinde serpiştirilmiş halde bulunan taşlık alanları incelenmiş, Karacadağ'ın bazalt taşlarıyla kaplı bu bölgeleri, tarımsal potansiyeli yüksek ancak tarımsal faaliyetler için zorluklar barındıran alanlar olarak dikkat çekmektedir.

3.3. Yöntem

3.3.1. Nesne Tabanlı Sınıflandırma

Nesne tabanlı veya nesne yönelimli sınıflandırma, pikselleri sınıflandırmak için hem spektral hem de uzamsal bilgilerden yararlanır. Bu yöntem, pikselleri spektral özelliklerine, şekillerine, dokularına ve komşu piksellerle olan uzamsal ilişkilerine göre sınıflandırmayı içerir. Geleneksel piksel tabanlı sınıflandırma teknikleriyle karşılaştırıldığında, nesne tabanlı sınıflandırma nispeten yenidir (Hofmann ve Jain, 1987). Piksel tabanlı sınıflandırma yalnızca tek tek piksellerin spektral bilgilerine dayanırken, nesne tabanlı sınıflandırma görüntü nesneleri olarak bilinen piksel kümelerinden gelen verileri kullanır. Bu nesneler spektral özellikler (renk gibi), boyut, şekil ve doku bakımından benzer piksel gruplarıdır ve çevrelerindeki piksellerle olan uzamsal ilişkileriyle tanımlanırlar. Nesne tabanlı sınıflandırma süreci iki ana adımdan oluşur: ilk olarak görüntünün farklı nesnelere veya özelliklere ayrılması ve ardından her bir nesnenin sınıflandırılması (Delen, 2017).

Nesne tabanlı sınıflandırmanın ilk adımı olan segmentasyon, bu yöntem için çok önemlidir (Şekil 3.3.). Bir görüntünün, nesneler olarak tanımlanan homojen, örtüşmeyen bölgelere bölünmesini içerir. Segmentasyonun amacı, tek tip özelliklere sahip nesne kümeleri oluşturmaktır.



Şekil 3.3. Segmentasyon görseli

Sonuç, nesne tabanlı sınıflandırmaya katılan tek pikseller yerine bir grup nesne veya piksel kümesidir. Bir segment içindeki her piksel aynı spektral değerler kümesini paylaşır (Kalkan ve Maktav, 2010). Segmente edilmiş nesnelerin boyutu segment değerine bağlıdır: daha büyük değerler daha büyük nesneler verirken, daha küçük değerler daha küçük nesneler üretir. Segmentasyon değerinin doğru belirlenmesi, nesne tabanlı sınıflandırma yönteminin başarısı için hayati önem taşır, çünkü farklı segmentasyon seviyeleri farklı boyutlarda ve miktarlarda nesneler verir. Yetersiz veya aşırı segmentasyondan kaçınmak için segmentasyon değeri uygun tanımlama kriterlerine göre ayarlanmalıdır. Sonraki adımlarda, bitişik nesneler arasındaki heterojenlik arttıkça daha küçük görüntü nesneleri daha büyük olanlarla birleştirilir. Bir görüntü uygun şekilde görüntü nesnelerine ayrıldıktan sonra, her nesne kullanıcı tarafından tanımlanan özelliklere ve kriterlere göre bir sınıfa atanarak sınıflandırılır.

Segmentasyon sonuçlarının kalitesini etkileyen bir diğer kritik faktör de ölçektir (Kaya, 2024). En uygun ölçek parametresinin seçilmesi genellikle deneme yanılma yöntemini içerir (Polat 2021). Genel kılavuz, ölçeğin en az çıkarılacak en küçük nesne kadar büyük, ancak nesnenin belirgin özelliklerini koruyacak kadar küçük olması gerektiğidir (Şenol, 2020). Yüksek iç homojenliğe sahip pikseller nesne sınıflarında gruplanırken, bitişik nesneler önemli farklılıklar gösterir. Bir

nesnenin homojenliği, nesne içindeki piksel değerlerinin standart sapması ile değerlendirilebilirken, heterojenlik nesnenin spektral, şekil veya doku varyasyonları ile tanımlanır. Bir nesne, kalitesi segmentasyon ölçeği tarafından belirlenen heterojenlik eşiğini aştığında büyümeyi durdurur. Optimizasyondan sonra, her nesnenin iç ağırlıklı heterojenliği en aza indirilir. Segmente edilmiş bir nesnenin heterojenliği (H), belirli denklemler kullanılarak hesaplanan hem spektral hem de şekil heterojenliğini kapsar.

$$H = w_{renk}h_{renk} + w_{sekil}h_{sekil} \quad (3.1)$$

$$h = w_{kompakt}h_{kompakt} + w_{puruksuz}h_{puruksuz} \quad (3.2)$$

Burada w_{renk} spektral ağırlıktır, w_{sekil} şekil ağırlığıdır ve $w_{renk} + w_{sekil} = 1$ 'dir; h_{renk} , h_{sekil} pürüzsüzden oluşan şekil heterojenliğidir. $w_{kompakt}$ kompakt ağırlıktır, $w_{puruksuz}$ pürüzsüz ağırlıktır ve $w_{kompakt} + w_{puruksuz} = 1$ 'dir. Çoklu çözünürlüklü segmentasyon her bir pikseli ayrı bir nesne olarak kullanır. Eşitlik 3.3'e göre segmentler heterojenlik değişimine göre seçilir ve birleştirilir:

$$h_{diff} = (S_a + S_b)h_{birlestirilmis} - (S_a h_a + S_b h_b) \quad (3.3)$$

h_a ve h_b iki orijinal nesnenin heterojenliğini, S_a ve S_b orijinal nesnenin boyutunu ve $h_{birlestirilmis}$ nesnenin heterojenliğidir. Birleştirilmiş nesneler heterojenliği önemli ölçüde değiştirmemelidir. Heterojenlik değişimi, segmentasyon ölçekleriyle ilgilidir ve iyi birleştirme sonuçları elde etmek için heterojenliğin değişimi ölçek parametresinden daha büyük olmamalıdır.

Bu kısımdan sonra eğitim nesnelerinin belirlenmesi için segmente edilmiş görüntü üstünde eğitim sınıfları belirlenmiştir (Şekil 3.4.). Çalışmanın yapıldığı bölge genel olarak arazilerden ve küçük bir köyden oluştuğu için eğitim sınıfları Taşlık Alan, Tarım Arazisi, Ekili Arazi, Boş Arazi ve Köy olarak sınıflandırılmıştır. Bunun için ilk olarak eğitim nesnelerinin sayısı her çalışma alanı için ayrı örneklem belirlenmiştir. Örneklem alınmasında örneklem alınıldığı sınıfı temsil etmesi önemlidir. Bu durumda ne kadar, hangi büyüklükteki bir örneklem belirlenen

sınıfları temsil edebileceği sorunu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 3.4. Sınıflandırma eğitim seti

Sınıflandırma işleminde çalışma alanı için hava fotoğrafı segmentasyona tabi tutulmuş ardından eğitim nesneleri belirlenerek sınıflandırmanın sonucunu verecek en uygun makine öğrenme algoritması olan Destek Vektör Makinesi (DVM) seçilmiştir. Makine öğrenimindeki temel stratejilerden biri, bir sistemi yeni, görülmemiş örneklerle başa çıkacak şekilde eğiten kontrollü öğrenme yaklaşımıdır. Kontrollü görüntü sınıflandırması bağlamında bu, eğitim örneklerine dayalı olarak pikselleri veya nesneleri belirli sınıflara atamak için bir sınıflandırıcının eğitilmesini içerir. Sınıfa göre kategorize edilen bu eğitim örnekleri, her sınıf kategorisi için temsili örneklerin oluşturulmasını sağlar. Bu örneklerin sayısı ve boyutu hakkında bilgi sağlamak, sınıflandırma modelinin doğruluğunu artırır. Bir hava fotoğrafından belirlenen her bir arazi örtüsü sınıfı için temsili alanlar veya eğitim örnekleri toplanmalıdır. Görüntü sınıflandırma algoritması, görüntünün tamamındaki arazi örtüsü sınıflarını belirlemek için bir özellik sınıfı olarak kaydedilen bu eğitim örneklerini kullanır. Bu çalışmada, eğitim örnekleri manuel olarak seçilmiştir.

DVM, sınıflandırma ve regresyon analizi için kullanılan bir öğrenme algoritmasıdır. Tasarımı, verileri analiz etmek ve görüntülerin farklı sınıflara ayırmak için tasarlanmıştır. DVM'nin amacı, verileri etkili bir şekilde ayırmak, böylece sınıflar arasındaki belirsizliği azaltmak ve sınıflandırma doğruluğunu artırmaktır. Standart DVM bir dizi girdi verisini işler ve her girdi için sınıf üyeliğini tahmin eder. Bir dizi etiketli eğitim örneği verildiğinde, bir DVM eğitim algoritması yeni örnekleri bir kategoriye veya diğerine atayan bir model oluşturur. DVM modeli,

örnekleri uzayda noktalar olarak temsil eder ve farklı kategorilerdeki örnekler net ve maksimize edilmiş bir marj ile ayrılır. Yeni örnekler bu uzayla eşleştirilir ve karar sınırına göre konumlarına göre sınıflandırılır. Karar düzlemleri veya optimum hiper düzlemler kavramı, Destek Vektör Makinelerinin (DVM'ler) çalışması için temeldir. Bu karar sınırları farklı sınıfları ayırmak için kullanılır.

Nesne tabanlı sınıflandırma algoritmalarının etkinliğini ölçmek için çeşitli ölçütler kullanılmaktadır. Bunlardan biri de (Confusion matrix) Karışıklık matrisidir. Kullanıcının doğruluğu sütunu, piksellerin başka bir şey olarak sınıflandırılması gerekirken yanlışlıkla bilinen bir sınıf olarak sınıflandırıldığı yanlış pozitifleri veya görev hatalarını gösterir. Kullanıcı doğruluğu aynı zamanda Tip 1 hata olarak da adlandırılır. Bu hata oranını hesaplamak için veriler tablonun satırlarından okunur. Kullanıcının doğruluğu, referans verilerle eşleşen sınıflandırılmış noktaların toplam sayısının o sınıf için sınıflandırılmış noktaların toplam sayısına bölünmesiyle hesaplanır. Toplam satırı, referans verilere göre belirli bir sınıf olarak tanımlanması gereken nokta sayısını gösterir. Sınıflandırılmış görüntünün bir pikseli asfalt olarak tanımlaması, ancak referans verinin bu pikseli orman olarak tanımlaması buna bir örnektir. Asfalt sınıfı, referans verilere göre sahip olmaması gereken ekstra pikseller içerir.

Üreticinin doğruluğu sütunu yanlış negatifleri veya ihmal hatalarını gösterir. Üreticinin doğruluğu, sınıflandırma sonuçlarının üreticinin beklentisini ne kadar doğru karşıladığını gösterir. Üreticinin doğruluğu aynı zamanda Tip 2 hata olarak da adlandırılır. Bu hata oranını hesaplamak için gerekli veriler tablonun sütunlarında okunur. Üreticinin doğruluğu, referans verileriyle eşleşen sınıflandırılmış noktaların toplam sayısının o sınıf için toplam referans noktası sayısına bölünmesiyle hesaplanır. Bu değerler sınıflandırılmış sonuçlardaki yanlış-negatif değerlerdir. Toplam sütunu, sınıflandırılmış haritaya göre belirli bir sınıf olarak tanımlanan noktaların sayısını gösterir. Referans verinin bir pikseli asfalt olarak tanımlaması, ancak sınıflandırılmış görüntünün onu orman olarak tanımlaması buna bir örnektir. Referans verilere göre asfalt sınıfı yeterli piksel içermemektedir.

Kappa uyum istatistiği, sınıflandırmanın doğruluğuna ilişkin genel bir değerlendirme sağlar.

Birleşme Üzerinden Kesişme (IoU), tahmin edilen segmentasyon ile temel gerçek arasındaki örtüşme alanının, tahmin edilen segmentasyon ile temel gerçek arasındaki birleşme alanına bölünmesiyle elde edilir. Ortalama IoU değeri her sınıf

için hesaplanır.

3.3.2. Renk Uzayı Dönüşümü

RGB renk modeli, geniş bir renk dizisi oluşturmak için ışığın kırmızı, yeşil ve mavi ana renklerinin çeşitli yollarla bir araya getirildiği bir eklemeli renk modelidir (Hirsch, 2004). Modelin adı, toplam üç ana rengin (kırmızı, yeşil ve mavi) baş harflerinden gelmektedir (Fairman, 1997).

RGB renk modelinin temel amacı görüntülerin televizyon ve bilgisayar gibi elektronik sistemlerde algılanması, temsil edilmesi ve görüntülenmesi olmakla birlikte geleneksel fotoğrafçılıkta ve renkli aydınlatmada da kullanılmaktadır. Elektronik çağından önce RGB renk modelinin arkasında, insanın renk algısına dayanan sağlam bir teori vardı.

RGB ile bir renk oluşturmak için üç ışık ışınının (bir kırmızı, bir yeşil ve bir mavi) üst üste bindirilmesi gerekir (örneğin, siyah bir ekrandan yayılan veya beyaz bir ekrandan yansıyan). Üç ışının her birine o rengin bir bileşeni denir ve bunların her biri karışımında tamamen kapalıdan tamamen açıkta kadar isteğe bağlı bir yoğunluğa sahip olabilir.

HSL ve HSV, bir RGB renk modelindeki noktaların en yaygın iki silindirik koordinat gösterimidir. İki gösterim, kartezyen (küp) gösterimden daha sezgisel ve algısal olarak daha alakalı olma çabasıyla RGB'nin geometrisini yeniden düzenler. 1970'lerde bilgisayar grafik uygulamaları için geliştirilen HSL ve HSV, bugün renk seçicilerde, görüntü düzenleme yazılımlarında ve daha az yaygın olarak görüntü analizi ve bilgisayarlı görmede kullanılmaktadır.

HSL, renk tonu, doygunluk ve açıklık anlamına gelir ve sıklıkla HLS olarak da adlandırılır. HSV, renk tonu, doygunluk ve değer anlamına gelir ve sıklıkla HSB (parlaklık için B) olarak da adlandırılır. Bilgisayarlı görme uygulamalarında yaygın olan üçüncü bir model, renk tonu, doygunluk ve yoğunluk için HSI'dir. Bununla birlikte, tipik olarak tutarlı olmakla birlikte, bu tanımlar standartlaştırılmamıştır ve bu kısaltmalardan herhangi biri, bu üç veya diğer ilgili silindirik modellerden herhangi biri için kullanılabilir.

Her silindirde, merkezi dikey eksen etrafındaki açı "renk tonu"na, eksenden uzaklık "doygunluğa" karşılık gelir ve eksen boyunca olan mesafe "açıklık", "değer" veya "parlaklık"a karşılık gelir. HSL ve HSV'deki "ton" aynı özelliği ifade etse de

"doygunluk" tanımlarının önemli ölçüde farklı olduğunu unutmayın. HSL ve HSV, cihaza bağlı RGB modellerinin basit dönüşümleri olduğundan, tanımladıkları fiziksel renkler, cihazın veya belirli bir RGB alanının kırmızı, yeşil ve mavi ana renklerine ve temsil etmek için kullanılan gama düzeltmesine bağlıdır. bu ön seçimlerin miktarları. Bu nedenle her benzersiz RGB cihazı, kendisine eşlik edecek benzersiz HSL ve HSV alanlarına sahiptir ve sayısal HSL veya HSV değerleri, her temel RGB alanı için farklı bir rengi tanımlar (Hans, 2001). Bu temsillerin her ikisi de bilgisayar grafiklerinde yaygın olarak kullanılır ve bunlardan biri veya diğeri genellikle RGB'den daha uygundur, ancak her ikisi de renk oluşturma niteliklerini yeterince ayırmadıkları veya algısal tekdüzelik eksikliği nedeniyle eleştirilir.

(HUE)

"Bir alanın algılanan renklerden birine (kırmızı, sarı, yeşil ve mavi) veya bunların ikisinin birleşimine benzer görünmesini sağlayan görsel duyum özelliği" (Fairchild, 2005).

Lightness

"Benzer şekilde aydınlatılmış bir beyazın parlaklığına göre parlaklık" (Fairchild, 2005).

Saturation

"Bir uyarının kendi parlaklığına göre renkliliği" (Fairchild, 2005).

3.3.2.1. Renk Dilimi

Üretilen HLS görüntülerinden taşlık alanlarının çıkarılması için görüntünün bölütlendirilmesi ya da sınıflandırılması gerekmektedir. Klasik kontrollü sınıflandırma zaman alıcı bir işlem olduğu için görüntüler veri değerlerine göre sınıflandırılarak daha net bir ayırım elde edilebilir. Bir bakıma sınıflandırma olan bu işlem benzer değerlere sahip piksellere aynı renkleri atayarak görüntüyü bölütler (Harris Geospatial 2016). Bu işleme renklere bölme / renk dilimleme (Color Slice) denir. Birçok ticari ve açık kaynak kodlu yazılımda mevcut olan bu araç verinin görsel olarak algılanmasında kolaylık ve istenen renk sınıfının vektör formatta elde edilmesine de imkân sağlamaktadır. Renk dilimleme yapılırken yazılımın önerdiği otomatik sınıflandırma kullanılmamıştır. Bunun yerine, otomasyon, tutarlılık ve hiçbir taşlık alan kaybetmemek için; görüntünün istatistik değerleri hesaplanarak

ortalama değere artı bir standart sapma eklenerek tek bir sınıf oluşturulmuştur.



4. BULGULAR

Bu çalışma kapsamında öncelikle Sentinel 2 ile taşlık alanların tespitine çalışılmıştır. Bu çalışma, taşlık alanların tarım arazilerine dönüştürülme sürecini Sentinel-2 uydu görüntüleri kullanarak belirlemeyi amaçlamaktadır. Çalışma, 2017 ve 2022 yıllarına ait Sentinel-2A uydu görüntülerini kullanarak arazi örtüsü değişimlerini analiz etmiştir. Kırsal mahalledeki taşlık alanların tarıma uygun hale getirilme sürecini Sentinel-2 uydu görüntüleri ile belirlemek amacıyla, 2017 ve 2022 yıllarına ait uydu görüntüleri kullanılarak taşlık alanların temizlenmeden önce ve sonra durumu incelenmiştir.



Şekil 4.1. Çalışma kapsamında 2017 Sentinel-2 görüntüsü



Şekil 4.2. Çalışma kapsamında 2022 Sentinel-2 görüntüsü

2017 ve 2022 yılları arasında taşlık alanların temizlenmesi sonucu 740,000 m² alan tarıma kazandırılmıştır. Temizleme maliyeti ve tarımsal gelir hesaplamaları yapılmıştır.



Şekil 4.3. Temizlenen alana ait depo sahası görüntüleri

1 dekarlık alanın temizlenmesi 1500 TL, yıllık net gelir 520 TL olarak belirlenmiştir. Geri ödeme süresi 2.8 yıl olarak hesaplanmıştır. Sentinel-2 uydu görüntülerinin yüksek çözünürlüğü sayesinde arazi değişimlerinin tespitinde etkin olduğu gösterilmiştir. Temizlenen taşların ekonomik olarak değerlendirilmesi ile bölge ekonomisine katkı sağlanabileceği belirtilmiştir. Bu çalışma, Sentinel-2 uydu verilerinin kullanımının arazi değişim tespiti ve tarımsal potansiyelin belirlenmesinde önemli sonuçlar ortaya koyduğunu göstermektedir.



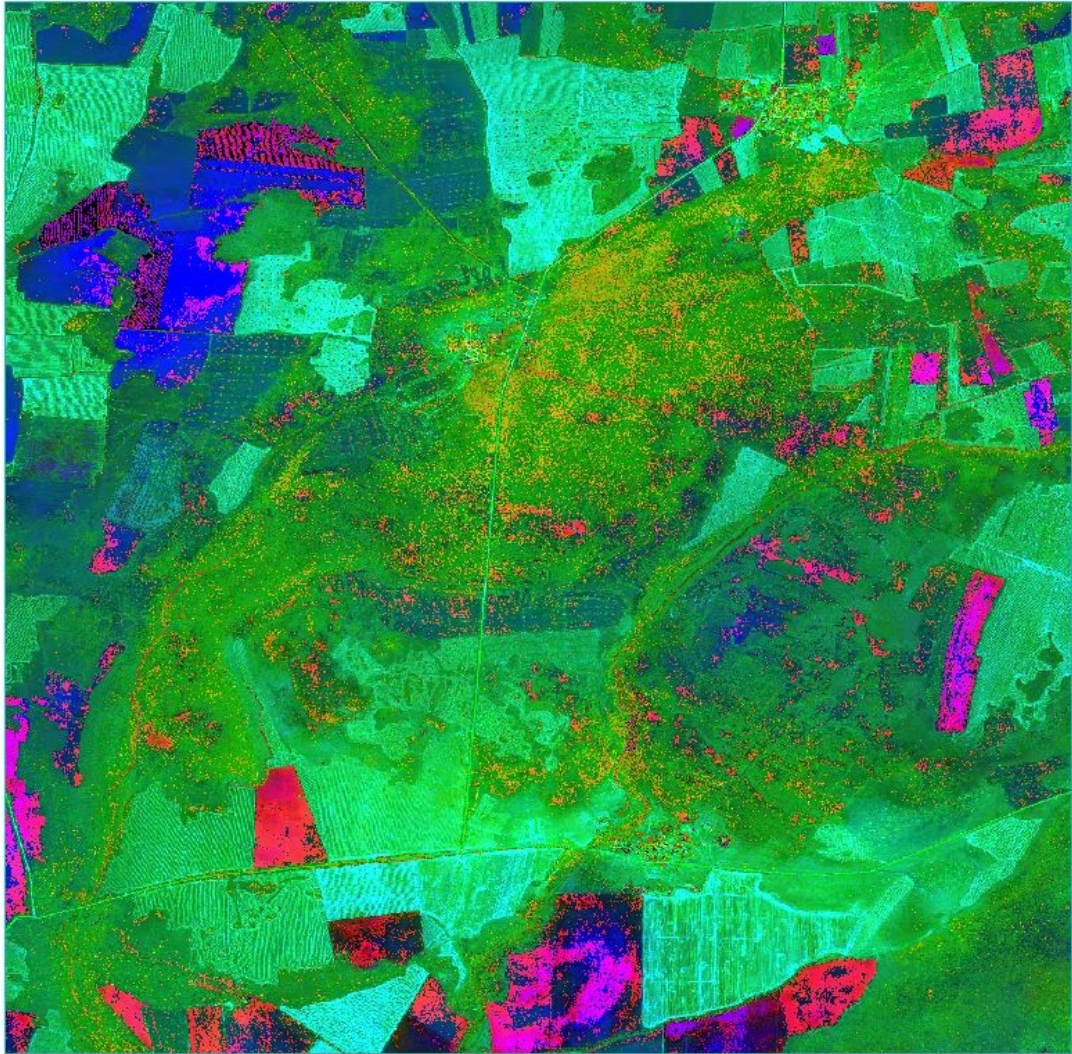
Şekil 4.4. Taşlık ve temizlenmiş alanın karşılaştırması

Çalışmanın devamında, bölgede toplanan taş yığınlarının hacim hesaplaması da hem geleneksel ve hem de fotogrametrik yöntemlerle hesaplanarak karşılaştırmaktadır. Geleneksel yöntemde GPS kullanılarak 433 nokta toplanmış ve bu noktalar CAD yazılımında işlenerek dijital yükseklik modeli (DEM) oluşturulmuştur. Bu yöntemle taş yığınının hacmi 133,635 metreküp olarak hesaplanmıştır. Fotogrametrik yöntemde ise DJI Mavic 2 Pro drone kullanılarak yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafları çekilmiş ve Agisoft yazılımı ile 3D model oluşturulmuştur. Bu yöntemle taş yığınının hacmi 135,500 metreküp olarak

hesaplanmıştır. Fotogrametrik yöntem, saha çalışmasında daha hızlı ve güvenli sonuçlar sağlarken, fotoğrafların işlenmesi daha uzun sürmüştür. Doğruluk açısından her iki yöntemle hesaplanan hacim değerleri arasında küçük farklılıklar bulunmuştur. Taştan temizlenen arazinin ekonomik getirisiyle beraber çok ciddi bir taş hacmi de ham madde olarak elde edilmiştir.

4.1. HLS sonuçları

Çalışmada taş ve toprak bir birine ciddi renk benzerliğine sahip olduğundan dolayı HLS renk dönüşümü ile ayrı bir veri elde edilip edilemeyeceği ile alakalı ortofoto üzerinden ön çalışma yapılmıştır. Bu kapsamda Envi yazılımında RGB renk uzayından HLS renk uzayına geçiş yapılarak sonuçlar incelenmiştir. (Şekil 4.5.)



Şekil 4.5. Çalışma alanına ait HLS görüntüsü

RGB bant kombinasyonuna HLS eklenerek elde edilen görüntüde taşlık alanlar net olarak ayrılamıyor. Bu sebeple her bir bant ayrı ayrı görsel olarak incelemeye tabi tutulmuştur.

Hue görüntüsü taşlık alanları vermesine rağmen yanmış tarla ve gölge olan alanlarla karışmaktadır (Şekil 4. 6.).



Şekil 4.6. Çalışma alanına ait HUE görüntüsü

Şekil 4.7.'de Lightness görüntüsünde taşlık alanlar saman ile karışık halde görülmektedir.



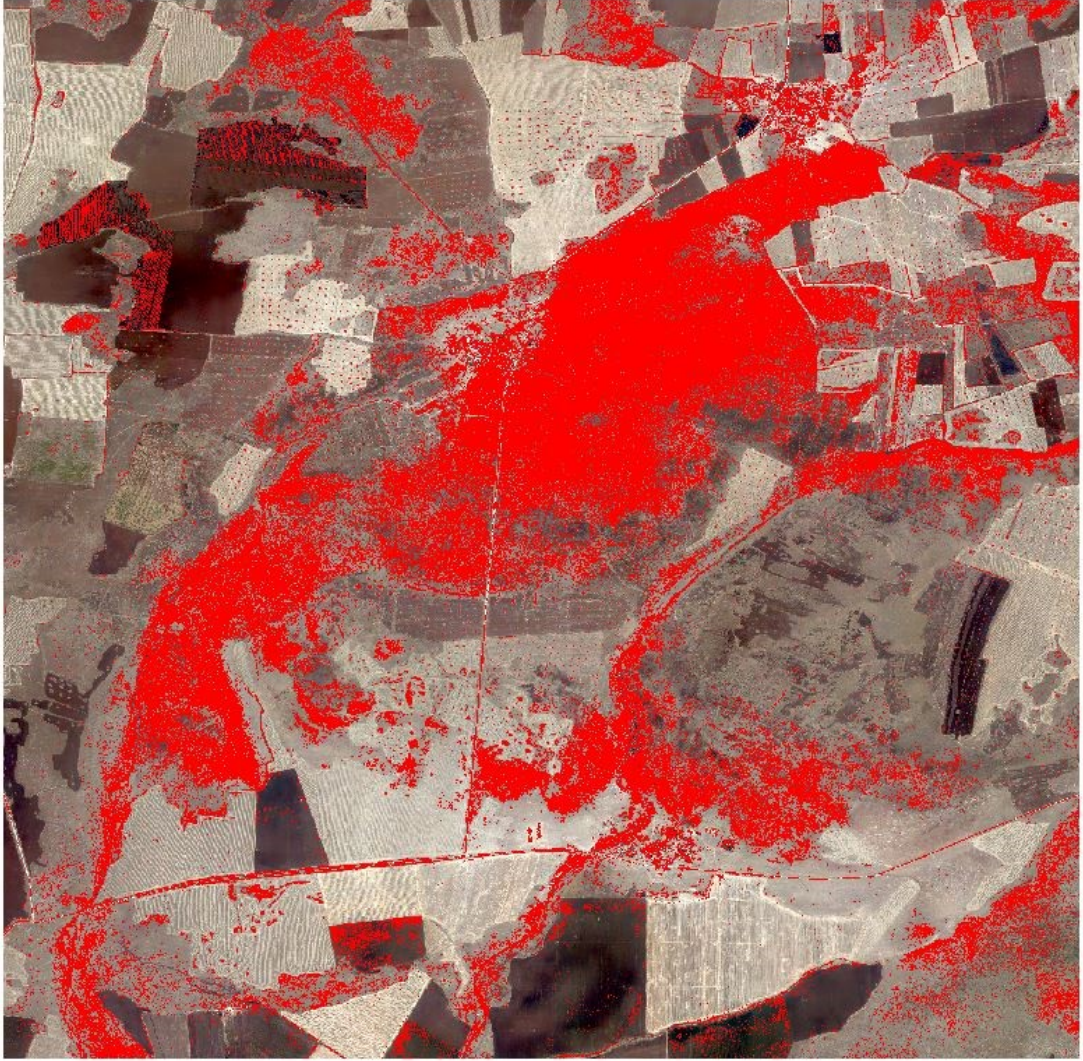
Şekil 4.7. Çalışma alanına ait Lightness görüntüsü

Taşlık alanların en net ayrımının yapıldığı görüntü Saturation görüntüsü olmuştur (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Çalışma alanına ait Saturation görüntüsü

Saturation görüntüsü Renk dilimleme yoluyla incelenerek taşlık alanı ifade eden piksel değeri deneme yanılma yoluyla tespit edilmiştir. Buna göre 0 ile 0.07 arası piksel değerine sahip alanlar taş piksellerini ifade etmektedir. Renk dilimleme ile tespit edilen taşlar Şekil 4. 8.'de verilmiştir.



Şekil 4.9. Çalışma alanına ait renk dilimleme (Color Slice) görüntüsü

Şekil 4.9.'da görüldüğü gibi toplanıp yol kenarına bırakılan, toplanıp tarla ortalarında öbekler halinde kümelenmiş veya henüz toplanmamış taşlar çok net bir şekilde elde edilebilmiştir.

4.2. Ortofoto Sınıflandırma Sonuçları

Bu çalışmada, yüksek çözünürlüklü hava fotoğraflarının kullanılmasıyla elde edilen sınıflandırma sonuçları, taşlık alanların ve tarıma elverişli bölgelerin belirlenmesinde yüksek doğruluk oranları sağlamıştır. Sınıflandırma algoritmaları, hava fotoğraflarından elde edilen verileri kullanarak, arazi tiplerini hassas bir şekilde ayırt edebilmiştir. Özellikle Destek Vektör Makinaları (DVM) algoritmalarının kullanımı, sınıflandırma doğruluğunu artırmış ve farklı arazi sınıflarının net bir şekilde ayrılmasını sağlamıştır.

ArcGIS Pro'nun Sınıflandırma Sihirbazı, uzaktan algılanan görüntülerin

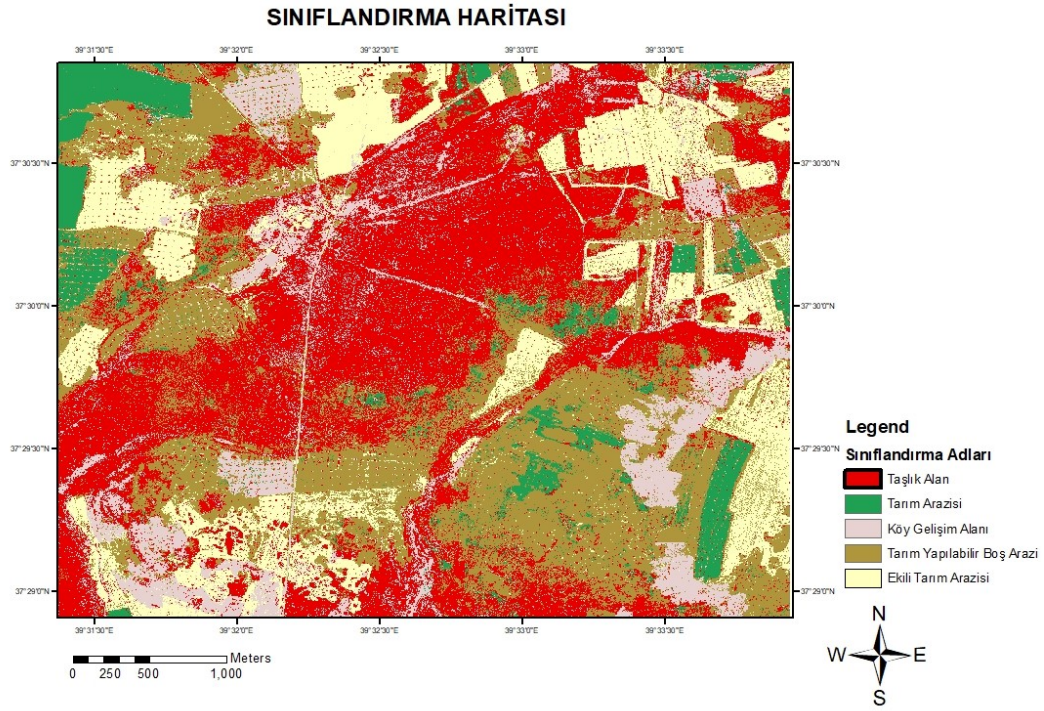
denetimli sınıflandırmasını yürütmek için güçlü bir araçtır ve çeşitli makine öğrenimi algoritmalarının kullanımını kolaylaştıran sezgisel bir arayüz sağlar. Denetimli sınıflandırma, kullanıcının eğitim örnekleri sağlayarak ilgilenilen kategorileri veya sınıfları belirlediği ve algoritmanın daha sonra tüm veri kümesini sınıflandırmak için kullandığı bir yöntemdir. ArcGIS Pro'nun Sınıflandırma Sihirbazı içinde mevcut olan gelişmiş makine öğrenimi algoritmalarından biri Destek Vektör Makinesi'dir (SVM). SVM, yüksek boyutlu uzaylardaki etkinliği ve hem doğrusal hem de doğrusal olmayan sınıflandırma görevlerini yerine getirme yeteneği ile ünlüdür.

ArcGIS Pro kullanarak kontrollü sınıflandırma yapılmıştır. Kontrollü sınıflandırma işlemi eğitim örneklerinin seçimi ile başlar. Bu örnekler, görüntü üzerinde kullanıcının belirli arazi örtüsü türlerine karşılık geldiğini bildiği alanlardır. Sınıflandırmanın doğruluğu büyük ölçüde bu örneklerin temsil kabiliyetine ve kalitesine bağlıdır. Eğitim örnekleri belirlendikten sonra, ArcGIS Sınıflandırma Sihirbazı sınıflandırma parametrelerinin yapılandırılmasında kullanıcıya rehberlik eder.

Destek Vektör Makineleri, özellik sınıflarını en iyi şekilde ayıran yöntemi bularak çalışır. Bu yöntem ile her sınıftan en yakın eğitim örneği arasındaki mesafe olarak tanımlanan sınıflar arasındaki farkı maksimize eder. ArcGIS Pro bağlamında, DVM'nin esnekliği ve sağlamlığı, onu sınıflar arasındaki spektral örtüşmenin önemli olabileceği karmaşık ve heterojen birimleri sınıflandırmak için mükemmel bir seçim haline getirmektedir.

DVM parametrelerini yapılandırdıktan sonra, Sınıflandırma Sihirbazı görüntü üzerinde sınıflandırma algoritmasını çalıştırır. Sonuç, her pikselin önceden tanımlanmış sınıflardan birine atandığı sınıflandırılmış bir haritadır. DVM sınıflandırmasının performansı, sınıflandırılmış haritayı yersel verilerle karşılaştıran karışıklık matrisi gibi doğruluk değerlendirme teknikleri kullanılarak değerlendirilebilir. Genel doğruluk, üreticinin doğruluğu ve kullanıcının doğruluğu, sınıflandırmanın etkinliğini değerlendirmek için kullanılan yaygın ölçütlerdir.

Sınıflandırma sonuçlarına göre, taşlık alanların belirlenmesi işlemi, geleneksel yöntemlere kıyasla daha hızlı ve etkili bir şekilde gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.10.). Hava fotoğraflarının yüksek çözünürlüklü olması, küçük ve dağınık taşlık alanların bile tespit edilmesini mümkün kılmıştır. Bu sayede, tarıma uygun olmayan bölgeler kolayca belirlenmiş ve bu alanların dışındaki bölgeler tarım için değerlendirilmiştir.



Şekil 4.10. Kontrollü sınıflandırma sonuçları

Şekil 4.10.'da, eğitim sınıfları taşlık alan, tarım arazisi, ekili arazi, boş arazi ve köy olarak sınıflandırılmıştır.

Sınıflandırılan yüksek çözünürlüklü hava fotoğraflarının doğruluğunu hesaplamak için ArcGIS yazılımı kullanılarak arazi kullanım haritalarından 65'in üzerinde farklı kontrol noktası rastgele belirlenmiştir. Bu kontrol noktaları yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafları ile ürettiğimiz arazi kullanımını gösteren sınıflandırma haritalarıyla sınıf karşılaştırması yapılmıştır. Karşılaştırma sonucu hata matrisi, kullanıcı doğruluğu, üretici doğruluğu, genel doğruluk ve kappa istatistiği hesaplamaları yapılmıştır. Yapılan sınıflandırma doğruluğu analizi sonuçlarına göre; alınan 65 kontrol noktasının genel doğruluğu %89.23, kappa istatistiği 0.86 olarak elde edilmiştir. Doğruluk tablosu Çizelge 2.'de gösterilmektedir. Köy Gelişim, tarım arazisi ve ekili arazi alanlarında üretici doğruluğu kullanıcı doğruluğundan daha yüksek iken taşlık alan ve boş arazi alanlarında kullanıcı doğruluğu üretici doğruluğundan daha yüksek elde edilmiştir. Doğruluk analizi için üretilen hata matrisi çizelge 1.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. Hata Matrisi

	Taşlık Alan	Tarım Arazisi	Köy Gelişim Alanı	Boş Arazi	Ekili Arazi	Toplam
Taşlık Alan	16	0	0	1	0	17
Tarım Arazisi	0	9	0	1	0	10
Köy Gelişim Alanı	2	0	7	1	0	10
Tarım Yapılabilir Boş Arazi	1	0	0	16	0	17
Ekili Tarım Arazisi	1	0	0	0	10	11
Toplam	20	9	7	19	10	65

Hata matrisi incelendiğinde köy gelişim alan içerisine taşlık alanlarından ve boş arazi alanlarından az miktarda karışmış olduğu görülmekte bunun sebebinin taşlık alanların ve yerleşim alanlarının boş arazi alanlarıyla iç içe olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.2. Doğruluk Analizi Tablosu

Arazi Kullanım Sınıfları	Üretici Doğruluğu (%)	Kullanıcı Doğruluğu (%)
Taşlık Alan	80.00	94.12
Tarım Arazisi	100.00	90.00
Köy Gelişim Alanı	100.00	70.00
Tarım Yapılabilir Boş Arazi	84.21	94.12
Ekili Tarım Arazisi	100.00	90.91
Genel Doğruluk (%)	89.23	
Kappa	86.17	

Doğruluk analiz tablosu incelendiğinde üretici doğruluğu en düşük çıkan sonuç taşlık alan olmuştur, kullanıcı doğruluğu en düşük alan da köy gelişim alanı olarak belirlenmiştir

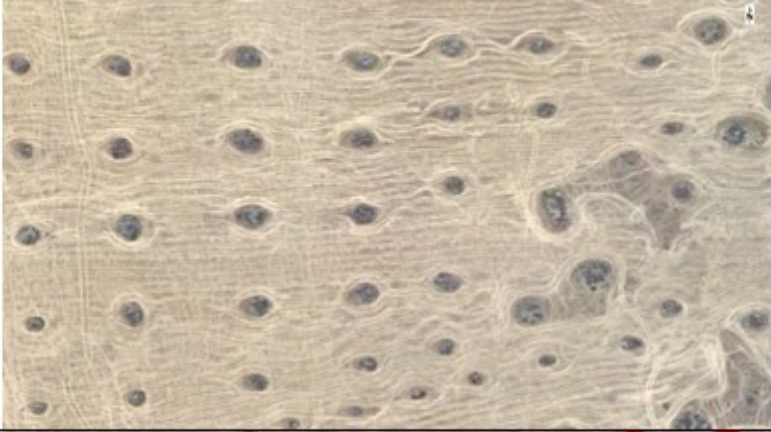
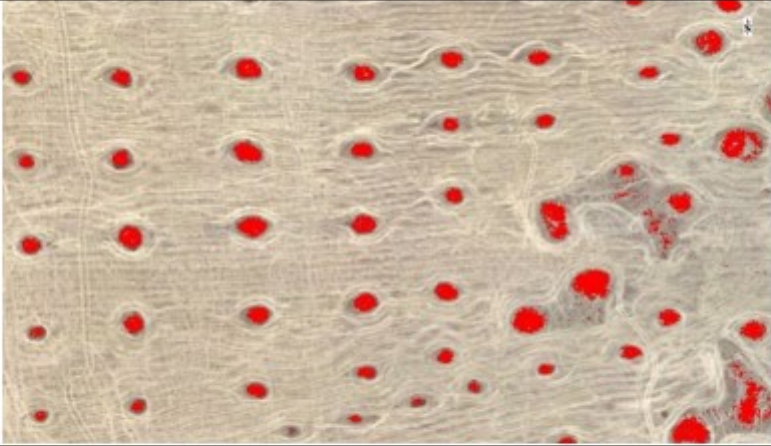
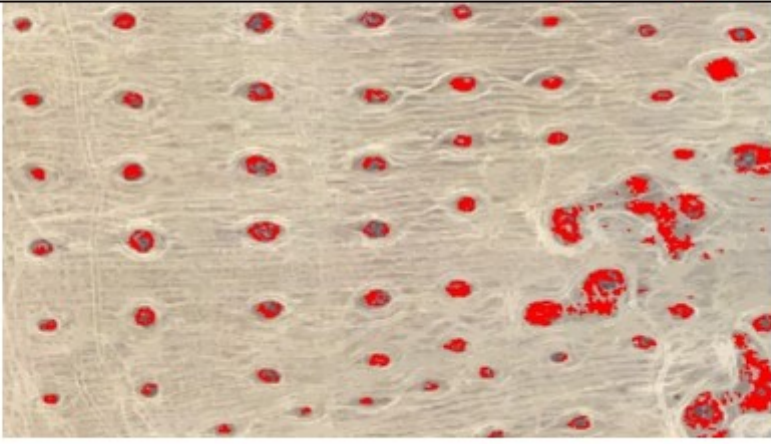
Çizelge 4.3. Alan Hesabı

Arazi Kullanım Sınıfları	ALAN HESABI (Ha)
Taşlık Alan	591.99
Tarım Arazisi	233.99
Köy Gelişim Alanı	236.29
Tarım Yapılabilir Boş Arazi	583.56
Ekili Tarım Arazisi	366.95
TOPLAM	2012,78

Sınıflandırma sonucu vektörel hale dönüştürülen alanların hesaplamaları çizelge 3.'te gösterilmiştir. Toplam 2012 hektar alan üzerinden yapılan çalışmada taşlık alan 591,99 ha, tarım arazisi 233,99 ha, köy gelişim alanı 236 ha, ekili tarım arazisi 366,95 ha, tarım yapılmayan boş arazide 583,56 hektar olarak belirlenmiştir.

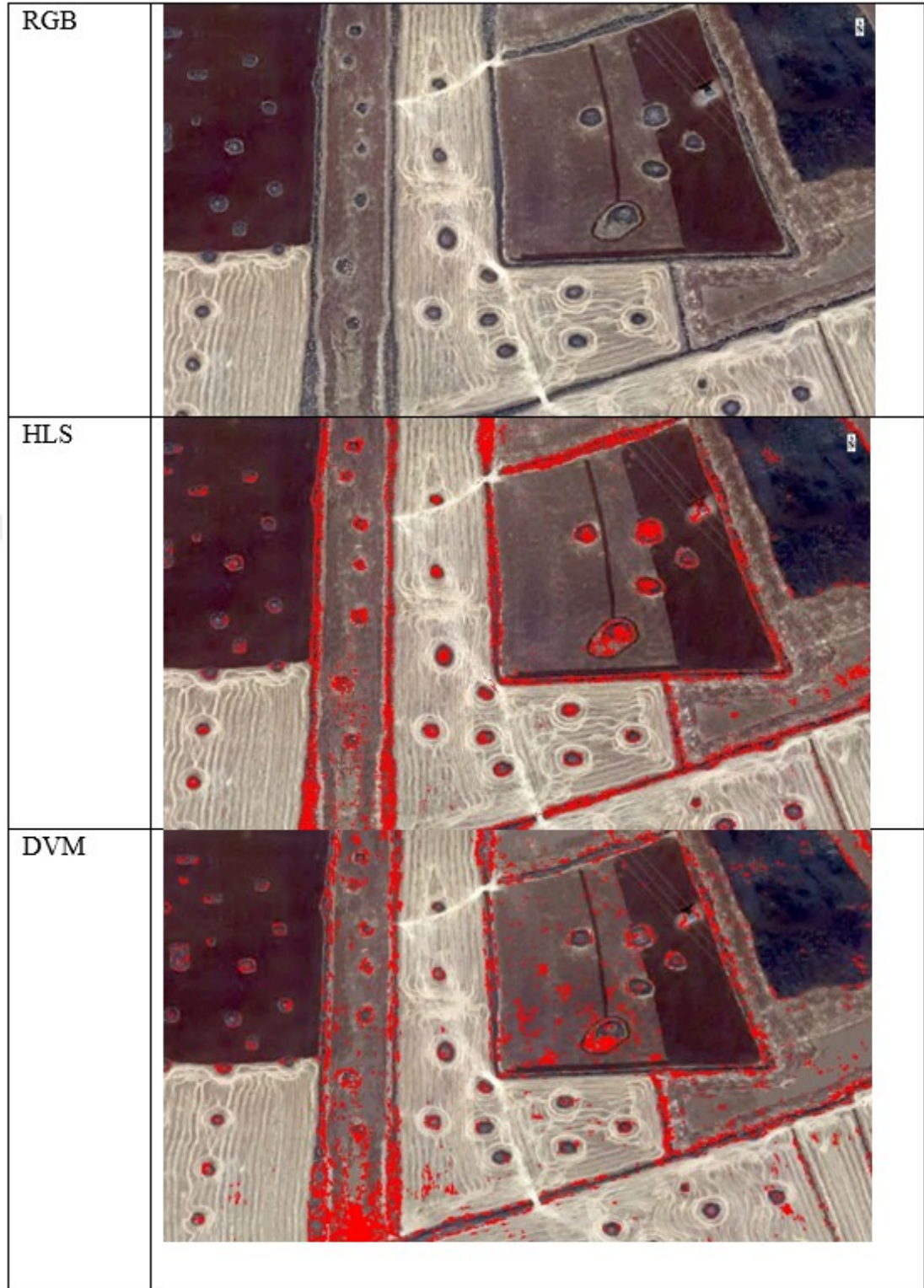
4.3. HLS Ve DVM Sonuçlarının Görsel Karşılaştırılması

Çalışma kapsamında uygulanan iki yöntemin sonuçlarını metrik olarak karşılaştırmak mümkün değildi.

RGB	
HLS	
DVM	

Şekil 4.11. hls ve dvm görsel karşılaştırması: tarla içi taşlık alan

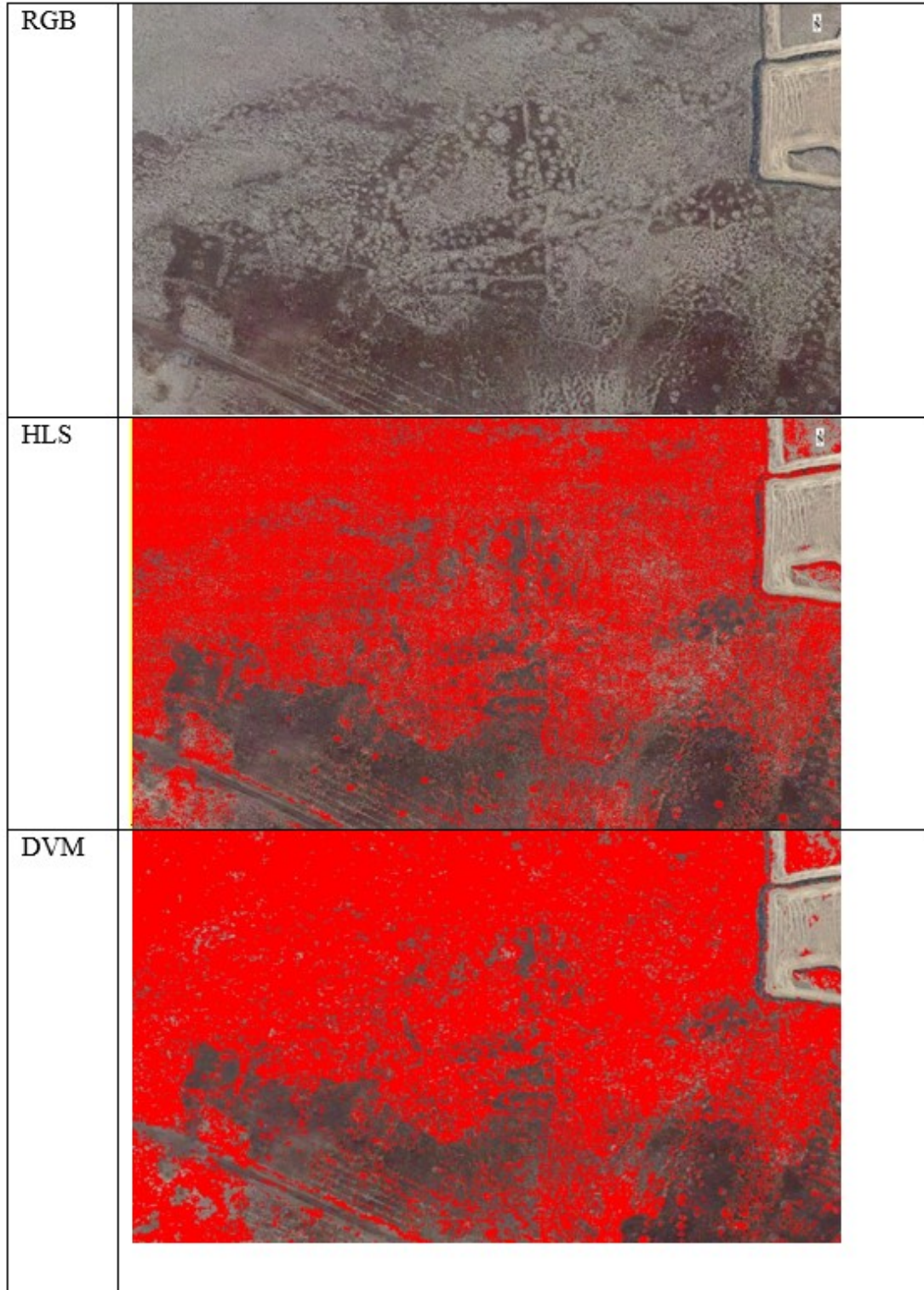
Çünkü HLS yönteminde herhangi bir doğruluk analizi yapılmadı. Bu sebeple her iki yöntemin sonuçları problemli sayılabilecek bölgelerden yakın plan görsellerle karşılaştırıldı. Bu kapsamda ilk olarak hasat sonrası tarla içi öbekler halinde kümelenmiş taş yığınlarına ait bir alan seçildi.



Şekil 4.12. hls ve dvm görsel karşılaştırması: karma taşlık alan

İkinci olarak yanmış tarla, yol kenarı ve ekilmemiş tarlada bulunan taşların olduğu karma bir bölge seçilmiştir (Şekil 4.12.). İki görüntüde de taşlık alanlar net bir şekilde görünürken yanık izleri olan arazide taşlık alanlar net olarak çıkarılamamıştır.

Son olarak hiç taş toplanmamış bir alan seçilmiştir (Şekil 4. 13.)



Şekil 4.13. hls ve dvm görsel karşılaştırması: taş toplanmamış alan

Seçilen her üç alan dikkatli incelendiğinde her iki yaklaşımda da benzer

sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Doğruluk analizi sadece DVM için hesaplanabildiği için çalışmanın maliyet hesabı kısmına burdan devam edilmiştir.

4.4. Taş Temizleme Sonrası Yaklaşık Maliyet Hesabı

Söz konusu alanların tarıma açılması halinde ve yılda bir ürün alınacak şekilde kuru buğday tarımı yapılması düşünülürse 1 dekar araziden elde edilecek geliri hesaplayacak olursak ; Buğday tarımı yapılırken,

Toprağın hazırlık aşaması (Birinci sürüm, ikinci sürüm, ekim)

Bakım aşaması (Gübre, sulama, ilaçlama)

Hasat aşaması (Hasat, harman ve depolama, taşıma)

aşamaları göz önünde bulundurularak hesaplamalar yapılmıştır.

2021 yılı için yapılan hesaplamada (TL);

1 dekar araziden elde edilecek buğday için;

1 dekar arazi için yıllık gider;(Tohum 100 TL+ Gübre 220 TL + Akaryakıt giderleri 50 TL + Hasat 50 TL + Zirai Mücadele 160 TL)= 580 TL olmaktadır.

Çizelge 4.4. 2021,2023 ve 2024 yılı üretim maliyetleri

	2021 Yılı	2023 Yılı	2024 Yılı
Tohum	100	300	350
Gübre	220	820	1000
Akaryakıt	50	200	400
Giderleri			
Hasat Giderleri	50	250	400
Zirai Mücadele	160	245	360
Toplam	580	1815	2510

Çizelge 4'te üretim maliyetlerinin yıllara göre değişiminde de görüldüğü gibi üretim maliyetleri her geçen yıl biraz daha artmaktadır, bu sebeple ne kadar erken taş

toplama işlemlerine başlanılırsa daha düşük masraflarla geri dönüşümü sağlanmış olacaktır.

Çizelge 4.5. 1 Dekar alan için yıllık gider tablosu



Çizelge 5'te yıllık giderler incelendiğinde yıllar içerisinde en fazla artışı gösteren girdi fiyatları gübre, tohum ve akaryakıt olmuştur.

Çizelge 4.6. 1 Dekar alan için yıllık gelir tablosu (2021)

1 dekar alan için yıllık gelir (2021)			
	A	B	C= (A × B)
Buğday kg	400	2,4	960
Saman kg	350	0,4	140
	Toplam Tutar (TL)		1100

Çizelge 6'da 2021 yılı için gelir hesabı yapılarak net gelir hesabına ulaşılmıştır.

A = Ürünün yıllık üretim miktarı (kg)

B = Ürüne ait ilgili yılın fiyatı (TL)

C = Ürüne ait ilgili yılın gelir fiyatı (TL)

$$C = A \times B$$

(4.1)

1 Dekar için yıllık gelir (Ana ürün satışı 1 dekar ortalama 400 kg buğday =400*2,40 TL=960 TL + Yan ürün Saman 350*0,4=140 TL) = 1100 TL

1 Dekar için yıllık net gelir = 520 TL

Çizelge 4.7. 1 Dekar alan için yıllık gelir tablosu (2023)

1 dekar alan için yıllık gelir (2023)			
	A	B	C= (A × B)
Buğday kg	400	8,83	3532
Saman kg	350	1,1	385
Toplam Tutar (TL)			3917

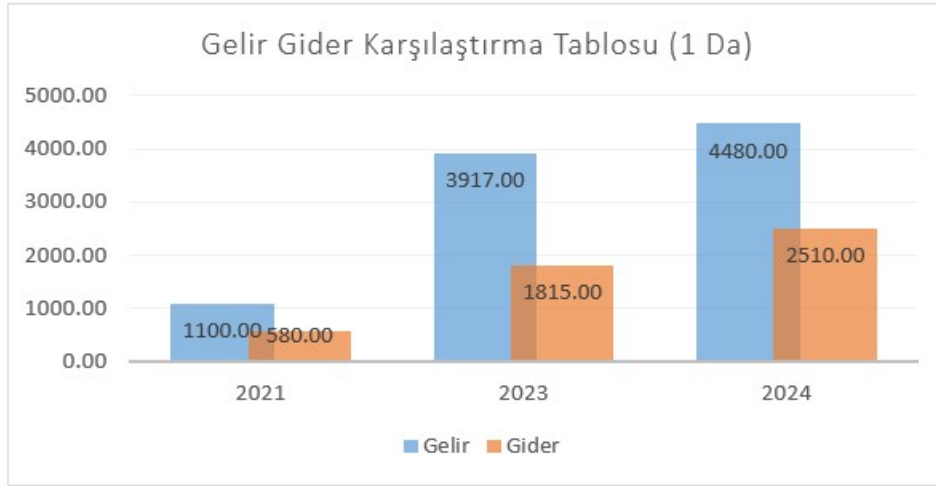
2023 yılı için bir dekar alanda elde edilen gelir 3.917 TL olup üretim maliyetleri 1.815 TL, net getirisi 2.102 TL olmaktadır.

Çizelge 4.8. 1 Dekar alan için yıllık gelir tablosu (2024)

1 dekar alan için yıllık gelir (2024)			
	A	B	C= (A × B)
Buğday kg	400	9,8	3920
Saman kg	350	1,6	560
Toplam Tutar (TL)			4480

Çizelge 8’de görüldüğü gibi 2024 yılı için bir dekar araziden elde edilen gelir 4.480 TL, üretim maliyetleri 2.510 TL, net getirisi 1.970 TL olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.9. 1 dekar alan için Gelir-Gider karşılaştırma tablosu



Çizelge 4.10. TRGM 2022 yılı poz analizi

Poz No	Cinsi	Ölçü Birimi	Miktar	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
37.KH/8	Sürüm derinliği (30 cm.) içindeki 75 cm. den büyük çaplı taşların sökülmesi	saat	0.10	44.97	4.50
3.501	Ekskavatörün 1 saatlik ücreti (1 yd ³ lük ve takriben 100 HP gücünde)	saat	0.04	505.89	20.24
19.100.1028	Lastik tek yükleyici 1 saat ücreti (1.5 yd ³ .80 dhp)	saat	0.02	439.64	8.79
10.100.1062	Düz işçi (inşaat işçisi)	saat	0.03	32.50	0.98
Toplam					34.51
%25 Mütahhit Kan ve Genel Giderler					8.63
1 Ad Fiyatı					43.14

Çizelge 10.'da, 2022 yılı, 75 cm çaplı taşların makina ile yüklenmesi, boşaltılması ve istifi ile ilgili Tarım Reformu Genel Müdürlüğüne (TRGM) ait yaklaşık maliyeti gösteren poz analizi detayları ile gösterilmiştir. Yapılan çalışmada hem sahada bulunan taş temizleme çalışmalarını yapan ilgili müteahhitler ile hemde çiftçilerle yapılan görüşmeler sonucunda yaklaşık olarak temel fiyatlandırma yapılmış poz analizi ile yapılan karşılaştırma sonucu oluşan miktar ve fiyatlar belirlenerek kullanılmıştır.

Çizelge 4.11. 1 Dekar alan için taş temizleme maliyeti 2021,2023 ve 2024 yılı

TAŞ TEMİZLEME MALİYETİ (DEKAR)			
	2021 Yılı	2023 Yılı	2024 Yılı
YIL MALİYETİ (D)	1500.00	12000.00	15000.00
1 DA ARAZİ YILLIK GETİRİ (E)	520.00	2102.00	1970.00
1 DEKAR ARAZİNİN AMORTİSMAN SÜRESİ (F=D/E)	2,88	5,71	7,61

D = Taş Temizleme ilgili yıla ait maliyeti (TL)

E = 1 Dekar arazinin yıllık net getiri fiyatı (TL)

F = 1 Dekar arazinin amortisman süresi

$$F = D/E$$

(4.2)

Bu hesaba göre 2021 yılında 1 dekar taşlık arazinin temizleme maliyetinin 1500 TL/da, 1 dekar temizlenmiş ve kuru buğday tarımı yapılmış araziden elde edilecek gelirin ise 520 TL olduğu görülmektedir. Buna göre 1 dekar arazi kendini 2.8 yılda amorti etmektedir.

2023 yılında yapılan hesaba göre 1 dekar temizlenmiş ve kuru buğday tarımı yapılmış araziden elde edilecek gelirin ise 2102 TL olduğu görülmektedir. Buna göre 1 dekar arazi kendini 5.7 yılda amorti etmektedir.

2024 yılı için yapılan hesaplamalarda buğday ve mercimek ürünlerine göre gelir gider hesaplanmış ve maliyet durumları gözlemlenmiştir.

1 dekar araziden elde edilecek mercimek için;

Çizelge 4.12. 1 Dekar alan için yıllık gider (mercimek) 2024 yılı

1 dekar alan için yıllık gider(Mercimek)	
Tohum	400.00
Gübre	10.00
Akaryakıt Giderleri	352.00
Hasat Giderleri	50.00
Zirai Mücadele	350.00
Toplam	1162.00

Çizelge 12’de mercimek üretimine ait üretim maliyeti iş kalemleri gösterilmektedir.

Çizelge 4.13. 1 Dekar alan için yıllık gelir (mercimek) 2024 yılı

1 dekar alan için yıllık gelir (2024)			
	A	B	C= (A × B)
Mercimek kg	225	21	4725.00
Saman kg	250	3	750.00
	Toplam		5475.00
	Tutar (TL)		

Çizelge 13’de görüldüğü gibi 2024 yılı için bir dekar araziden elde edilen mercimek üretimü için gelir 5.475 TL, üretim maliyetleri 1.162 TL, net getirisi 4.313 TL olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.14. 1 Dekar alan için taş temizleme maliyeti (Mercimek)

TAŞ TEMİZLEME MALİYETİ (DEKAR)	
2024 YILI MALİYET (D)	15000
ARAZİ YILLIK GETİRİ (E)	4313
1 DEKAR ARAZİNİN AMORTİSMAN SÜRESİ (F=D/E)	3,48

Bazı bitki türleri uzun yıllar arka arkaya aynı tarlaya ekildiğinde verimlerinde büyük düşüş gözlenir. Ekim nöbetinde amaç tarlanın üretkenliğinin sürdürülmesi ile birim alandan alınan verimin artırılmasıdır. Bitkisel üretim uygulamalarının yüksek verimli olması ve hedeflenen tarımsal başarıya ulaşmak için ekonomik ve doğal şartlara uyumlu ekim nöbeti planlanmalıdır. Her bitki topraktan aynı besini almaz. Tahıllar azotu kullanırken, baklagiller toprağa azot

bağlar. Türkiye'ye en uygun ekim nöbetinin buğday-mercimek ekimi olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple hesaplamalar bir yıl buğday tarımı bir yıl mercimek tarımı üzerinden hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 14.'te, 1 yıl mercimek 1 yıl buğday üretildiği varsayılarak yapılan karşılaştırma durumunda; hesaba göre 2024 yılında 1 dekar taşlık arazinin temizleme maliyetinin 15.000 TL/da, 1 dekar temizlenmiş ve kuru buğday tarımı yapılmış araziden elde edilecek gelirin ise 1970 TL, mercimek tarımı yapılmış araziden elde edilecek gelirin ise 4313 TL olduğu ($1970+4313=6283$) görülmektedir. Buna göre 1 dekar arazi kendini 4,77 yılda amorti etmektedir.

Çizelge 4.15. 1 Dekar alan için taş temizleme maliyeti

TAŞ TEMİZLEME MALİYETİ (DEKAR)	
2024 YILI MALİYET (D)	15000
ARAZİ YILLIK GETİRİ (E)	3141,5
1 DEKAR ARAZİNİN AMORTİSMAN SÜRESİ (F=D/E)	4,77

Yukarıdaki hesaplamalarda görüldüğü üzere yıllar geçtikçe artan maliyetler ve ekonomik sebepler göz önünde bulundurulduğunda erken toplanan taşlık alanların tarım alanlarına kazandırılması amortisman süresini de etkilemektedir.

Çalışma alanında yaklaşık 591,99 hektar taşlık alanın olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.16. Çalışma alanı toplam taş temizleme maliyeti

Stone-Taşlık Alan (da)	Taş Temizleme Maliyeti 1 da fiyatı	Toplam Temizleme Maliyeti
5919.9	15000	₺88,798,500.00

Stone-Taşlık Alan	Arazinin Yıllık 1 da Getirisi	Toplam Gelir Tutarı
5919.9	3141.5	₺18,597,365.85

5. TARTIŞMA

Yapılan hesaplamalarda gübre maliyetleri de hesaplanmıştır. Bununla birlikte söz konusu çalışma alanındaki arazilerin hiç işlenmemiş topraklar olduğunu ve gübre gerektirmeyeceğini düşündüğümüzde, söz konusu maliyeti hesaplamadan çıkardığımızda sadece su gerektirmeyen kuru buğday veya mercimek tarımında bile amorti süresi 1 dekar için 3 veya 4 yıla kadar düşebilecektir. Söz konusu hesaplamaya farklı ürünler ve de ikinci ürün hesabı da eklenmesi halinde temizleme maliyetinin çok çok kısa sürelerde amorti edilebileceği görülebilecektir. Ayrıca, söz konusu arazilerden toplanan taşların da işlenerek ekonomik anlamda değerlendirilebileceği hususu da eklendiğinde, taş toplama çalışmalarının bölge ekonomisine çok büyük katkı sağlayacağı açıktır.



Şekil 5.1. Taş temizleme çalışmaları yapılmış örnek alan

Şekil 4.14.'te, çalışma sahasında çekilen fotoğrafta taş temizleme çalışmaları yapılmış toplanan taşların arazinin sınırlarına doğru dizildiği ve arazinin kullanılabilirliğine örnek bir alan olarak görülmektedir.



Şekil 5.2. Tarla ortasına öbek halde toplanmış taşlara örnek

Şekil 4.15.'de, çalışma sahasında çekilen fotoğrafta taş temizleme çalışmaları yapılmış toplanan taşların arazinin belirli noktalarına taş öbekleri halinde bırakıldığı ve arazinin taşlardan temizlenmesine örnek bir alan olarak görülmektedir.



Şekil 5.3. Tarla sınırına alınmış taşlara birer örnek

Şekil 4.16.'da, çalışma sahasında çekilen fotoğrafta taş temizleme çalışmaları yapılmış toplanan taşların arazinin sınırlarına istiflenerek sınır taşı halinde bırakıldığı ve arazinin taşlardan temizlenmesine örnek bir alan olarak görülmektedir.



Şekil 5.4. Çalışma sahasının taşlık ve temizlenen taşlara ait bir görüntüsü.



Şekil 5.5. Çalışma sahasının taşlık, öbek halide toplanmış ve temizlenen taşlara ait bir görüntüsü



Şekil 5.6. Çalışma sahasının taş temizleme sonrası görüntüsü.

Şekil 4.19.'da, çalışma sahasında çekilen fotoğrafta taş temizleme çalışmaları yapılmış ve güncel olarak yapılan tarımsal faaliyetler görülmektedir.



Şekil 5.7. Çalışma sahasının taş temizleme çalışmaları sonrası taşların depo edildiği yerlerden bir örnek

Şekil 4.20.'de, çalışma sahasında çekilen fotoğrafta taş temizleme çalışmaları yapılmış ve taş temizleme çalışmaları sonrası taş depo alanı olarak kullanılan alan görülmektedir.

6. SONUÇLAR

Bu çalışma, yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafları kullanarak taşlık alanların belirlenmesi ve tarıma elverişli alanların tespiti konularında önemli bulgular ortaya koymuştur. Elde edilen sonuçlar, hava fotoğrafları ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) teknolojilerinin birlikte kullanımının arazi sınıflandırması ve yönetiminde ne kadar etkili olduğunu göstermektedir. Özellikle, nesne tabanlı sınıflandırma yöntemlerinin kullanımı, geleneksel yöntemlere kıyasla daha yüksek doğruluk oranları sağlamıştır. Bu sayede, tarım yapılmaya elverişli alanlar hızlı ve etkin bir şekilde belirlenmiştir.

Yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafları sayesinde 25 cm konumsal çözünürlüğe sahip kırmızı, yeşil ve mavi bantların kullanılmasıyla yüksek doğruluk değerine ulaşılabilmektedir. Genel doğruluk oranı %89'un üzerinde olup, taşlık alanlar ve yerleşim alanları birbirine en fazla karışan sınıflar olarak gözlemlenmiştir. Bunun temel sebeplerinden biri, spektral değerlerin birbirine yakın olmasıdır.

Çalışmada, hava fotoğraflarının yüksek çözünürlüklü olması, küçük ve dağınık taşlık alanların bile tespit edilmesini mümkün kılmıştır. Bu durum, tarıma uygun olmayan bölgelerin kolayca belirlenmesini ve bu alanların dışındaki bölgelerin tarım için değerlendirilmesini sağlamıştır. Sınıflandırma algoritmalarının kullanımı, sadece taşlık alanların değil, aynı zamanda farklı arazi örtüsü türlerinin ve toprak yapılarının da hassas bir şekilde ayrılmasını mümkün kılmıştır.

Yapılan sınıflandırma sonucu yaklaşık 591.99 hektar taşlık alan tespit edilmiştir. Bu alanların temizlenmesi durumunda tarıma kazandırılacak ekonomik maliyetler hesaplanmış ve yorumlanmıştır. 2021 yılında 1 dekar taşlık arazinin temizleme maliyeti 1500 TL olarak belirlenmiştir. Buğday tarımı yapılan temizlenmiş bir dekardan yıllık net 520 TL gelir elde edilmekte olup, amortisman süresi 2.8 yıl olarak hesaplanmıştır. 2023 yılı hesaplamalarına göre, temizlenmiş araziden yıllık 2102 TL net gelir elde edilmiş ve amortisman süresi 5.7 yıl olarak bulunmuştur. 2024 yılı hesaplamalarında ise, mercimek tarımı ile yıllık 4313 TL net gelir elde edilerek amortisman süresi 3.48 yıl olarak belirlenmiştir.

7. ÖNERİLER

Bu çalışmanın bulguları, tarımsal planlama ve arazi yönetimi süreçlerinde sınıflandırma algoritmalarının etkin bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Elde edilen veriler, tarım politikalarının ve arazi kullanım stratejilerinin belirlenmesinde önemli bir girdi sağlamaktadır. Böylece, tarımsal üretim kapasitesinin artırılması, kaynakların etkin kullanımı ve çevresel sürdürülebilirlik açısından daha bilinçli kararlar alınabilir.

Günümüzde gıda güvenliği ve sürdürülebilir tarım, artan dünya nüfusu ve azalan tarım arazileri nedeniyle kritik bir önem taşımaktadır. Tarım alanlarının verimli kullanımı, gıda üretimini artırarak hem bölgesel hem de küresel ölçekte ekonomik kalkınmayı desteklemektedir. Bu anlamda çalışmanın bulguları mevcut tarım alanlarının verimli kullanımının önemini vurgularken, gelecekte ihtiyaç duyabileceğimiz yeni tarım alanlarının tespiti için de önemli bilgiler sunmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma, yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin ve gelişmiş sınıflandırma algoritmalarının tarımsal alanların değerlendirilmesinde ne kadar değerli olduğunu ortaya koymuştur. Bu yaklaşımlar, gelecekte daha akıllı ve veri odaklı tarım politikalarının oluşturulmasına yardımcı olacak ve hem çevresel sürdürülebilirlik hem de ekonomik kalkınma hedeflerine ulaşılmasına katkı sunacaktır.

KAYNAKLAR

- Akar, Ö. , & Güngör, O. (2015). Integrating multiple texture methods and NDVI to the Random Forest classification algorithm to detect tea and hazelnut plantation areas in northeast Turkey. *International Journal of Remote Sensing*, 36(2), 442-464.
- Algancı, U., Sertel, E., Örmeci, C., & Özdoğan, M. (2011). Uydu Görüntülerinde Mekansal Çözünürlüğün Tarım Alanlarının ve Ürün Tiplerinin Belirlenmesine Etkisinin Araştırılması: Şanlıurfa Örneği. *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, (104.2), 21-27.
- Anderson, James R. (1976). A land use and land cover classification system for use with remote sensor data *US Government Printing Office*. , 964(), . <https://doi.org/10.3133/pp964>
- Apaydın, C., & Abdikan, S. (2020). Fındık bahçelerinin Sentinel-2 verileri kullanılarak piksel tabanlı sınıflandırma yöntemleriyle belirlenmesi. *Geomatik*, 6(2), 107-114.
- Aslan, Ü., & Özdemir, İ. (2004). Separation of Agricultural Aimed Plantations From The Forest Cover by Using The LANDSAT-5TM and SPOT-4 HRVIR Data in Turkey. *International Archives of Photogrammetry. Remote Sens. Spat. Inf. Sci*, 36, 324-327.
- Bağdatlı, M. C., & Nazari, M. A. (2022). Evaluation and Spatial Analysis of Agricultural Soils by GIS based Mapping in Nevşehir Province (Türkiye). *Eurasian Journal of Agricultural Research*, 6(2), 133-142.
- Belgiu, M., & Csillik, O. (2018). Sentinel-2 cropland mapping using pixel-based and object-based time-weighted dynamic time warping analysis. *Remote sensing of environment*, 204, 509-523.
- Caf, D. (2020). TARIMSAL ÜRÜNLERİN UZAKTAN ALGILAMA İLE TESPİTİ. *Journal of Agriculture*, 2(2), 80-91.
- Cengiz, S., Görmüş, S., & Ateşoğlu, A. (2014). Uzaktan algılama aracılığıyla tarımsal peyzaj karakterizasyonu. 5. Uzaktan Algılama-Cbs Sempozyumu (Uzal-Cbs 2014). 14-17 Ekim, İstanbul.
- Çil, B. (2023). *Hava fotoğrafları ve sentinel-2 görüntüleri yardımıyla bazı meşcere bileşenlerinin tahmin edilmesi* (Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi).
- De Alwis, C., Kalla, A., Pham, Q. V., Kumar, P., Dev, K., Hwang, W. J., & Liyanage, M. (2021). Survey on 6G Frontiers: Trends, Applications, Requirements, Technologies and Future Research. *IEEE Open Journal of the Communications Society*, 2, 836-886. <https://doi.org/10.1109/ojcoms.2021.3071496>
- Devlet Su İşleri 15. Bölge Müdürlüğü, Arazi Toplulaştırma ve Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri Projeleri.
- Everitt, J. H. , Murden,D. , & C. Y. (2011). Evaluating high resolution SPOT 5 satellite imagery for crop

- identification. *Computers and Electronics in Agriculture*, (75), 347-354. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2010.12.012>
- Hossen, H., Mahmod, W. E., Negm, A., & Nakamura, T. (2022). Assessing Water Quality Parameters in Burullus Lake Using Sentinel-2 Satellite Images. *Water Resources*, 49(2), 321–331. <https://doi.org/10.1134/s0097807822020087>
- Hugh, S., Michael, H., & Henry, H. (2004). Remote Sensing Technology for Mapping and Monitoring Land-Cover and Land-Use Change. *Progress in Planning* (pp. 301–325).
- Kussul, N., Lemoine, G., Gallego, F. J., Skakun, S. V., Lavreniuk, M., & Shelestov, A. Y. (2016). Parcel-Based Crop Classification in Ukraine Using Landsat-8 Data and Sentinel-1A Data. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 9(6), 2500–2508. <https://doi.org/10.1109/jstars.2016.2560141>
- Liu, D., & Xia, F. (2010). Assessing object-based classification: advantages and limitations. *Remote sensing letters*, 1(4), 187-194.
- Lowe, B., & Kulkarni, A. (2015). Multispectral image analysis using random forest.
- Mermer, A., Yıldız, H., Ünal, E., Urla, Ö., Aydoğdu, M., Avağ, A., & Torunlar, H. (2011). Doğu Anadolu Bölgesinde Mera Vejetasyonunun Uydu Görüntüleri (NDVI) İle İzlenmesi. 9. *Tarla Bitkileri Kongresi*, 12-15.
- Murthy, C. S., Raju, P. V., & Badrinath, K. V. S. (2003). Classification of wheat crop with multi-temporal images: Performance of maximum likelihood and artificial neural networks. *International Journal of Remote Sensing*, 24(23), 4871-4890.
- Nabdel, L., Çağlayan Demirbaş, S., Zeydanlı, U. S., & Leloğlu, U. M. (2018). Multispektral görüntü serilerinden bozkırların tespiti.
- Özcan, O., Musaoğlu, N., Üstündağ, B., Kurucu, Y., & Örmeci, C. (2011). Buğday bitkisinin farklı ekim bölgelerindeki gelişim düzeyinin bilgi teknolojileri ile incelenmesi. *TMMOB, Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, 31.
- Peştemalci, V., ve ark. (1991). Adana İlinde 1991 Yılı Buğday Ve Arpa Ekili Alan Tahmini
- Polat, A. B., Akcay, O., & Balık Sanlı, F. (2022). Monitoring seasonal effects in vegetation areas with Sentinel-1 SAR and Sentinel-2 optic satellite images. *Arabian Journal of Geosciences*, 15(7), 670.
- Reis, S., & Yomralıoğlu, T. (2006). Detection of current and potential hazelnut plantation areas in Trabzon, North East Turkey using GIS and RS.
- Serra, P., & Pons, X. (2008). Monitoring farmers' decisions on Mediterranean irrigated crops using satellite image time series. *International Journal of Remote Sensing*, 29(8), 2293-2316.
- Sönmez, N. K., & Sarı, M. (1999). Sayısal uydu verileri ile Batı Akdeniz bölgesinde buğday bitkisinin spektral özelliklerinin ve alansal dağılımının

- belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(supp4), 929-934.
- Şeker, M. (2021). *Farklı sınıflandırma algoritmaları kullanarak sentinel-2 ve landsat 8 verileri sınıflandırması ve tematik doğruluk değerlendirme (silifke ilçesi örneği)*. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Şen, Ö. (2021). *Uydu görüntüleri / hava fotoğrafları kullanarak arazi sınıflandırma çalışması* [doktora tezi]. Ankara Üniversitesi.
- Torunlar, H., Tuğaç, M. G., & 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.
- Turker, M., & Arikan, M. (2005). Sequential masking classification of multi-temporal Landsat7 ETM+ images for field-based crop mapping in Karacabey, Turkey. *International Journal of Remote Sensing*, 26(17), 3813-3830.
- Turker, M., & Ozdarici, A. (2011). Field-based crop classification using SPOT4, SPOT5, IKONOS and QuickBird imagery for agricultural areas: a comparison study. *International Journal of Remote Sensing*, 32(24), 9735-9768.
- Ünal, E., Aydoğdu, M., Ceylan, N., Sezer, A., Özenç, N. & Duyar, Ö. (2010). Giresun İlinde Fındık Alanlarının Uzaktan Algılama ile Tespit Edilmesinde Arazi Topografyasının Etkisinin İncelenmesi ve Alternatif Tarım Ürünlerine Uygunluğunun Belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 19(1-2), 1-10
- Wardlow, B. D., & Egbert, S. L. (2008). Large-area crop mapping using time-series MODIS 250 m NDVI data: An assessment for the US Central Great Plains. *Remote sensing of environment*, 112(3), 1096-1116.
- Yalçın, D. (2022). *Arazi kullanımı ve arazi örtüsü sınıflandırmasında sentinel-2 görüntülerinin analizi* (Master's thesis, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- Yang, C., Everitt, J. H., & Murden, D. (2010). Evaluating high resolution SPOT 5 satellite imagery for crop identification. *Computers and Electronics in Agriculture*, 75(2), 347-354.
- Yiğit, A. Y., & Kaya, Y. (2020). Sentinel-2A uydu verileri kullanılarak sel alanlarının incelenmesi: Düzce örneği. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 2(1), 1-9.