T.C
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AHIR GÜBRESİ UYGULAMALARININ ARPA VERİM PARAMETRELERİ İLE AZOT VE PROTEİN İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN SPAD VE İHA İLE BELİRLENMESİ

Mukadder Evin KARAKOYUNLU

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME
ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2020

T.C
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AHIR GÜBRESİ UYGULAMALARININ ARPA VERİM PARAMETRELERİ İLE AZOT VE PROTEİN İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN SPAD VE İHA İLE BELİRLENMESİ

Mukadder Evin KARAKOYUNLU

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME
ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2020

Prof. Dr. Recep GÜNDOĞAN danışmanlığında, Mukadder Evin KARAKOYUNLU'nun hazırladığı **"Ahır Gübresi Uygulamalarının Arpa Verim Parametreleri ile Azot ve Protein İçeriği Üzerine Etkilerinin SPAD ve İHA ile Belirlenmesi"**konulu bu çalışma 24/09/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Recep GÜNDOĞAN ……..……

Üye : Doç. Dr. Mehmet ŞENBAYRAM …….....

Üye : Prof. Dr. Hikmet GÜNAL ……..……

Bu Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HÜBAP tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 20059

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 9
2.1. Azot Uygulamaları ile Arpa Verim İlişkileri 9
2.2. Azot ve Protein İçeriklerinin SPAD ile Belirlenmesi 14
2.3. İnsansız Hava Araçlarının Tarımda Kullanılması 15
3. MATERYAL ve YÖNTEM 26
3.1. Materyal 26
3.1.1. Çalışma alanı ve konumu 26
3.1.2. İklim 27
3.1.3. Toprak özellikleri 29
3.2. Yöntem 30
3.2.1. Bitki yetiştirme ve deneme deseni 30
3.2.2. Toprak ve bitki örneklerinin alınması 31
3.2.3. Kjeldahl yöntemi ile toplam azotun belirlenmesi 31
3.2.4. Protein içeriğinin belirlenmesi 34
3.2.5. SPAD-502 kullanılarak klorofil yoğunluğunun ölçümü 35
3.2.6. İnsansız hava aracı ile görüntü alınması 35
3.2.7. İHA ile görüntü alınması 36
3.2.8. Görüntülerin işlenmesi 38
3.2.9. Multispektral görüntülerden bitki indekslerin hesaplanması, modellenmesi ve doğrulanması 43
3.2.10. Verim tahminin modellenmesi 45
3.2.11. İstatistiksel analizler 46
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 46
4.1. Ahır Gübresi Uygulamalarının Toprak ve Bitki Azot İçeriğine Etkisi 47
4.2. Ahır Gübresi Uygulamalarının Arpa Verim ve Verim Parametreleri Üzerine Etkisi 48
4.3. Ahır Gübresi Uygulamalarının NDVI Üzerine Etkileri 53
4.4. Ahır Gübresi Uygulamasının Arpa Bitkisi Klorofil İçeriği Üzerine Etkileri 56
4.5. Bitki ve Toprak Azot İçeriğinin SPAD, Sap - Dane Protein, NDVI ile ilişkisi 57
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 61
KAYNAKLAR 63
ÖZGEÇMİŞ 71

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AHIR GÜBRESİ UYGULAMALARININ ARPA VERİM PARAMETRELERİ İLE AZOT VE PROTEİN İÇERİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN SPAD VE İHA İLE BELİRLENMESİ

Mukadder Evin KARAKOYUNLU

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Recep GÜNDOĞAN
YIL: 2020, Sayfa:71

İnsansız Hava Araçlarına (İHA) monte edilen farklı kamera ve sensörler sayesinde bitki gelişimi ve verim tahmini için daha detaylı bilgi toplanması mümkündür. Bu bağlamda, Normalize Edilmiş Farklı Bitki Indeksi (NDVI) analizi yapmaya olanak sağlayan multispektral kameralar, vejetasyon analizleri ve bitki azot yönetimi konularında yapılan araştırmalarda sıkça kullanılmaktadır. Bu çalışmada Şanlıurfa Harran Ovası koşullarında ahır gübresi bulamacı uygulamasının arpa gelişimi, azot kullanımı ve verim parametrelerini incelemek amacıyla multispektral kameralar takılı multikopter tipi alçak irtifa insansız hava aracı ile elde edilen görüntülerden NDVI üretilmiştir. NDVI değeri, araziden alınan bitki örnekleri ve SPAD okumaları ile karşılaştırılmış ve bitkinin azot içeriği ve verim parametreleri tahmin edilmiştir. Sonuçlar arpa verimi üzerine ahır gübre uygulamaları ile mineral gübre uygulamaları arasında istatistiki bir fark bulunmadığını göstermiştir. Bunun yanı sıra multispektral kameralardan üretilen NDVI indeksinin azot yönetimi çalışmalarında başarılı olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Arpa verimi, Azot içeriği, İHA, Multispektral kamera, Ahır gübresi bulamacı

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF BARN MANURE APPLICATIONS ON BARLEY YIELD PARAMETERS, NITROGEN AND PROTEIN CONTENT WITH SPAD AND UNMANNED AERIAL VEHICLE

Mukadder Evin KARAKOYUNLU

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition

Advisor: Prof. Dr. Recep GÜNDOĞAN
Year: 2020, Pages:71

The cameras and sensors mounted on unmanned air vehicles (UAV) enable to collect detailed information for plant growth and yield prediction. In this context, multispectral cameras that allow for Normalized Different Plant Index (NDVI) analysis are frequently used in studies on plant vegetation analysis and plant nitrogen management. In this study, NDVI was produced from images obtained by a multi-copter type low altitude unmanned aerial vehicle equipped with multispectral cameras in order to examine barley development, nitrogen use and yield parameters of barn manure slurry application in Şanlıurfa province, Harran Plain conditions. NDVI value was compared with plant samples taken from the field and SPAD readings and the nitrogen content and yield parameters of the plant were estimated. Results showed that there was no statistical difference between barley fertilizer applications and mineral fertilizer applications on barley yield. In addition, the result has shown that the NDVI index produced from multispectral cameras can be used successfully nitrogen management studies..

KEYWORDS: Barley yield, Nitrogen content, UAV, Multispectral camera, Cattle slurry

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması boyunca bana her konuda destek olan ve motivasyonu ile ışık tutan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Recep GÜNDOĞAN'a, arazi ve teknoloji konusundaki bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen hocam Sayın Doç. Dr. Mehmet ŞENBAYRAM'a çok teşekkür eder, saygılarımı sunarım. Ayrıca Doktora öğrencileri Veysel GÖKMEN ve Süreyya Betül RUFAİOĞLU'na, Yüksek Lisans öğrencileri, Halime ÖZTÜRK, Medine AĞ, Hayriye GÜNBEGİ ve Araştırma Görevlisi Hamza YALÇIN'a arazi ve laboratuvar ve istatistik analizlerin değerlendirilmesindeki destekleri ve ÖZLEM KAYA'ya drone konusundaki yardımları için teşekkür ederim. Destekleri için aileme olan sevgi ve şükranlarımı sunmak isterim. Ek olarak, yoğun çalışmalarım sırasında bana katlanıp sabır gösteren, sınırsız hayal gücü ve bilgisayar bilgisi ile bana her an destek olan ve yanımda olan Bartosz Paczkowski'ye ayrıca teşekkür etmek isterim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. NDVI değerlerinin bitki yapraklarındaki yansıması 6
Şekil 1.2.NDVI değerlerinin bitki yapraklarındaki yansıması ve formülü 6
Şekil 3.1.Çalışma alanının konumu 26
Şekil 3.2.Deneme alanının genel görünümü 27
Şekil 3.3. Toplam azot oranını belirlemek için kullanılan Kjeldahl Ünitesi 33
Şekil 3.4. Khejdahl yönteminde titrasyon aşaması 34
Şekil 3.5. a) Parrot Bluegrass ve b)Multispektral kamera 36
Şekil 3.6. Multispektral kamera görüntüleri a) RGB, b) GREEN, c) RED, d)NIR, e) Red Edge 37
Şekil 3.7. Pix4D Mapper Programı açılış menüsü 38
Şekil 3.8.Pix4D Mapper Pro programı proje oluşturma menüsü 39
Şekil 3.9. Pix4D Mapper Pro programı resim ekleme 39
Şekil 3.10. Pix4D Mapper Pro programı eklenen görüntülerin detayları 40
Şekil 3.11. Pix4D Mapper Pro programı oluşturulan projenin datum ve koordinat sistemi seçimi 40
Şekil 3.12. Pix4D Mapper Pro proje niteliğine göre process seçimi 41
Şekil 3.13. Pix4D Mapper Pro eklenen görüntülerin Ovimap altlığında konumunun görülmesi 41
Şekil 3.14. Pix4D Mapper Pro Process işlemleri seçenekleri 42
Şekil 3.15 . Pix4D Mapper Pro YKN işaretleme penceresi ekran görüntüsü 42
Şekil 3.16. Pix4D Mapper Pro Process işlemleri seçenekleri 43
Şekil 3.17. Analiz ve modelleme işlemleri akış şeması *(Fu ve ark. 2020'den düzenlenmiştir.)* 44
Şekil 3.18. İHA görüntülerinden elde edilen NDVI sonuçlar 45
Şekil 4.1. Topraktaki azot içeriğinin zamana göre değişimi 48
Şekil 4.2. Bitkideki azot içeriğinin zamana göre değişim 49
Şekil 4.3. Çalışma alanının multispektral kameradan elde edilen NDVI haritası 53
Şekil 4.4. Mineral gübre uygulanan parsellerin Multispektral kameradan elde edilen NDVI haritaları 54
Şekil 4.5. Ahır gübre bulamacı uygulanan parsellerin Multispektral kameradan elde edilen NDVI haritaları 54
Şekil 4.6. Uygulanan mineral gübre ve ahır gübresi bulamacının NDVI değerleri üzerine etkisi 55
Şekil 4.7. Farklı tarihlerde alınan SPAD okuma örneklerinin azotlu gübre uygulamaları ile karşılaştırılması 57

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Şanlıurfa ili meteoroloji istasyonu uzun yıllar iklim verileri (1929-2019, MGM).....28
Çizelge 3.2.Şanlıurfa ili meteoroloji istasyonu 1929-2019 yılları sıcaklık verileri (MGM).....28
Çizelge 3.3. Şanlıurfa ili 2019-2020 kışlık arpa ekim dönemi (Aralık – Haziran) iklim verileri.....28
Çizelge 3.4. Deneme alanının toprak özellikleri.....29
Çizelge 3.5. Ahır gübresi bulamacı özellikleri.....30
Çizelge 3.6. Parrot Bluegrass kamera teknik özellikleri.....36
Çizelge 3.7. Pearson katsayısı yorumu.....46
Çizelge 4.1. Toprakta bulunan azot içeriklerinin üç farklı zamandaki tanımlayıcı istatistik değerleri.....47
Çizelge 4.2. Bitki azot içeriğinin üç farklı zamandaki tanımlayıcı istatistik değerleri.....49
Çizelge 4.3. Arpa biyokütle verileri (kg da-1).....50
Çizelge 4.4. Hasat dönemi (01/06/2020) Arpa bitkisi test parselleri azot ve protein içerikleri.....51
Çizelge 4.5. Multispektral kameradan elde edilen NDVI Değerleri (01.06.2020).....55
Çizelge 4.6. Bitki sap ve dane azot içeriğinin NDVI ile ilişkisi (01/06/2020).....56
Çizelge 4.7. Çalışma alanından SPAD-502 ile alınan ortalama bitki klorofil yoğunluğu.....57
Çizelge 4.8. Toprak ve bitki örneklerinin SPAD, sap- dane verim, protein ve NDVI ile ilişkisi.....59

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Ca	Kalsiyum
cm	Santimetre
Cu	Bakır
da	Dekar
Fe	Demir
gr	Gram
ha	Hektar
İHA	İnsansız Hava Aracı
K	Potasyum
kg	Kilogram
LAI	Yaprak alanı indeksi
m	Metre
Mg	Magnezyum
mm	Milimetre
Mn	Mangan
N	Azot
Na	Sodyum
NDVI	Normalize edilmiş fark bitki örtüsü indeksi
NIR	Yakın kızıl ötesinin 700-850 nm arasındaki kısmı
P	Fosfor
R	Görünür bölgenin 600-700 nm arasındaki kısmı
Zn	Çinko
VI	Bitki örtüsü indeksleri

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artışı, gelecekte gıda ihtiyacının artmasına neden olacaktır. Bu nedenle, Türkiye'de de bütün dünyada olduğu gibi tarımsal üretim faaliyetleri her geçen gün daha da fazla önem taşımaktadır. Böylece, değişen koşullar ile birlikte gelecek dönemler için gıda güvenliğini güvence altına almak herkes için önem arz etmektedir.

Günümüz koşullarında hayvancılık faaliyetlerin giderek artması, protein içeriği yüksek olan yem bitkilerine daha fazla ihtiyaç duyulmasına sebebiyet vermiştir. Bu nedenle besin içeriği yüksek olan yem bitkilerine ilgi her geçen gün daha da artmaktadır. Dolayısıyla protein içeriği yüksek olan bitkilerin kullanılması oldukça önemli bir hale gelmiştir. Bu kapsamda arpa, ülkemizde kullanılan başlıca hayvan yemlerinden biridir.

Arpa bitkisi (*Hordeum vulgare* L), yaklaşık olarak dünyanın her noktasında ekim kolaylığı sağlayan ve çok fazla çeşitlilik içeren, taneleri yem ve malt olarak kullanılan bir yem bitkisidir. Arpa bitkisinin %65'i hayvan yemi olarak, %33'ü viski ile maltlık bira yapımında, geriye kalan %2'lik kısmı ise gıda endüstrisinde işlendikten sonra insanların besin maddesi olarak kullanımına olanak sağlamaktadır. Ülkemizde ise arpa bitkisinin yaklaşık olarak %90'ı hayvan yemi olarak kullanılırken, geriye kalan %10'luk kısmı ise gıda endüstrisinde ve maltlık olarak bira sanayisinde değerlendirilmektedir. Gıda endüstrisinde kullanılan %2 gibi kısımlık bu oran, hayvan yemi olarak kullanılan orana kıyasla çok düşük olup, bira sanayinde kullanılan oran her geçen yıl artış göstermektedir. Hayvan yemi olarak kullanılan altı sıralı arpa daha yüksek oranda protein (%11,5) içermektedir. Malt olarak kullanılacak arpa bitkisinde ise yemlik arpanın tam aksine protein değerinin düşük (%9-10) olması istenir (Baik ve Ulrich, 2008).

Hordeum spontenaum kültüre alınmış arpanın atası olarak bilinmektedir. Arpa bitkisi dünyada ilk kültüre alınan bitkilerden biridir. Dünyada ilk kültüre alınan

bitkilerden biri olan arpa bitkinin kökeninin ise 10.500 yıl öncesinde Suriye, bugünkü İsrail, Lübnan, Ürdün, Irak ve Güneydoğu Türkiye'yi de kapsayan Doğu Akdeniz ve Ege çevreleri olduğu bilinmektedir. Arpa bitkisi, buğday, çeltik ve mısırın hemen ardından gelen en önemli dördüncü tahıl olma özelliği taşımaktadır (Sezer ve Sirat, 2011). Ülkemizde de yetiştirilme açısından buğdaydan hemen sonra geldiği bilinmektedir. Türkiye, arpa çeşitleri ve kullanımı bakımından, önemli ülkeler arasında bulunmaktadır. Türkiye'nin hemen hemen tüm bölgelerinde yetiştirilmekle birlikte özellikle yetiştirildiği bölgelerin başında İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri yer almakta ve arpa üretiminde önemli iki bölge özelliği taşımaktadır.

Dünya genelinde 2008 yılında toplam arpa üretimi 157,7 milyon ton olup, dünya genelinde toplam 56,8 milyon hektarlık alanda ekimi yapılmaktadır (Forster ve ark., 2000). Üretimde ileri gelen ülkelerin ilk sırasında Rusya bulunurken, Rusya'yı sırasıyla Ukrayna, Fransa, Almanya, Kanada ve İspanya takip etmektedir. Türkiye'nin 2009 yılından itibaren ortalama 7,5 milyon ton ile dünya arpa üretimi içindeki yaklaşık %3 payı ile 6. sırada yer almaktadır. 2017 yılı verilerine göre Türkiye'de 2,4 milyon ha arazide 6,4 milyon ton arpa üretim gerçekleştirilmiş olup ortalama verim 188 kg da^{-1} olarak gerçekleşmiştir. Bu verim genel olarak dünya ortalamasının altındadır. Türkiye'nin arpa üretimi 2010 ile 2017 yılları arasında değişkenlik göstermekte olup, 4.8 – 7,4 milyon ton arasında değişmektedir (TÜİK, 2016). Türkiye'de verimde görülen değişkenlik önemli ölçüde iklim koşullarından özellikle kuraklıktan kaynaklanmaktadır. Buna karşılık dünya arpa verimi son yıllarda giderek artmakta olup, 300 kg da^{-1}'ın üzerine çıkmıştır. Bunun başlıca nedeni daha uygun iklim koşullarına sahip Rusya, Beyaz Rusya ve Ukrayna gibi ülkelerde ekim alanlarının artmış olmasıdır (Tebge, 2017).

Arpa bitkisinin geçmişten günümüze uzanan ıslah çalışmalarına maruz kalması, fenotipik özellikler kazanmasına neden olmuştur. Arpanın erken olgunlaşma ve yüksek stres koşulları altında dahi uyum sağladığı gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmalar, arpanın dünyanın birçok bölgesinde, sert ve soğuk iklimleri kapsayacak şekilde farklı toprak tiplerinde (tuzlu- alkali), uygun bir ürün olduğunu sağlamıştır. Arpa bitkisi tek yıllık bir bitkidir. Aynı zamanda farklı gün uzunluklarına da uyum

göstermektedir. Yedi kromozomdan oluşan genomuna sahip olması, moleküler çalışmalarda kilit bir rol oynamasına neden olmaktadır.

Arpa, aşırı sıcak ve soğuk olmayan ve oransal nem oranı yüksek olan yerlerde gelişim göstermektedir. Oransal nemin %70-80 olan yerler arpa bitkisi için uygundur. Organik madde miktarı en az %5 olan ve nötr ve tınlı topraklar, arpa bitkisi için ideal koşulları sağlayan toprak tipidir.

Arpa üretimini ve verimini arttırmak için öncelikle arazi ıslahı, yetiştirme tekniği, sulama, tarımsal mücadele teknikleri gibi vb. uygulamalarının yanında bölgeye uyumlu en kaliteli tohum çeşidini belirleyip, kullanmak gerekmektedir (İlgün ve ark., 2016). Bununla birlikte, günümüzde aşırı toprak işleme, aşırı mineral gübre kullanımı, yanlış sulama yöntemleri gibi yanlış tarımsal uygulamalar, toprak üretkenliğini azaltarak, ürün verimliliğini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, farklı toprak amenajman yöntemleri geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bu yöntemlerden biri de mineral gübre kullanımı yerine ahır gübresi uygulamalarıdır.

Gübreleme, üretimde kalite ve verime direkt etki ettiğinden yöntemin doğru bir şekilde gerçekleştirilmesi için son derece önemlidir. Gübreleme bilinçsiz ve yoğun bir şekilde yapıldığında çok ciddi sorunlar doğurabilir ve toprağın üretkenliğine olumsuz etki edebilir. Hatalı yöntemlerle yapılan gübreleme, birim alandan alınan ürün miktarında azalma veya elde edilecek ürün miktarının düşük kalitede olması gibi sonuçlar doğurabilir. Sürdürülebilir toprak yöntemi için; toprakta organik madde dengesini sağlamak ve bitkide yarayışlı olabilecek bitki besin element dengesini korumak önem taşımaktadır.

Bu sebeple gübrelemede yöntem olarak organik gübreleme tercih edilmelidir. Kimyasal gübreleme yoğun olarak yapıldığı takdirde, kullanılan gübrenin dozu doğru olarak ayarlanmadığı durumlarda toprağın kimyasal yapısının bozularak olumsuz koşullar doğurmaktadır. Toprağın yapısının bozulmasının yanında çevresel faktörlerde de olumsuz koşullar gözlemlenmiştir (Sullivan ve ark., 1998). Gübre uygulamalarının arpada çok etkili olduğu, azotlu gübre uygulamalarının yeşil ve kuru ot verimi,

potasyum oranı, bitki boyu ve ham protein oranının arttırdığı belirtilmektedir (Karaca ve Çimrin, 2002).

Günümüzde azot durumunu değerlendirmek ve verim parametrelerini tahmin etmek amacıyla birkaç farklı sensör kullanılmaktadır. Bu sensörlerden biri de bitkinin klorofil yoğunluğunu tahmin etmek amacıyla kullanılan SPAD 'tır. Bu yöntem, yaprak ve azot konsantrasyonu arasında ilişki kurulmasına yardımcı olur (Dwyer ve ark., 1997). Bu nedenle SPAD okumaları, yaprak fotosentezinin oranını ve süresini artırmayı amaçlayan yetiştirme programlarında yararlı bir tarama kriterini temsil etmektedir.

Ürün gelişimini ve verimini, su stresi, aşırı gübreleme, hastalık, zararlı, yabancı ot, doğal afetler (kuraklık, sel, don vb.) gibi etmenler olumsuz etkiler. Bu gibi bitki gelişimini, dolayısıyla verimini etkileyen etmenlerin belirlenmesi güvenilir verim tahminlerine hızlı tepki verilmesi bakımından önemlidir. Bu bağlamda, geniş tarım alanlarını taramak ve hedef bitkinin vejetasyon döneminde kritik büyüme parametrelerini ölçmek için hızlı yöntemlere ihtiyaç vardır. Tarımsal üretimde, üretimi yapılan bitkinin hasat öncesi verim parametrelerinin tahminin yapılması, özellikle iç ve dış pazar şartlarının yönlendirilebilmesinde son derece önemlidir.

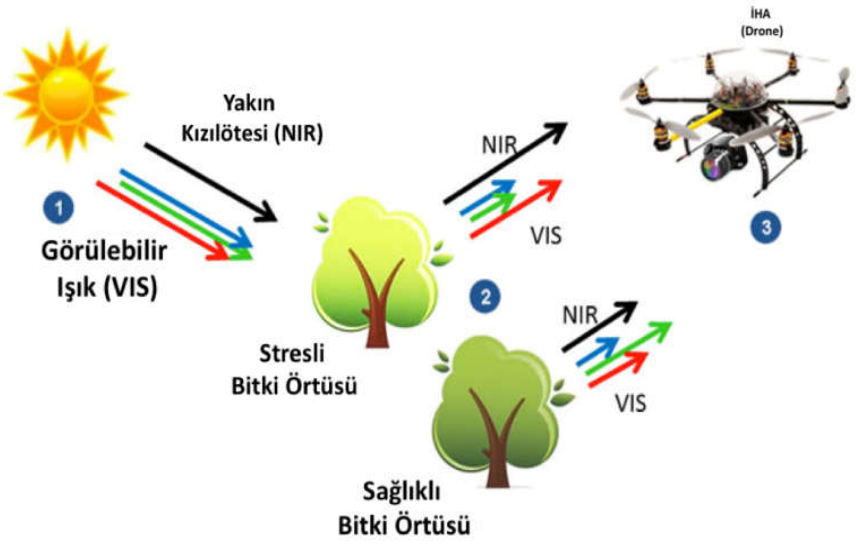
Uzaktan algılama ile elde edilen veriler, arpa bitkisinin verimliliğin belirlenmesinde, biyokütle tahminlerinin kullanılmasında ve arpa ekili arazilerin verim parametrelerinin belirlenmesinde son yıllarda oldukça sıklıkla kullanılmaktadır. Bu nedenle, uzaktan algılama yöntemi ile biyokütle tahmininin yapılmasında, uydu görüntüleri ve hava destekli fotoğraflar geniş alanların gözlenmesi için iyi birer veri girdisi olma özelliği taşımaktadır (Sönmez ve Sarı, 2004).

Uydu verilerine dayalı uzaktan algılama çalışmaları son yıllarda daha da yaygınlaşmıştır. Günümüz teknolojisine ayak uydurmak, daha kısa zaman diliminde daha çok iş yapmak sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Gelişmiş ülkelerde tarımsal ürün miktarının ve ürün kalitesinin artırılması amacıyla uzaktan algılama çalışmaları, Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ile birlikte kullanılmaktadır.

Son yıllarda yaygınlaşan insansız hava araçları kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalarda verim parametrelerinin belirlenmesi esas olarak NDVI analizlerine dayanmaktadır (Gündoğan ve ark., 2018). NDVI analizleri, günümüzde her gün biraz daha gelişme gösteren uzay teknolojisinin, yeryüzü kaynaklarını izleme ya da arazi örtüsü haritalama yönteminde doğruluğu yüksek ve güvenilir bilgilerin sağlanmasında faydalı bir yöntemdir. Bu amaçla, ürün verimi ile NDVI arasındaki ilişkiyi incelemek amacı ile birçok çalışma yapılmıştır.

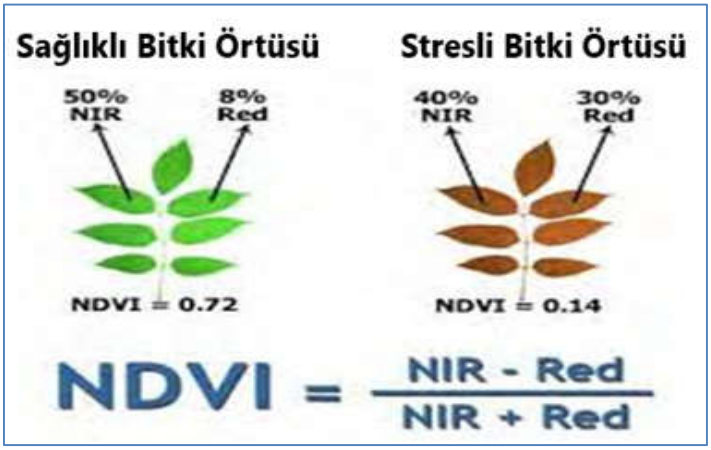
Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI)'dir. NDVI, bitki örtüsünün durumunu basit ve hızlı bir şekilde tanımlama çalışmalarında en başarılı yöntemlerinden biridir. Tarımda, ürünün kalitesinin ve miktarının doğruluk derecesini yüksek bir şekilde tahmin etmesi kullanım sıklığını da arttırmaktadır.

NDVI analizlerinde, bitki örtüsünün sağlıklı bir yapıya sahip olduğunu anlamak için veya bitki örtüsünün olmadığını birbirinden ayırabilmek için +1 ile- 1 arasında değişken olan bir ölçek belirlenmiştir, bitki örtüsü iyi oldukça bu değer +1'e yaklaşır. Aksi için ise -1 değerine yaklaşır (Akkartal ve ark., 2005). NDVI, yakın kızılötesi bant görüntüleri ve kırmızı kullanılarak üretilir ve her piksel değeri için farklı farklı hesaplanır. Belirtilen piksele ait yakın kızılötesi bant sayısal değerinden aynı piksele ait kırmızı bant sayısal değeri çıkartılır. Bu farkın, bitki örtüsü yoğun ve sağlıklı alanları için bitki örtüsü zayıf ve cılız alanlara kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Farkın belirlenmesinin ardından [-1, +1] aralığında bir değer elde edilir. (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. NDVI değerlerinin bitki yapraklarındaki yansıması

NDVI hesaplamasında, güneş ışığının iki spektral dalga bandında (görünür kırmızı bölge, 0,58-0,6 mm aralığında (R), ve yakın kızılötesi bölge, 0,725-1,1 mm aralığında (NIR), bitki yüzeyinden yansıyan radyasyonun sensör tarafından kaydedilen değerlerine bağlı şekilde olur (Şekil 1.2).



Şekil 1.2.NDVI değerlerinin bitki yapraklarındaki yansıması ve formülü

Bitki örtüsünün azot veya diğer birçok besin yetersizliğindeki gibi stres altında olduğu durumlarda, yansıtma değerleri ters yönde değişkenlik gösterebilir. Bitki örtüsü arttıkça sağlıklı yeşil bitkiler için NDVI değerleri artarak bitki maksimum

boyuta ulaştığında en yüksek noktaya ulaşır. Bitki içerisindeki klorofil yoğunluğu ile kırmızı ışık arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Kırmızı ışığın absorbsiyonu arttıkça, bitki klorofil yoğunluğu da artış gösterir (Markwell ve ark., 1995).

SPAD-502 toplam klorofil içeriği ölçümünde kullanılmaktadır. Bitki azot içeriği ile klorofil ölçümlerinin yüksek korelasyonu azot yönetimi çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemin uygulanması, geniş alanlarda ve özellikle yüksek boylu sık ürünlerde bazı zorluklar taşımakta ve zaman almaktadır. Bu nedenle, İHA'lardan elde edilen görüntüler ile SPAD 502 cihazları azot tayinini belirlemede birlikte kullanılmaktadır.

Bu çalışmada aşağıdaki hipotezler test edilmiştir;

H1; Bu çalışmada kullanılan ahır gübresi bulamacı uygulamasının arpa verim parametreleri üzerine ve protein üzerine etkisinin olumlu olması beklenmektedir.

H2; İnsansız hava aracı (İHA) ile bitki gelişiminin izlenmesi ve verim tahmini yapılması mümkündür.

H3; SPAD ile ahır gübresi bulamacı uygulamasının arpa bitkisinde azot ve protein içeriğinin izlenmesi mümkündür.

Bu hipotezleri test etmek için, bu çalışmada mineral gübre uygulamalarına alternatif olarak ahır gübresi bulamacı kullanımı ile Harran ovası koşullarında arpa azot ihtiyacının karşılanması ve arpa azot ve protein üzerine etkilerinin SPAD ile verim ve verim parametrelerinin İHA ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

Böylece bu çalışma ile aşağıdaki hedeflere ulaşılması amaçlanmıştır.

- Farklı ahır gübresi bulamacı uygulamasının arpa verim parametrelerine etkisini belirlemek,
- İnsansız hava aracı kullanılarak elde edilen görüntülerin arpa gelişim parametrelerinin belirlenmesi üzerine bir yöntem geliştirmek,
- SPAD ile arpa protein ve azot içeriklerini tahmin etmek

Yukarıdaki hedeflere ulaşmak için, Harran ovası koşullarında mineral gübre uygulamalarına alternatif olarak ahır gübresi bulamacı kullanılarak arpa azot ihtiyacının karşılanması ve arpa azot ve protein üzerine etkilerinin SPAD ile verim ve verim parametrelerinin İHA ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Azot Uygulamaları ile Arpa Verim İlişkileri

Foote ve ark. (1953), kurak bir yaz döneminde Oregon, ABD' de arpa bitkisi üzerine yapmış oldukları çalışmada ekim ve büyümenin erken evresinde bitki boyunun 18 cm olduğu esnada azotlu gübrelerden maksimum verimin alındığını bildirmişlerdir.

Zubriski ve ark. (1970), N ve K gübre dozlarının ve ekim tarihlerinin verim, dolgunluk yüzdesi ve maltlık arpa bitkisinin protein içeriği üzerine 2 haftaya kadar değişen etkilerini test etmişlerdir. Artan azot gübre doz uygulamaları, erken ekim verimini arttırdığını tespit etmişlerdir.

Pomeranz ve ark. (1976) tarafından yapılan bu çalışmada, arpa türleri arasındaki büyük farklılıklar, test edilen çeşitlerin bitki yetiştiricileri için zengin bir germplazma kaynağı sağlayacağını göstermiş ve azot gübre dozunun artarak uygulanması, maltlık arpa çeşidinde protein oranının da arttırdığını göstermiştir.

Lekes ve Zinisceva (1990), yaptıkları çalışmada, fazla azotun kışlık malt kalitesi ve verimi üzerinde olumsuz etkilere sahip olabileceği gibi yazlık arpa malt çeşitleri üzerinde de olumsuz etkiye sahip olduğunu vurgulamıştır. Azot alımının esas olarak iklim koşulları gibi genetik olmayan faktörlerden etkilendiği gözlemlenirken, yavaş uzamadan sonra translokasyon verimliliğinde (TEN, ekonomik verimdeki N içeriği x biyolojik verimdeki 100/N içeriği) ve biyolojik verimde farklılıklar gözlemlenmiştir.

Grant ve ark. (1991) tarafından yapılan üç yıllık bir tarla denemesinde, altı arpa çeşidi ile çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmada 0-200 kg ha-1 arasında değişkenlik gösteren altı arpa çeşidinde azot uygulama dozları ile değişen nem oranı koşullarındaki etkileri araştırılmıştır. Nem seviyesi arttıkça arpa çeşitlerinin protein konsantrasyonu azalırken, protein verimi ve toplam N alımı arttığı belirlenmiştir. Uygulanan N aralığında, azot kullanım verimliliği, düşük ve orta nem koşullarında yüksek N

seviyelerinde azalma gösterirken, yüksek nem seviyelerinde nispeten sabit olduğu gözlemlenmiştir.

Jorge ve ark. (1993), maltlık arpa bitkisinin verim ve tane kalitesinin standart yüksekliğinin uygulanan azot dozuyla ilişkisini saptamak amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırıcılar 4 farklı dozda azot uygulamış ve maksimum verimin 9 kg da-1 azot uygulamasında elde etmişlerdir.

Todar ve ark. (2014), Hindistan'da 2011-2012 yılları arasında kış sezonunda arpa bitkisi genotiplerinin azot dozlarının verim ve azot kullanım etkinliği üzerindeki etkisini incelemek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. 30,60,90,120 kg N/ha dozları uygulanmıştır. En yüksek protein içeriği (%11,18), kabuk içeriği (%11,97) ve hektolitre ağırlığı (64.71kg/hl) olup bu oranlar 120 kg/ ha azot dozunda elde edilmiştir. Tane verimi (4.50 t/ha) ve saman veriminin (5.99 t/ha) ise 90 kg N/ha'a kadar önemli bir artış gösterdiği belirlenmiştir.

Singh ve ark. (2013), 2006-2007 ve 2007-2008 sezonunda, Hindistan'da arpa bitkisinin daha yüksek malt ve tane verimi için uygun toprak işleme azot yöntemini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüştür. Ortalama iki yıllık sonuçlar, en yüksek tane verimini ZT (sıfır toprak işleme) mahsulünden sonra CT (geleneksel toprak işleme) ve BP (üç ekim yöntemi, yatak dikimi) 'den elde edildiğini ortaya koymuştur. Hakeza en yüksek tane verimi 62.5 ve 46,9 kg N/ha'dan önemli ölçüde yüksek olan 78,5 kg N/ha ile elde edilmiştir.

Pankaj ve ark. (2015) tarafından, 2012-13 sezonunda arpa bitkisinin üç ekim tarihini (ekim, kasım, aralık) içeren bir çalışma yapıldı. 30,60,90 kg/N ha dozu kullanılarak, önerilen %75, 100 ve 125 azot dozu (DN 62,5 kg ha-1) değerlendirilmiştir. 16 Ekim'de ekilen ürün, toplamda daha yüksek toplam klorofil içeriği, azot alımı (tahıl, saman ve bitki), tahılda protein içeriği ve protein verimi elde ettiği gözlemlenmiştir.15 Aralık'ta ekilen arpa, önemli ölçüde daha yüksek azot içeriğine ulaşmıştır. %125 azot dozu uygulaması, daha yüksek toplam klorofil içeriği, azot alımı ve tahılda protein içeriği ve verimi ile sonuçlanmıştır. Ürün hasatından

sonra, toprağın üzerinde kalan toplam ve mevcut N muhtevası, azotun her bir artan dozu ile %125' kadar artış göstermiştir.

Carrect ve Christiand (1992) tarafından İngiltere'de yapılan çalışmalarda, arpa bitkinin azot alımı baz alınarak malt kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu alanda yapılan çalışmalarda arpa verim parametrelerinin uygulanan azot dozuna bağlı olarak parabolik bir şekilde artış gösterdiği gözlemlenmiştir.

Delogua ve ark. (1998), yüksek verimli buğday ve arpa bitkisinin azot alımı ve verimliliği üzerine çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmada 80, 140 ve 210 N kg ha-1 oranları test edilmiştir. Arpadaki en yüksek verim 80 N kg ha-1 de kaydedilmiştir. Uygulanan farklı azot dozu uygulamalarının, arpa ve buğday bitkilerindeki biyokütle birikimini etkilediği gözlemlenmiştir. Tane dolumu döneminde N alımı, arpada uygulanan N ile herhangi bir korelasyon göstermemiştir. Buğdayın aksine arpada en yüksek verimi elde etmek için gereken daha düşük azot oranı, bu mahsulün düşük girdi koşullarında daha iyi performans göstermesini sağlamıştır.

De Bona ve ark. (2011) tarafından yapılan bu çalışmada, üre formundaki azot arpa bitkileri yedi hafta boyunca kükürt eksikliği olan bir toprakta yetiştirilmiştir. Ek azot uygulamalarının, aynı ölçüde nitrat ve üre kaynaklı bitki filizlerinde biyokütle ve kükürt konsantrasyonlarını arttırdığı belirlenmiştir.

Agu ve Palmer (2001) tarafından yüksek ve düşük azotlu arpaların malt özelliklerinin karşılaştırılması ile ilgili araştırma yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, düşük dozda azotun malt oranını ve ekstrakt gelişimini kolaylaştırdığını doğrulamıştır. Genel olarak, bu düşük azotlu arpalar ve yüksek azotlu arpaların benzer α amilaz seviyesinde olduğu, ancak yüksek azotlu arpaların daha yüksek olan β amilaz seviyelerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Baethgen ve ark. (1995), farklı büyüme aşamalarında uygulanan azot gübresinin bitki büyümesi, tane verimi ve maltlık arpa verimi bileşenleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla 1989-1991 döneminde on bir saha deneyi yapılmıştır. Maltlık

arpa bitkisi ile azotlu gübre kullanmak için en uygun stratejiler, malt kalitesini korumak için tahılda düşük N içeriğini korurken verimi en üst düzeye çıkarmayı amaçlanmıştır. Araştırma, arpa maltına yönelik N gübre stratejilerinin, ekin oluşumu ve ilk kök filizi gelişimi için ekim sırasında nispeten az miktarda mevcut N sağlaması gerektiğini göstermektedir.

Nielsen ve Jensen (1986), kumlu tınlı bir toprakta baharlık arpaya 15N etiketli amonyum nitratın (30, 60, 90 ve 150 N kg ha-1) uygulanan azot dozları sonucunun boyutlarını incelenmişlerdir. Araştırmanın sonucunda toprak azot alımının, gübre-azot alımından bağımsız olduğu, gübreye bağlı azot alımının, neredeyse başaklanma döneminde sonlanırken, toprağa bağlı azotun alımının devam ettiği gözlemlenmiştir. Bitki tarafından alınan gübreye bağlı azotun yaklaşık %7'sinin, tane doldurma döneminde mahsulden kaybolduğu belirlenmiştir.

Fathi ve ark. (1997) tarafından, altı arpa çeşidi üzerinde sekiz farklı azot dozuna verdikleri yanıttaki genotipik farklılıkların incelenmesi için çalışmalar yürütülmüştür. Yüksek verim parametrelerinin elde edilmesine katkıda bulunabilecek özelliklerin belirlenmesi amacıyla vejetatif büyüme, N içeriği, tane verimi, tane protein konsantrasyonu ve verim bileşenlerinin ölçümleri alınmıştır. 6 arpa çeşidi üzerinde uygulanan azot doz oranlarının, verim parametrelerine büyük ölçüde etki ettiği ve çeşitler arasında farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir.

Gately ve McAleese (2009), arpa bitkisine ekim sırasında altı farklı dozda (0,17,34,51,68,85 kg N/ha) uygulanan azot gübresinin, ekilen arpanın ham protein içeriği üzerine etkisini belirlemek amacıyla çalışmalar yürütmüştür. Toplam ham protein içeriğinin, azot uygulanmadan %11,3 iken, 85 N kg ha^{-1} ile %13,4'e yükseldiği belirlenmiştir. Ayrıca 17 N kg ha^{-1} uygulanan azot dozunun, tahıl protein içeriğinde en az artışı sağladığı belirtilmiştir.

Carreck ve Christian (1992), 1987-1989 yılları arasında, kışlık arpa bitkisi üzerinde azot alımı, kuru madde üretimi ve malt kalitesini belirlemek amacıyla bir dizi çalışma yürütmüşlerdir. Uygulanan azotlu gübrenin oranı ve zamanlamasının büyük

etkiler gösterdiği belirlenmiştir. Artan ve geç uygulamalar, azotun bitkinin vejetatif ve üreme kısımları arasında bölünmesini etkileyerek tahılda her zaman azot konsantrasyonunu arttırdığı açıklanmıştır.

Reisenauer ve Dickson (1961) tarafından, arpa verimleri, azot (N) ve kükürt(S) gübrelemesi ile ilgili çalışmalar yürütülmüştür. Araştırmanın sonucunda, yüksek dozda azot gübre uygulamalarının çekirdek boyutunu azalttığı, arpa ve malt azotunu arttırdığını ve malt kalitesini düşürdüğü gözlemlenmiştir. Yapılan araştırmada ayrıca sülfür gübrelemesinin azot içeriği üzerinde hiçbir etkisinin olmadığı, ancak maltların enzimatik aktivitelerini arttırdığı gözlenmiştir.

Soper ve ark. (1971), azot alımının arpa bitkisinin verim parametreleri üzerine etkisini araştırmışlardır. En iyi korelasyonun 61 cm toprak profili derinliğinde olması belirlenmiş, arpa veriminin azot alımı ile yüksek oranda korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Elde edilen r^2 değerleri, azotlu gübrenin kullanım etkinliği için bir faktör ile birleştirildiğinde, belirli bir arpa verimi için gereken gübre azotu miktarını tahmin eden bir denklem elde etmek için kullanılmıştır.

Varvel ve ark. (1987), siltli – killi tınlı toprakta iki farklı arpa çeşidine (Morex ve Glenn) 0,56,112,168 N kg/ ha azot uygulanmıştır ve arpa çeşitleri arasındaki farklılıklar gözlenmiştir. Maltlık arpa, her farklı çeşit için N yönetim uygulamaları için sürekli değerlendirmeyi gerektirdiği aktarılmış, çünkü uygulanan azotun hem verimi hem de maltlama özelliklerini doğrudan etkilediği aktarılmıştır.

Patel ve ark. (2004), arpa bitkisine 3 farklı dozda (60,80,100 kg ha^{-1}) azot uygulanarak tane verim parametrelerinin belirlenmesi amacıyla çalışma yapılmıştır. 60 kg ha^{-1}' dan 100 kg ha-1 'kadar uygulanan azot dozunda tane veriminde artış olduğu, tahıl ve saman verimi açısından 60 kg / ha' nın daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Uygulanan 100 kg ha-1 ve 80 kg ha-1 N dozu arasında önemli sayılacak derecede fark olmadığı tespit edilmiştir.

Lalor (2014) tarafından ahır gübresi bulamacı uygulama yöntemi ve zamanlama tekniklerine odaklanan araştırma sonucunda bulamaç uygulamasının ardından amonyak emisyonlarının azaldığı belirlenmiştir. Dahası, amonyak emisyonlarındaki azalmanın bir uygulanan çamurun azotlu gübre değiştirme değerinde artışa neden olmuştur.

Johansson ve ark. (2013) tarafından uygulanan azotlu gübreleme ile azotsuz gübrelemenin arasındaki olası farkların belirlenmesi amacıyla bir çalışma yapılmıştır. İki uygulamanın sonucunda tahıl verimini, protein konsantrasyonunu ve protein kompozisyonunun etkilerini değerlendirmek amaçlanmıştır. Araştırmanın sonucunda azotlu gübrelemenin protein artışına neden olduğu aktarılmıştır.

2.2. Azot ve Protein İçeriklerinin SPAD ile Belirlenmesi

Bitkilerin azot beslenme durumlarının ölçülmesi, azotlu gübre uygulamalarının yönetimi açısından oldukça önemlidir. Azot klorofilin ana yapısal bileşenlerinden biridir. Bitki örtüsündeki klorofil içeriği, tarımda önemli yönetim faktörleri olan toprak azot mevcudiyetine ve ürün azot alımına bağlıdır. Fotosentez ve absorbe edilen ışığın bitki biyokütlesine dönüşümü açısından önemli olan klorofil oluşumu için azota ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle bitkinin azot alımı ile klorofil içeriği arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır (Jongschaap ve Booij, 2004).

Uddling ve ark. (2007), buğday ve patates bitkisi üzerine yaptıkları çalışmada klorofil yoğunluğu ve SPAD okumaları arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Buğday için ilişkiler güçlü iken, patates bitkisi ile aralarındaki ilişkinin daha zayıf olduğu saptanmıştır. SPAD metrenin kalibrasyon eğrilerinin genellikle doğrusal olmayan denklemler olarak parametrelendirilmesi gerektiği belirtilmiş ve klorofil yoğunluğu ile SPAD değerleri arasındaki ilişkilerin, yaprakların optik özelliklerine ilişkin klorofil ölçer kalibrasyonlarının yorumlanmasını kolaylaştırdığı belirlenmiştir.

Bitki indeksi ile normalde gübre yönetiminde karar vermede kullanılan SPAD-502 klorofil ölçer ile elde edilen ölçümler arasındaki korelasyon hesaplanmıştır.

Ayrıca, yeşillik indeksinin arpa verimini etkileyen N eksikliğini tahmin etme kapasitesinin, deneysel koşullarda SPAD ölçümlerine eşit veya daha iyi olduğu belirlenmiştir (Pagola ve ark., 2009).

SPAD okumaları, yaprak fotosentezinin oranını ve süresini artırmayı amaçlayan yetiştirme programlarında yararlı bir tarama kriterini temsil ediyor. İtalya'nın Sardunya bölgesinde gerçekleşen bu çalışmada, 17 buğday çeşidi, 8 tritikale ve 18 arpa çeşidi üzerinde iki yıllık bir deneme yürütüldü. Arpa bitkisinin ortalama SPAD okuma değerinin, makarnalık buğday ve tritikaleden 9-10 birim daha düşük olduğu hesaplanmıştır (Giunta ve ark., 2002).

SPAD metre cihazının genotip ve çevresel faktörlerin okuma değerlerini etkilediği bilinen bir gerçektir. Monostori ve ark. (2016), SPAD değeri ile tane verimi arasındaki ilişkiyi ve SPAD değerindeki genetik ve çevresel varyasonu değerlendirmek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Tane verimi ile SPAD değerleri arasında güçlü ve anlamlı pozitif korelasyon bulunmuş, ancak çeşitler arasında farklılıklar gözlemlenmiştir.

Arpa verim parametreleri ve verim bileşenlerinin incelenmesi amacıyla Diyarbakır ve Mardin illerinde, Kızılgeçi ve ark. (2016) tarafından bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmanın sonucunda tane verimi SPAD okuma değerleri, nişasta ve protein oranı, yaprak alanı indeksi ve bitki sıcaklığının bölgesel olarak değişiklik gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. SPAD okuma değerleri hariç, üzerinde çalışılan tüm parametrelerin tümünde genotip farklılık olduğunu belirlemişlerdir.

2.3. İnsansız Hava Araçlarının Tarımda Kullanılması

Tarımsal uygulamalarda ürün izleme önemlidir. Yer üstü biyokütlenin hesaplanması ürün canlılığını izlemeye ve verimi tahmin etmeye yardımcı olur. Günümüzde birçok ülkede tarım alanındaki çalışmalarda, amenajman çalışmalarında, verim parametrelerinin incelenmesinde ve sürdürülebirliğin sağlanması amacıyla arazi toplulaştırma çalışmaları yürütülmektedir. Bu çalışmaların doğru bir şekilde elde

edilmesi, hesaplanması ve değerlendirilmesi açısından uzaktan algılama çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Uzaktan algılama çalışmaları her geçen gün gelişim göstermekte ve geniş alanlara yayılmaktadır.

İHA tabanlı uzaktan algılama, bilgiye dayalı tarımsal yönetimde (akıllı tarım) ürün ve toprakların mekânsal teşhisi için büyük bir potansiyele sahiptir. Drone tabanlı uzaktan algılama, akıllı tarım için teşhis bilgilerinin zamanında ve verimli bir şekilde elde edilmesi modern tarımın bir parçası haline gelmektedir. Modern yazılım kullanılarak operatör tarafından işlenebilen ve daha İnsansız Hava Araçları veya yaygın olarak 'drone' olarak da adlandırılan İHA'lar, tarımda yeni bir uzaktan algılama olasılığı biçimi olarak uygulanmaktadır. Gelişen sensör teknolojisi ile daha önce uydu teknolojisinde uygulanan en yaygın sensörler İHA'lar için mevcuttur. Hassas tarım uygulayıcıları ve araştırmacıları, mevcut teknolojiyi çeşitli nedenlerle uygulamaya başladılar. Bu araştırmaların ve uygulamaların sonucunda, verilerin çok kısa bir zaman dilimi içinde mevcut ve mekansal çözünürlüğü uydu hayallerinden çok daha iyi olduğu kanıtlanmıştır (Milics, 2019). Ayrıntılı olarak sunulabilen uzaktan algılama sensörleri ile donatılmış dronlara dayanan akıllı tarım gibi uygulamalar sürdürülebilirlik açısından önemli bir hale gelmiştir (Inoue ve Yokoyama, 2019).

İklim değişikliği kaynaklı buharlaşma önümüzdeki yıllarda dikkati arttıracaktır. Günümüze kadar kullanılan yöntemler, etkili olmayan geniş alanların gerçek zamanlı olarak izlenmesi oldukça önemlidir. Dronların uydu sistemi ile birlikte kullanılması, hemen hemen her hava koşulunda veri sağlayabilmektedir. Uyduların bulutlarla engellendiği durumlarda, uyduların yerini dronlar alır ve veri toplanmasına olanak sağlar (Niu ve ark., 2019).

Hassas tarım, gerçek zamanlı veri gerektirir ve İHA'ların mahsuller üzerinde uçma ve mahsul yönetimi verilerini hızlı bir şekilde toplama yeteneği, bu ihtiyaç için bir çözüm haline getirilmesinin en önemli nedenlerindendir. Rehberlik sistemleri, piller ve kontrol sistemlerindeki gelişmeler bu dronları hem uygun hem de pratik hale getirdi ve yerel araştırma alanlarındaki saha sonuçlarının etkili bir şekilde kullanılabileceğini kanıtlanmıştır.

Tarım ürünleri ve toprak durumu hakkında daha fazla bilgi edinmek ve tarım alanının verimliliğini optimize etmek amacıyla tarım alanlarını periyodik olarak taramak için İHA'lara hiperspektral kameralar yerleştirmeye artan bir ilgi vardır. Drone kullanımı, ekin optimizasyonu ve ekilebilir alanların durumunun kontrolünde birçok kolaylık sağlar. Hiperspektral kameralar ayrıca, esas olarak kareler arası mekansal bilgi eksikliği ile ilgili teknik zorluklar getirmekte olup daha sonra yakalanan karelerin kaydını, uçuş kaydı sona erdikten sonra ‘’off-board’’ olarak gerçek zamanlı sonuçlar elde etmek amacıyla yürütülen zor bir görev haline getirmektedir. Bu amaçla yürütülen araştırmanın sonucunda, geliştirilen İHA kontrolü elde edilen verilerin gerçek zamanlı olarak analiz edilmesi ve sonuçların güvenilirliği adına olumlu sonuçlanmıştır (Guerra ve ark., 2019).

Yaygın olarak kullanılan dikey ve kısa alanlarda kalkış ve iniş yapabilen İHA’lar, geniş alanlarda etki gösterebilen ve NDVI sensörlerinden tam spektruma yakın kızılötesi kameralar ile çeşitli tarımsal sensörleri taşımak için donatılabilir. Modern ve gelişmiş teknoloji, sahadan desteklenebilecek ve gerçekte yaklaşılması zor olabilecek reel zamanlı verilerin alınması ve işlemesi açısından büyük önem taşımaktadır. Dronelar, gelecekte çiftçiler tarafından gerçekleştirilecek olan tarımsal faaliyet alanlarında zamandan tasarruf sağlanması açısından geleceğin teknolojisi konumunda görülüyor (Malveaux ve ark., 2014).

Mogili ve Deepak (2018), manuel olarak püskürtülen pestisitlerden gelen çiftlik işçileri arasında ciddi hastalıkların önlenmesi nedeniyle insansız hava araçları kullanmışlardır. Bu yaklaşım özellikle küçük alanların ana gelir kaynağı olduğu ve herhangi bir hastalığın hane halkı refahını önemli ölçüde etkileyebileceği kırsal alanlarda umut verici bir gelişme olarak kabul edilmiştir.

Bendig ve ark. (2014), 18 çeşit ve iki azot (N) uyguladığı tarla denemesinde yazlık arpanın taze ve kuru biyokütlenin, bitki yüzeyi modellerinden (CSM) bitki boyu (PH) kullanılarak tahmin etmişlerdir. Süper yüksek çözünürlüklü, çok geçici (1 cm/ piksel) CSM'ler, küçük insansız hava aracından (İHA) yakalanan kırmızı, yeşil, mavi (RGB) görüntülerden türetilmiştir. Araştırmanın soncunda CSM'lerden pH ile taze

biyokütle ($R^2 = 0.81$) ve kuru biyokütle ($R^2 = 0.82$) arasında yüksek bir korelasyon bulunmuştur.

İHA'lar, hassas tarım açısından potansiyel uzaktan algılama platformlarıdır. Bununla birlikte, sezon içi yönetim açısından yararlı olması için, azot durumunun büyüme mevsiminde yeterince erken tahmin edilmesi gerekmektedir. Patates bitkisi üzerinden yürütülen bir çalışmada, azot durumundaki farklılıklar incelenmiştir. İHA kullanılarak elde edilen görüntülerin NDVI değerlerinin hesaplanması ile tüm azot uygulamalarının görüntülerde ayırt edilebildiği tespit edilmiştir. Yaprak alanı başına farklı klorofil içeriği olduğundan, azot işlem arasında farklılık gözlemlenmiştir (Raymond Hunt Jr ve ark., 2018).

İnsansız hava araçlarının fotogrametik tekniklerden faydalanabileceği büyük ölçüde kanıtlanmıştır. Standart uzaktan algılama araştırmalarına kıyasla İHA'lar çok daha esnektir ve hava şartlarından bağımsızdır. Ancak yine de İHA'lar üreticilerinin özel gereksinimlerinin karşılanamaması gibi sınırlamalara sahiptir (Grenzdörffer ve ark., 2008).

Verim parametrelerinin tahmin edilmesi araştırmacılar için çok önemli bir olgudur. Verim parametrelerinin değişkenlik göstermesinin temel nedenlerinin arasında toprak tipleri, iklim değişikliği vb. gibi etmenler yer alır. Bu parametrelerin doğru tahmin edilmesi amacıyla birçok araştırmacı tarafından modeller geliştirilmiştir (Anonim, 2006).

Yetmişli yılların başlarında itibaren Normalleştirilmiş Farklı Bitki Örtüsü İndeksi veya NDVI, tarımsal uygulamalar için başlıca uzaktan algılama tekniklerinden biri olmaya devam etmektedir. Zira yeşil bitki örtüsünün, multispektral kameranın kızılötesi dalga boyundaki yüksek yansıması ile kırmızı dalga boyunda klorofilin emilimi nedeniyle çok düşük yansıması arasında çok büyük tezat olduğundan bitki örtüsünü diğer objelerden ayırt etmede fevkalade yüksek bir kabiliyete sahiptir (Rabatel ve ark., 2011).

Tanzanya'nın Kilosa bölgesinde, yüksek heterojen mahsul arazileri içeren küçük çiftlik işletmelerinde araçları test etmek için bir uygulama alanı deneyi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaların sonucunda, 13 farklı ürünü tek ürün veya karışık ürün olarak tanımlamak için yüksek doğruluk payını (>%82) göstermiştir. Geniş bir ticari tarım kamerası ile yapılan kapsamlı bir karşılaştırma çalışması, IMAGRI-CIP'in yüksek derecede korelasyonlu NDVI değerleri sağladığını göstermiştir (R2≥ 0.8) (Cucho- Padin ve ark., 2020).

Düşük maliyetli insansız hava araçlarının ortaya çıkmasından bu yana, profesyonellerin yanı sıra çiftçiler de bitki örtüsü indeksi haritalarını oluşturmak için bu cihazlardan yararlanmaktadırlar. En yaygın bitki örtüsü endeksi olan NDVI analizleri esas olarak Multispektral kameralardan alınan verilerden hesaplanmaktadır. Kırmızı ve yakın kızılötesi bantları da içeren Multispektral kameralar bitki örtüsü-toprak ayrımının yanı sıra uzaktan algılamanın çeşitli tarımsal uygulamasında da kullanılmaktadır. Ancak, multispektral kameralarının sınırlılığı nedeniyle özellikle çiftçilerin pratik uygulamalarında yaygın olarak kullanılamamaktadırlar (Rabatel ve ark., 2011).

Bu nedenle bazı araştırıcılar RGB kamera ile elde edilen verilerden NDVI hesaplanmasını sağlayan bazı yöntemler geliştirmişlerdir. Bunlardan biri de Band Simulation by Orthogonal Projection (BSOP) yöntemidir (Rabatel ve ark., 2011). Araştırıcılar bunun için standart SLR kameralar (Canon 500 ve Sigma SD14) kamera kullanmışlardır. Sonuçlar, RGB kameradan elde edilen NDVI değerlerinin vejetasyon izleme çalışmalarında güvenli olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Yazlık arpa deneyinde biyokütleyi tahmin etmek için seçilmiş bitki örtüsü indekslerini (VI) ve bitki boyu bilgilerini birleştirerek, bitki örtüsü indeksleri yer-bazlı hiperspektral veriler ve insansız hava aracı (İHA)-tabanlı kırmızı yeşil mavi (RGB) görüntülemeden hesaplanmıştır. Ayrıca bitki boyu bilgisi İHA tabanlı çok-zamansal mahsul yüzey modellerinden (CSM'ler) elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda kuru biyokütle ile en yüksek korelasyonu (R^2 = 0.83) olarak belirlenmiştir. Bitki yüksekliğinin yazlık arpada biyokütle tahmini için bitki örtüsü indekslerinin

kıyaslanabilir olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, görünür bant bitki örtüsü indekslerinin biyokütle tahminine faydalı bir katkı sağlamıştır.

Soran ve ark. (1997), hava aracı tabanlı sensörlerden gelen görüntüler, mevsimsel olarak değişken bitki veya toprak koşullarını izlemek ve zamana özel ve zaman açısından kritik bitki yönetimi için benzersiz bir role sahiptir. Yapılan bu çalışmalar, uzaktan algılanan bilgileri mevcut karar destek sistemlerinin (DSS) özümsemeye ve mevsimsel pilot projelerle uzaktan algılama uygulamalarının ekonomik ve teknik analizini yapmaya odaklanmanın gerekliliğini belirtmektedir.

Calera ve ark. (2001), tarafından yürütülen bu çalışmada yeşil bitki örtüsü elde etmek amacıyla bir metodoloji geliştirilmiştir. Alan radyometrisindeki bir deneyim, her bir deneysel grafik için resimlerle aynı zamanda farklı ortalama spektrumların yakalandığı ve spektrumların her biri için Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksini (NDVI) görüntüleri elde edilmiştir. Araştırmanın sonucunda NDVI ve yeşil bitki örtüsü arasındaki ilişki gözlemlenmiştir.

Kışlık buğdayda yüksek yaprak alan indeksi (LAI) koşulları altında tahmin doygunluğunun büyük ölçüde zayıflaması nedeniyle tahmin doğruluğunu iyileştirmek için yeni bir mevcut bitki örtüsü indeksi (IV) önermek amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmanın sonucunda, yeni doğrusal olmayan bitki örtüsü indeksi (ONLI)'nin çeşitli yetiştirme koşullarına güçlü bir şekilde uyum sağladığı ve kış buğdayında iyi bir LAI tahmini sağlayabileceği sonucuna ulaşmışlardır (Feng ve ark., 2019).

Üç farklı azot seviyeleri ve tohumlama yoğunlukları ile işlenmiş buğday denemelerinde yürütülen bu çalışmada, İHA görüntülerinden elde edilen sonuçları doğrulamak amacıyla LAI, LDM ve verim verileri yıkıcı örnekleme ile elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda Fu ve ark. (2020) tarafından, İHA üzerine monte edilen çoklu spektral kameranın ürün büyüme endeksi izleme ve verim tahmininde geniş bir uygulama imkânına sahip olduğu ve bitki örtüsü endeksi ile birleştirilmiş kırmızı kenar

bandı ve yakın kızılötesi bant, LAI ve LDM ile önemli ölçüde korelasyon gösterdiği belirlenmiştir.

Kolombiya'da şeker üretimi sektöründe değerlendirilmesi ve uyarlanması gereken ürün şeker kamışının izlenmesi için, değiştirilmiş bir kamera (NIR), üç çeşit şeker kamışı ayırt etmek için üç doz gübreleme ve şeker kamışı tahmini erken bir aşamada verim, üç çeşit için birden fazla bitki örtüsü indeksleri kullanılarak bir çalışma yürütülmüştür. Garcia ve ark. (2017), tarafından yürütülen bu çalışmada, bitki örtüsü indeksi ile gübreleme dozları arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir.

Bitki örtüsü fraksiyonuna (VF) sahip bir buğday örtüsünün spektral özelliklerinin, görünür ve yakın kızılötesi (NIR) aralıklarında %0 ila %100 arasında olduğu hesaplanmıştır. NIR'deki yansıma VF'nin artmasıyla azalmış hatta dengelenmiştir. NIR'de sezon ortasında veya yakınında meydana gelen azalan yansımanın, kullanımda sınırlayıcı bir faktör olabileceği belirlenmiştir. Öngörülen yeşil VF, dijital görüntülerden alınan veriler ile karşılaştırılmıştır. Görünür kanallar arasında, yansıma kontrastının olmasına rağmen, önerilen indekslerin orta ila yüksek değerlere duyarlılığı görünür ve NIR arasındakinden çok daha küçüktür, VF'nin oranı, Normalleştirilmiş Bitki Örtüsü İndeksi'nden (NDVI) çok daha yüksektir ve VF tahminindeki hatanın %10'u geçmediği hesaplanmıştır (Gitelson ve ark., 2002).

Gong ve ark. (2018), tarafından kolza tohumundaki verimin doğru miktarının belirlenmesi amacıyla incelenen kolza tohumu arazilerinin altı bantlı bir görüntüsü, bir kolza tohumu çiçeklenme aşamasında insansız hava aracı (İHA) sistemi, yaygın olarak kullanılan birkaç bitki örtüsü indeksi (VI'lar), İHA görüntüsünden türetilen kanopi yansımasından hesaplanmıştır. NDVI ve kısa saplı yaprak bolluğunun ürünü en çok %13'ün altındaki tahmin hataları ile farklı azot uygulamaları altında kolza tohumundaki verimi doğru tahmin ettiği tespit edilmiştir.

İnsansız Hava Aracında derin öğrenme segmentasyon yaklaşımı kullanarak asma hastalığı tespiti için bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmanın yöntemi iki farklı sensörden, elde edilen görünür ve kızılötesi görüntülerin kombinasyonuna

dayandırılmıştır. İki sensörden gelen bilgilerin birleştirilmesini sağlayan kızılötesi görüntüler, görünür ve görüntüyü hizalamak için yeni bir görüntü kayıt yöntemi geliştirilmesine yardımcı olmuştur. Önerilen yöntem %92'den fazlasını elde etmiş ve asma seviyesinde ve yaprak seviyesinde %87 algılama, bilgisayar için umut verici perspektifler göstermiştir (Kerkech ve ark., 2019). Havadan gözlemlenen bir multispektral görüntüden (MSI) türetilen bir bitki örtüsü indeksi (VI)'nin, nem, verim ve besin içeriği açısından ürün miktarını, belirlenebilmesi açısından bir çalışma yürütülmüştür. VI'nın model tabanlı tahmini için RGB renkli görüntü yeni bir yöntem kullanılmıştır.

Havadan gözlemlenen bir multispektral görüntüden (MSI) türetilen bir bitki örtüsü indeksi (VI)' nin, nem, verim ve besin içeriği açısından ürün miktarını, belirlenebilmesi açısından bir çalışma yürütülmüştür. VI'nın model tabanlı tahmini için RGB renkli görüntü yeni bir yöntem kullanılmıştır. Buğday yetiştirme denemelerinde elde edilen görüntülerin analizi, havadan gözlemlenen VI'nın oldukça uyumlu olduğunu göstermektedir. Ek olarak, RGB görüntülerine dayalı VI tahminlerinin, çıkarılan VI ile yüksek oranda korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir (Khan ve ark., 2018). Son zamanlarda artan İHA taban tabanlı uzaktan algılama uygulamaları, sadece yüksek uzaysal ve zamansal özellikleri nedeniyle popülerlik kazanmadığı gibi, çözünürlük aynı zamanda da spektrum ve uzaysal verileri elde etmek için kullanılmaktadır.

Ürünlerin sınıflandırılma doğruluğunun iyileştirilmesi amacıyla İHA platformuna dayalı bir çalışma yürütülmüştür. Yürütülen bu çalışmada RGB orto görüntüsünden çıkarılan doku ve uzamsal özellikler ve izleme alanının dijital yüzey modeli SVM sınıflandırma çerçevesi içinde analiz edilmiş ve entegre edilmiştir. Araştırmanın sonucunda genel sınıflandırmanın uzamsal özellikler bir araya getirildiğinde doğruluğun %72,9'dan %94,5'e büyük ölçüde arttırıldığı ve bunun da fizibiliteyi doğruladığı tespit edilmiştir (Liu ve ark., 2018).

Japonya'da Yeşil-Kırmızı Bitki Örtüsü İndeksinin (GRVI) kullanımını çok yıllık spektral yansıma gözlemlerine dayalı bir çalışma yürütülmüştür. Yüksek

zamansal çözünürlük ile GRVI değerleri ile bitki örtüsü ve zemin yüzeyinin mevsimsel değişimi arasındaki ilişki incelenmiştir. GRVI' nin ince bozulmalara belirgin bir yanıt gösterebildiği tespit edilmiştir. Yaprak yeşermesinin erken evresi ve sonbahar renklenmesinin orta evresinin tespiti için "GRVI = 0" siteden bağımsız tek bir eşik olabileceği sonucuna ulaşmışlardır (Motohka ve ark., 2010).

Üç farklı kışlık buğday çeşidi üzerinde kuru ağırlık, azot alımı ve azot içeriğinin tahmin edilmesi amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Greenseeker ölçümlerinden kardeşlenmeye kadar olan seviyelere göre (R2> 0.60 ***) belirlenmiştir.

Erken kardeşlenmeden itibaren ise NDRE gibi kırmızı kenara dayalı indeksler ve yeni çıkarılan normalize edilmiş fark indeksi (736 nm -794 nm) olarak hesaplanmıştır. Her iki özellik için en iyi spektral yöntemler olarak tanımlanırken, Greenseeker ve spektral kanopi örtüsünün karıştırılmaması en iyi korelasyon değeri olarak hesaplanmıştır (Prey ve ark., 2018).

İHA tabanlı görüntüler için RapidEye ile karşılaştırma yapılmış ve ürün durumunun zamansal değişiminin gözlenmesi amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Buğdaydaki azot ağırlığı ve verimi İHA tabanlı görüntüler kullanılarak tahmin edilmiştir. Araştırmanın sonucunda, İHA tabanlı verilerin alternatif bir şekilde etkili olabileceği tespit edilmiş ve tarla içi yönetim konusunda çiftçiler için uygun maliyetli yaklaşım sergilediği sonucuna ulaşılmıştır (Song ve Wang, 2016).

Toprak Ayarlı Bitki İndeksi (SAVI) ve Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) ve Fark Karşılık gelen ürün verimi, bitki yüksekliği ve sabit kule sensörü ile Bitki Örtüsü Endeksi (DVI) verilerinin kıyaslanması ve modellenmesinin amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Ek olarak, bitki örtüsü indeksleri arasında çok yüksek pozitif korelasyon, İHA sensöründen ve sabit kule sensöründen, İHA sensörünün izleme kabiliyeti doğrulanmıştır (Vivekar, 2020).

Mısır bitkisinin ürününü değerlendirmek için İHA görüntülerinden türetilen bitki örtüsü indeksinin uygulanabilirliği ve ekin büyümesinin çeşitli aşamalarında

canlılık ve verim tahmini yapılması amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. İHA'dan türetilen GNDVI'nın ürün canlılığının daha iyi bir göstergesi olduğunu ve daha iyi bir verim tahmin edicisi olduğu, sırasıyla ortalama ve maksimum GNDVI için değerleri için (r = 0,372 ve r= 0,393) olarak hesaplanmıştır. Aynı zamanda SPAD okumaları gibi tarla içi yöntemlerle karşılaştırıldığında dikimden yaklaşık beş hafta sonraki aşama için (r = 0.259) olarak hesaplanmıştır. İHA görüntülerinden türetilen GNDVI'nın bir ürünün canlılığı ve verimi için güvenilir ve zamana dayalı bir öngörü ve bu karmaşık hallerde bile uygulanabilir olduğu tespit edilmiştir (Wahab ve ark., 2018).

Orman örtüsündeki mevsimsel ve yıllık değişikliklerin izlenmesi için bir NDVI (Normalleştirilmiş Bitki Örtüsü İndeksi) kamerası kullanılarak bir çalışma yürütülmüştür. Yüksek uzaysal ve zamansal ile görünür ve yakın kızılötesi (NIR) bantlarda bitki örtüsü yansıması çözünürlükleri ve kızılötesi kamera tabanlı NDVI (kamera-NDVI) ile bağımsız manuel gözlemlerle ölçülen yaprak genişleme süreci takip edilmiştir. Ayrıca kanopi yapısının mevsimselliğini (yaprak alanı indeksi, LAI) ölçülmüş ve biyokimyasal özellikler (yaprak klorofil ve nitrojen içeriği) incelenmiştir. Araştırmanın sonucunda kamera-NDVI ve yaprak klorofil konsantrasyonu arasında ve kamera-NDVI ile yaprak azotu arasında önemli doğrusal ilişkiler bulunmuş, ancak kamera-NDVI ve LAI arasındaki daha zayıf ilişkiler tespit etmişlerdir. Kanopi gelişimi ve yaprak klorofili, azot durumu ve LAI tahmin edilmesi için yakın yüzeye yakın gözlemler için güçlü bir araç olarak yer tabanlı kamera-NDVI tavsiye edilmektedir (Yang ve ark., 2017).

Pamuk kozası sınıflandırması ve verim tahmini yapılabilmesi için İHA Aracı kullanılarak bir çalışma yürütülmüştür. Referans veriler kullanılarak hesaplanan veriler, çeşitli değerlendirme ölçümlerinde %88'den daha yüksek bir doğruluk göstermiştir. İHA ile çıkarılan pamuk kozası alanı ve gerçek ürün veriminin güçlü bir pozitif korelasyona (R^2=0,87) sahip olduğu hesaplanmıştır (Yeom ve ark., 2018).

Pirinç tanesi verimi tek aşamalı bitki örtüsü endeksleri (VI'lar) ve çok zamansal VI'lar ile tahmin edilmesi amacıyla bir çalışma yürütülmüş, multispektral (MS) ve dijital görüntülerden faydalanılmıştır. Araştırmanın sonucunda önyükleme aşamasının her iki dijital görüntü için tek aşamada VI'larla tane verim tahmini için en uygun aşama olarak tanımlanmıştır. Ek olarak, bir LAI ile yüksek korelasyon, verim tahmini için iyi performans göstermiş ve kırmızı kenar bandından oluşan VI'lar (720 nm) ve yakın kızılötesi bandın (800 nm) verim ve LAI tahmininde yüksek seviyede daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Zhou ve ark., 2017).

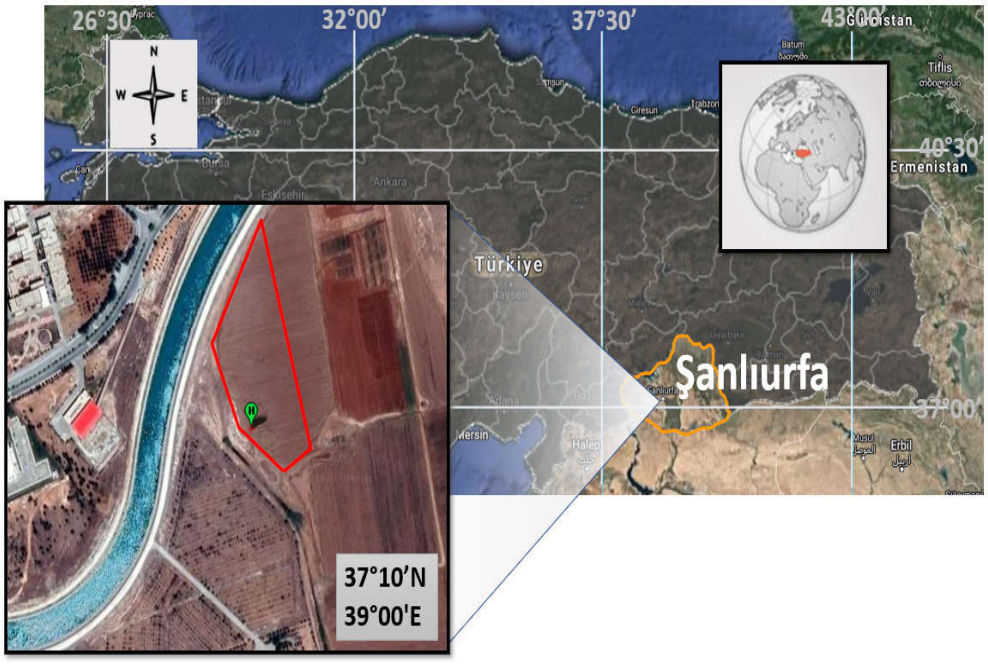
Yerinde toplanan spektrometre verileri, kırmızı ve fotografik kızılötesi ışımaların çeşitli doğrusal kombinasyonları ile deneysel grafik biyokütlesi, yaprak su içeriği ve klorofil içeriği arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesi amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Değerlendirilen parlaklık değişkenleri arasında kırmızı ve fotografik kızılötesi (IR) parlaklığı ve IR / kırmızı oranının doğrusal kombinasyonları, IR / kırmızı oranının karekökü, IR-kırmızı farkı, vegatasyon indeksi ve dönüştürülmüş bitki indeksi yer almaktadır. Araştırmanın sonucunda doğrusal kombinasyonların kullanımının öncelikle yeşil yaprak alanına veya yeşil yaprak biyokütlesine duyarlı olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle, kırmızı ve fotografik IR ışımalarının bu doğrusal kombinasyonları, bitki kanopilerinin fotosentetik olarak aktif biyokütlesini izlemek için kullanılabileceği tespit edilmiştir (Tucker, 1979).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma alanı ve konumu

Bu çalışma, Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü Yerleşkesinin Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezi'nin güney doğusunda bulunan deneme alanında 2019-2020 yetiştirme döneminde yürütülmüştür. Araştırma alanı Şanlıurfa ilinde, (39º10´20.42´´D- 39º00´38.92´´D, 37º09´40.12´´K- 37º10´02.33´´K) koordinatları arasında yer almakta olup yaklaşık 100 da bir alanı kapsamaktadır (Şekil 3.1). Deneme alanı Harran Ovası'nın kuzey doğusunda yer almaktadır ve düz düze yakın eğime sahip olup denizden yüksekliği ortalama 501 m'dir.



Şekil 3.1.Çalışma alanının konumu



Şekil 3.2.Deneme alanının genel görünümü

3.1.2. İklim

Deneme, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Şanlıurfa ilinde gerçekleştirilmiştir. Şanlıurfa ili karasal (kontinental) iklim özelliği taşımaktadır. Yazları sıcak ve kurak, kışları ile ılık ve yağışlı geçer. Şanlıurfa, Türkiye'de birçok ilde olduğu gibi farklı mevsimlerde farklı hava kütlelerinin etkisi altında kalmaktadır. Yaz mevsiminde sıcak bir dönem yaşanırken, kış aylarında ise soğuk bir dönem yaşanmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Şanlıurfa ili, Basra Alçak Basın alanının etkisi kaynaklı sıcak hava kütleleri ile karşılaşmaktadır. Bu nedenle yaz ayları oldukça kurak geçmekte ve yağış miktarının düşmesine neden olmaktadır. Türkiye'nin güney komşusu olan Suriye'nin çöl bölgesinden gelen rüzgârlar günlük yaşamı olumsuz etkilerken, tarım alanlarını olumlu etkilemekte ve topraklara bol miktarda mineral taşınmasını sağlamaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Şanlıurfa ili 1929-2019 yılları ortalama iklim verilerine göre yılın en sıcak ayı Temmuz olup, ortalama sıcaklık 38.7 (°C)'dir. Yılın en soğuk ayı ise Ocak olup, ortalama sıcaklık değeri 5.5 (°C) olarak ölçülmüştür. Yazlar oldukça kurak geçerken, yıllık ortalama yağış miktarı 463.6 mm olarak ölçülmüştür (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Şanlıurfa ili meteoroloji istasyonu uzun yıllar iklim verileri (1929-2019, MGM)

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	Aylık Toplam Yağış Miktarı (mm)
Ocak	5.5	9.8	2.0	4.0	11.9	87.6
Şubat	7.0	11.9	2.8	5.1	10.5	69.5
Mart	10.8	16.4	5.7	6.3	10.4	62.8
Nisan	16.1	22.2	10.2	7.8	8.9	49.8
Mayıs	22.1	28.6	15.2	9.9	6.1	26.7
Haziran	28.0	34.6	20.4	12.1	1.4	4.4
Temmuz	31.9	38.7	24.2	12.3	0.3	2.0
Ağustos	31.5	38.3	23.9	11.4	0.2	3.4
Eylül	27.1	33.9	19.9	10.0	0.8	4.6
Ekim	20.5	26.9	14.4	7.8	4.8	26.5
Kasım	13.0	18.7	8.4	5.8	7.4	44.6
Aralık	7.5	12.0	3.9	4.0	10.8	81.7
Yıllık	18.4	24.3	12.6	96.5	73.5	463.6

Çizelge 3.2.Şanlıurfa ili meteoroloji istasyonu 1929-2019 yılları sıcaklık verileri (MGM)

ŞANLIURFA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
En Yüksek Sıcaklık (°C)	22	26	30	36	40	44	47	46	42	38	31	26	47
En Düşük Sıcaklık (°C)	-11	-12	-3	3	3	8	15	16	10	2	-6	-6	-12

Çizelge 3.3. Şanlıurfa ili 2019-2020 kışlık arpa ekim dönemi (Aralık – Haziran) iklim verileri

Aylar	Yıl	Maksimum Sıcaklık (°C)	Minimum Sıcaklık (°C)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Aylık Toplam Yağış Miktarı (mm)
Aralık	2019	18.6	-0.8	10.2	57.4
Ocak	2020	12.3	-4.1	7.8	63.4
Şubat	2020	16.7	-2.6	8.5	60.2
Mart	2020	23.2	4.2	15.1	51.1
Nisan	2020	30.4	4.9	18.7	38.8
Mayıs	2020	32.2	9.6	22.4	20.2

3.1.3. Toprak özellikleri

Çalışma alanı toprakları kireç taşı üzerinde oluşmuş, Kırmızı Kahverengi Büyük Toprak grubunda yer almaktadır. Toprak profili ortalama olarak 50-60 cm derinliğindedir. Toprak bünyesi (tekstür) killidir. Kil içeriği yaklaşık olarak %50'dir. Toprağın pH değeri 7.5-7.9 aralığında olup, hafif bazik karakterdedir. Organik madde miktarı %0,81 – 2,37 arasında değişmekte ve ortalama olarak tüm alanın organik madde yüzdesi 1,44 olduğundan dolayı Ülgen ve Yurtsever, (1995) 'e göre organik madde miktarının az olduğu tespit edilmiştir. Toprak yüzeyin hemen altında CaCO3, birikimi belirgindir. Kireç miktarı Bu toprakta yöre ekolojisine uygun hemen tüm bitkiler yetiştirilmekle birlikte tahıl ve sebze yetiştiriciliğine daha elverişlidir. Bitki besin elementleri yönünden orta olup, kontrollü sulama ve gübre takviyesi uygulaması yapıldığında verimliliğinin arttığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 3.4. Deneme alanının toprak özellikleri

	Birim	Değer
Kil	%	48.07
Silt	%	27.70
Kum	%	24.24
Tekstür Sınıfı		Killi
pH		7.90
EC	dS/m	0.47
Kireç	%	24.00
OM	%	1.44

3.2. Yöntem

3.2.1. Bitki yetiştirme ve deneme deseni

Bu araştırma Harran Üniversitesi, Osmanbey Kampüsü Öğrenci Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezi deneme sahasında yürütülmüştür. Bu denemede, 35 kg da-1 Tuborg çeşidi maltlık beyaz arpa kullanılmıştır. Deneme alanında kışlık arpa 2020 Şubat ayında geleneksel olarak çiftçi koşullarına benzer şekilde tahıl mibzeri ile ekilmiştir. Deneme, mineral ve ahır gübresi bulamacı olmak üzere iki uygulama ve dört tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre toplam sekiz parselde yürütülmüştür (Şekil 3.2). Deneme alanları 100 m^2 (5×20 m)' lik parsellere ayrılmıştır. Mineral gübre uygulanan parsellerde taban gübresi ekimle birlikte, üst gübreleme ise Nisan ayı içerisinde serpme olarak uygulanmıştır. Ahır gübrelemesi uygulanan parsellerde ahır gübresi bulamacı, sıvı gübre dağıtım tankı ile püskürtme olarak ekimden önce toprak yüzeyine püskürtülmüştür.

Ahır gübre uygulamalarından 2 ton/da ahır gübresi bulamacı ekimden önce, sıvı gübre dağıtım makinası ile toprak yüzeyine püskürtülmüştür. Mineral gübre uygulamasında ise ekimle birlikte 15 kg da-1 DAP taban gübresi (2.7 N kg da-1) ve (6.9 P_2O_5 kg da^{-1}) toprağa uygulanmıştır. Üst gübre olarak ise 14 kg da^{-1} üre gübresi (6.4 N kg da-1), mineral gübre dağıtıcısı ile serpme olarak uygulanmıştır.

Çizelge 3.5. Ahır gübresi bulamacı özellikleri

	Kuru Madde (%)	NH_4-N mg kg^{-1}	pH	EC (dS/m)	O M (%)
Ahır Gübresi Bulamacı	10.56	445.6	7.67	4.46	80.38

Yabancı otlar, böcek zararlıları ve hastalıkları ile mücadele için, Axial Pro (Syngenta) ve Giyotin (tribenuron- metil dahil) herbisitler ve pestisit önerilen dozlarda kullanılmıştır. Sulama karık sulama yöntemiyle mayıs ayı içinde 15 gün aralıkla iki kez yapılmıştır.

Hasat, haziran ayının ilk haftası içerisinde gerçekleştirilmiştir. Hasatta örnekler, 1x1 m çerçeve ile her parselden üç tekerrürlü olarak alınmıştır. Alınan örnekler 60ºC derecede kurutulmuş, sap ve tohumları ayrı ayrı tartılıp arpa biyokütlesi ve dane verimi belirlenmiştir. Bu örneklerde ayrıca azot ve protein içerikleri belirlenmiştir.

3.2.2. Toprak ve bitki örneklerinin alınması

Her parselden bitki ve toprak örnekleri toprak yüzeyinden (0-30 cm) ve yüzey altından (30-60 cm) alınmıştır. Toplam 8 parselden alınan toprak örneği araziyi temsil edecek şekilde her parselin 5 farklı noktasından alınmıştır. Bitki örnekleri yetiştirme döneminde dört kez deneme parsellerini temsil edecek şekilde beş noktada alınarak birleştirilmiştir. Hasat dönemin de ise ise 1x1 m çerçeve ile her parselin beş noktasından alınmıştır. Aynı şekilde SPAD metre ile her parselden 10 okuma yapılarak ortlaması alınmıştır. Toprak ve bitki örneklerinin alınması, SPAD okumaları, insansız hava aracının uçuşu ile eş zamanlı yürütülmüştür.

Toprak örnekleri, oda sıcaklığında kurutululduktan sonra öğütülüp 2 mm çaplı elekten geçirilerek analiz için hazır hale getirilmiştir. Bitki örneklerinin yaş ağırlığının hesaplanmasının ardından saf su ile yıkanıp fırın kuru ağırlığı alınmak üzere etüve konulmuş, kuru ağırlığı hesaplandıktan sonra değirmende öğütme işleminden sonra analiz için bitki analiz için hazır hale getirilmiştir. Alınan bu bitki örneklerinde toplam azot analizi yapılmıştır. Hasat döneminde 1 x1 m boyutunda çerçeve kullanılmış ve her şeritten toplam 4 noktadan örnek alınmıştır. Alınan örneklerin yaş ağırlığı hesaplanmış ve her parsel için 500 gr tartılıp etüve konulmuştur. Bu işlem sonunda kuru ağırlık, sap ve dane ağırlığı ayrı ayrı hesaplanmıştır. Biyokütle verimi (kg da^{-1}) sap ve dane toplamından elde edilmiştir.

3.2.3. Kjeldahl yöntemi ile toplam azotun belirlenmesi

Toplam azot miktarının belirlenmesi amacıyla kullanılan Kjeldahl yöntemi, 1883 yılında John Kjeldahl tarafından geliştirilmiştir (Kjeldahl, 1883). Bu yöntemde, analiz için öğütülerek ya da karıştırılarak uygun hale getirilmiş örnekler, uygun

katalizörler kullanılarak sülfürik asit ile 380 °C – 400°C arası sıcaklıkta işleme tabii tutulmuştur. Bu işlem organik kütlenin parçalanması, proteinin yapıtaşı olan aminoasitlerin amin grubundaki NH_2 formunda bulunan azotun, amonyum azotuna yükseltgenmesi sağlanmıştır. Amonyum azotunun da derişik sodyum hidroksit (NaOH) ile ortamın kuvvetli alkalileştirilmesi sonucunda NH_3 halinde su buharı ile birlikte destile edilmektedir. Daha sonra toplama kabındaki çözelti tarafından (borik asit veya ayarlı bir asit çözeltisi tutulması ve tutucu olarak borik asit kullanıldığında ayarlı bir asit çözeltisi ile, tutucu olarak ayarlı bir asit çözeltisi kullanıldığında ayarlı bir NaOH çözeltisi ile titre edilerek, azot miktarının hesaplanması ve uygun katsayılarla çarparak protein olarak ifade edilmesi ilkesine dayanmaktadır. Anonim (2007), Kjeldahl yönteminin topraklarda toplam azot miktarının belirlenmesi için güvenilirliği, % 0.03 - %2.7 azot içeren bir dizi toprak kullanılarak test edilmiştir.

Kjeldahl analizinde en önemli faktör, büyük ölçüde sindirim için kullanılan potasyum (K) veya sodyum (Na) sülfat (SO_4^{2-}) miktarı ile kontrol edilen sülfürik asit (H_2SO_4) ile sindirim sıcaklığıdır. Toprağın Kjeldahl analizi için gerekli sindirim süresi, sindirimdeki potasyum sülfat (K_2SO_4) konsantrasyonuna bağlıdır. Konsantrasyon düşük olduğunda (örneğin, 0 · 3 g./ml. Sülfürik asit) birkaç saat sindirmek gerekir; yüksek olduğunda (örn. 1 · 0 g./ml. sülfürik asit) kısa sindirim sürelerinin yeterli olduğu tespit edilmiştir. Katalizörler, tuz konsantrasyonu düşük olduğunda sindirim hızını büyük ölçüde etkilediği, ancak tuz konsantrasyonu yüksek olduğunda çok az etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Sindirim sıcaklığı yaklaşık 400 ° C'yi aştığında Kjeldahl analizi sırasında azotun kaybolduğu tespit edilmiştir. Kjeldahl sindirimi sırasında çeşitli mineral ve organik topraklar tarafından tüketilen sülfürik asit miktarlarının belirlenmesi, genellikle Kjeldahl toprağının sindirimi için kullanılan koşullar altında azot kaybı riskinin az olduğunu göstermiştir (Bremner, 1960).

Kjeldahl yöntemi üç aşamadan oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla yaş yakma,destilasyon ve titrasyon aşamalarıdır. Alınacak toprak ve bitki örneklerinin miktarı N içeriğine bağlı olarak değişkenlik gösterdiğinden ortalama olarak 0.5-1 gr örnek tartılmıştır. Bu tez için 1 gr toprak örneği alınarak işlem yapılmıştır. Alınan her örnek için 1 adet Kjeldahl tableti katalizör olarak kullanılmıştır. Üzerine katalizör

olarak potasyum sülfat (susuz) ve bakır sülfat eklenmiştir. Potasyum sülfat ve bakır sülfat bu aşamada yakma işlemini hızlandırmak amacıyla katalizör görevi görür. Kaynama taşının kullanımının ardından 10 ml derişik H2SO4 eklenmiştir. Ortalama 400 C'de 4 saat boyunca yakılmıştır (tamamen beyaz rengine dönene kadar). Yöntemin ikinci aşaması olan destilasyon için, yaklaşık olarak 40°C'a kadar soğuma tamamlandıktan sonra balon jojeye 50 ml su eklenmiştir. Destilasyon işlemi için cihaza alınan her bir örnek 4 dakika 30 saniye boyunca cihazda kalır. Balon joje yapılan işlemin ardından aşırı derecede ısındığından, işlem soğumaya bırakılmıştır. Yaklaşık 5-10 dakika soğuma işlemi için beklenmiştir. 1 ml' lik erlen mayer içine 50 ml %4 lük $H_3 BO_3$ çözeltisi konmuş, üzerine birkaç damla indikatör konularak karıştırılmıştır. İşlem mor rengi elde edilene kadar devam etmiştir. Titrasyon aşaması için, erlen mayer içindeki N/10 HCL kullanılarak titre edilmiştir.



Şekil 3.3. Toplam azot oranını belirlemek için kullanılan Kjeldahl Ünitesi



Şekil 3.4. Khejdahl yönteminde titrasyon aşaması

3.2.4. Protein içeriğinin belirlenmesi

Araziyi temsil edecek şekilde deneme alanından alınan bitki örneklerinin, analize hazırlanma işlemlerinin ardından Kjeldahl yöntemi uygulanarak toplam azot miktarı belirlenmiştir. Protein içeriği belirlenen katsayılarla çarpılarak hesaplanmıştır. (2)

$$\%\ Azot\ (N) = \frac{Vasit\ x\ Nasit\ x\ 1.4}{M} \qquad (3.1)$$

$$\%\quad Protein = \%\ N\ x\ 6.25 \qquad (3.2)$$

$\mathbf{V_{asit}}$: Titrasyonda harcanan HCl miktarı (mL)

$\mathbf{N_{asit}}$: Titrasyonda kullanılan HCl'in normalitesi

M : Örnek miktarı (g)

6.25 : Azotun proteine dönüştürülme faktörü

3.2.5. SPAD-502 kullanılarak klorofil yoğunluğunun ölçümü

Yaprak klorofil yoğunluğunun hızlı bir şekilde belirlenebilmesi, fotosentez ve ürün fizyolojisi ile ilgili çalışmalarda faydalı olması açısından Minolta SPAD 502 klorofil metre cihazı kullanılmıştır (Marwell ve Mitchell, 1995). 2019-2020 yılı vejetasyon döneminde bitki yapraklarında 5 tekerrür olacak şekilde ölçüm yapılmıştır.

Her parselin ölçülmüş SPAD değerleri ve tüm parseller ve mineral gübre için yüzde kök ortalama kare hatası (% RMSE) Willmott ve Matsuura (2005), esas alınarak hesaplanmış ve sonra karşılaştırılmıştır. Hem nispeten küçük MAE hem de % RMSE' ye sahip bitki indekslerinin, SPAD tahmininde nispeten yüksek doğruluklara sahip olduğu kabul edilmiştir (Deng ve ark., 2018).

3.2.6. İnsansız hava aracı ile görüntü alınması

3.2.6.1. İHA ve kamera özellikleri

Bu çalışmada tam uçuş yeteneğine sahip Multicopter tipi insansız hava araçları kullanılmıştır. İnsansız hava aracı ise multispektral kamera taşımaktadır. Kullanılan Parrot Bluegrass ve multispektral kamera Şekil (3.5)'te verilmiştir. Parrot Bluegrass kamera teknik özellikleri ise Çizelge (3.6)'da verilmiştir.



a-)Parrot Bluegrass	b-) Multispektral kamera

Şekil 3.5. a) Parrot Bluegrass ve b)Multispektral kamera

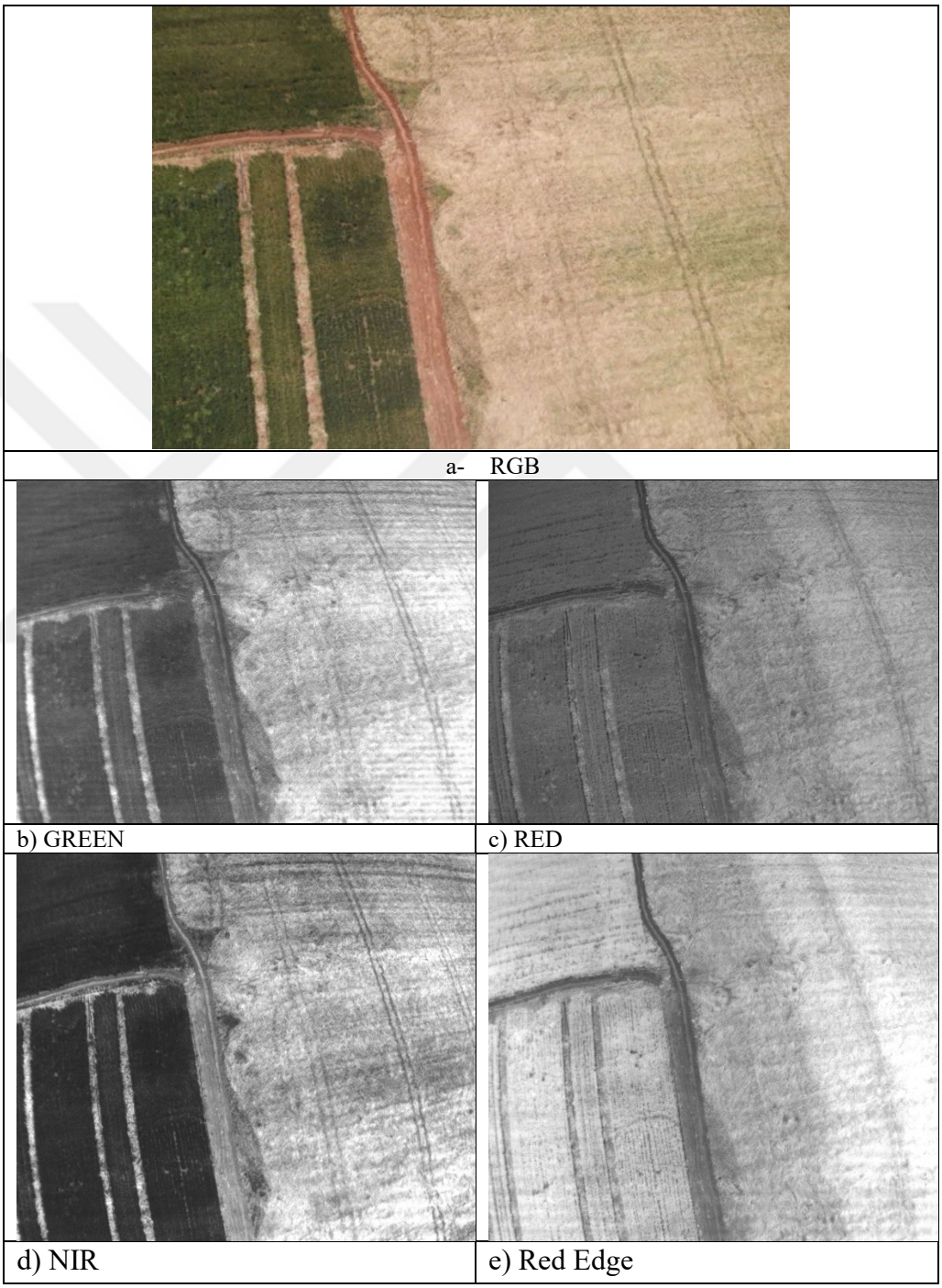
Çizelge 3.6. Parrot Bluegrass kamera teknik özellikleri

Parrot	Bluegrass Camera (PİX4D Support, 2020)
Ağırlık	135 gr
Boyutlar	5.9 cm x 4.1 cm x 3.0 cm
Harici Güç Kaynağı	5.0 V DC, 8W nominal
Işık Sensörü	4.7 cm x 3.9 cm x 1.8 cm
Pixel boyutu	3.75 µm
Çözünürlük	1280x960
Odak Uzunluğu	3.98 mm
RGB Pixel boyutu	1.34 µm
RGB Sensörü	16 Mpix
RGB Sensör Çözünürlüğü	4608 x 3456 piksel
RGB Odak Uzunluğu	4.88 mm
Dahili Bellek	64 GB
Yeşil	550 nm
Kırmızı	660 nm
Kırmızı kenar	735 nm
Yakın Kızılötesi	790 nm
RAW	10 bit

3.2.7. İHA ile görüntü alınması

İnsansız hava aracı ile bitkiler yaklaşık 60-80 cm uzunluğa ulaşmasından itibaren ortalama 90-100 metre yükseklikten görüntüler alınmıştır. Uçuş işlemleri her

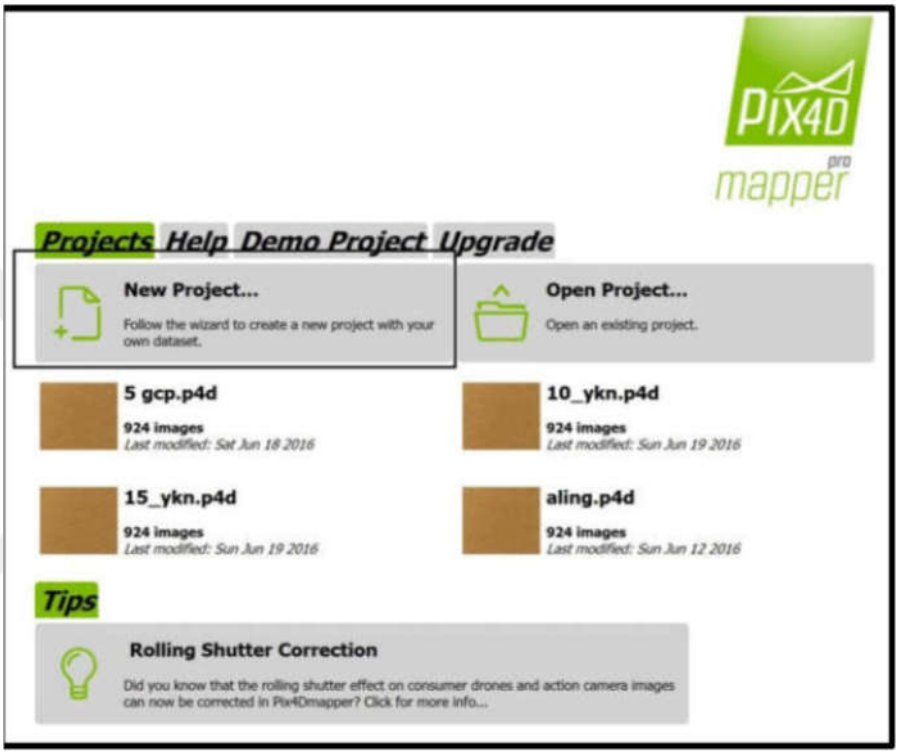
bir uçuş için yaklaşık 8-10 dakika sürmüştür. Çalışma alanına ait görüntüler yaklaşık 75 cm yer örnekleme aralığında ve %60- %75 ön bindirmeli olarak elde edilmiştir. Görüntü alma işlemi hasat öncesi (12/05/2020), multispektral kameralı Parrot Bluegrass ile alınmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Multispektral kamera görüntüleri a) RGB, b) GREEN, c) RED, d)NIR, e) Red Edge

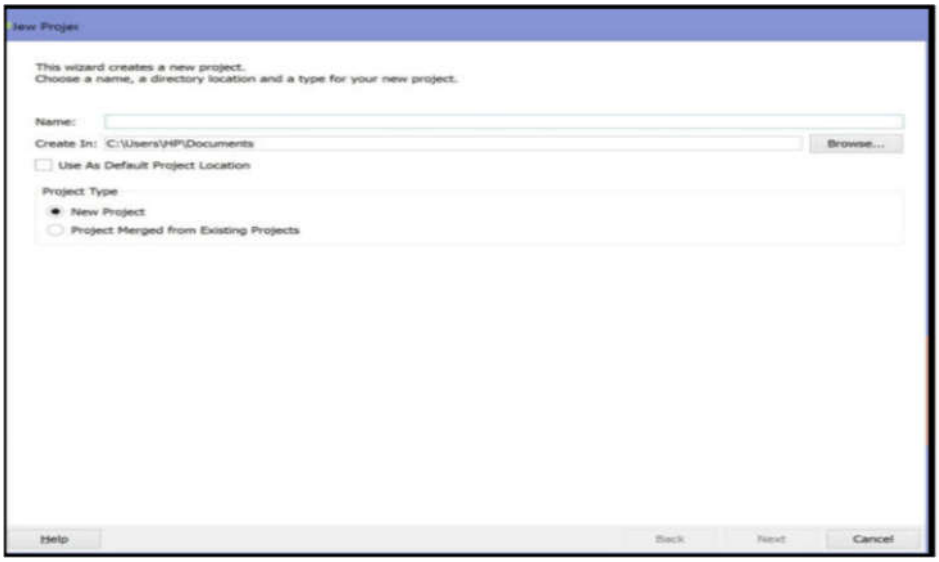
3.2.8. Görüntülerin işlenmesi

İnsansız hava aracınca alınan görüntüler Pixel4D yazılımı ile değerlendirilerek deneme alanının ortomozaik haritası oluşturulmuştur. Pixel4D yazılımı ile görüntü işleme ve değerlendirme aşağıdaki prosedüre uygun bir şekilde göre yapılmıştır.



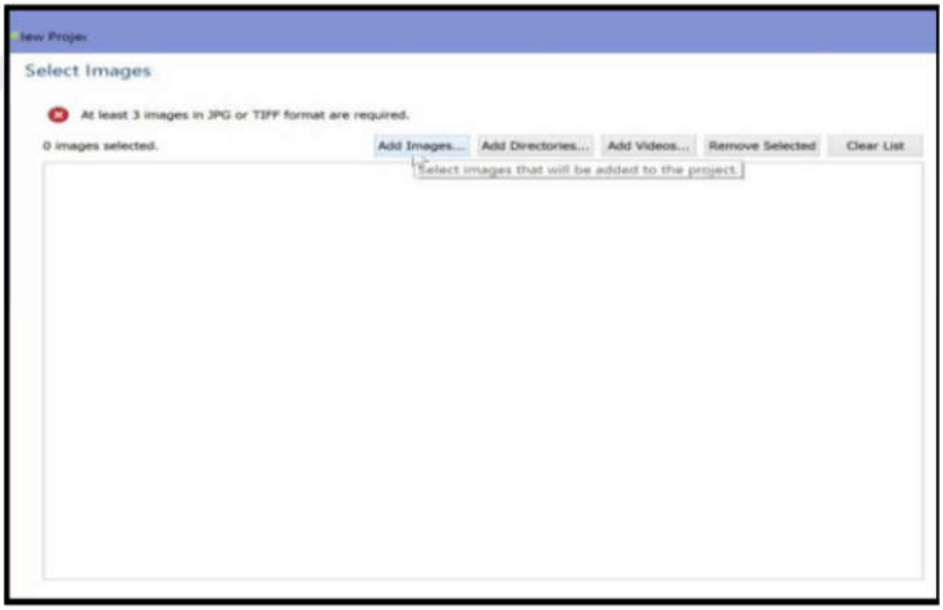
Şekil 3.7. Pix4D Mapper Programı açılış menüsü

Açılan pencerede proje dosyası oluşturularak ‘’new project’’ kısmına tıklama yapılır. Ardından çıkan pencereye konum ve isim yazılır (Şekil 3.7).



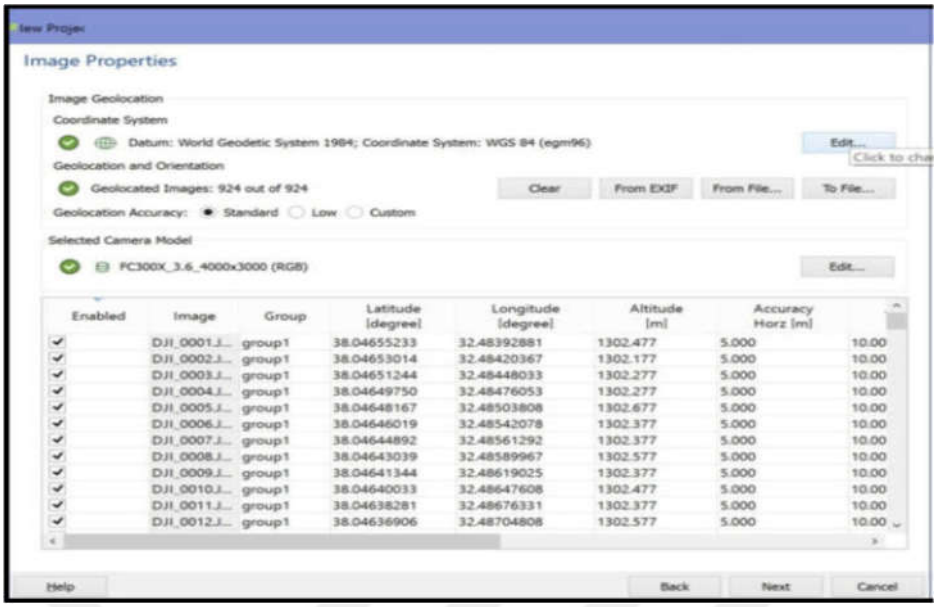
Şekil 3.8.Pix4D Mapper Pro programı proje oluşturma menüsü

Projede kullanacağımız JPG formatında resimler dosyadan seçilerek programa eklenir (Şekil 3.8).



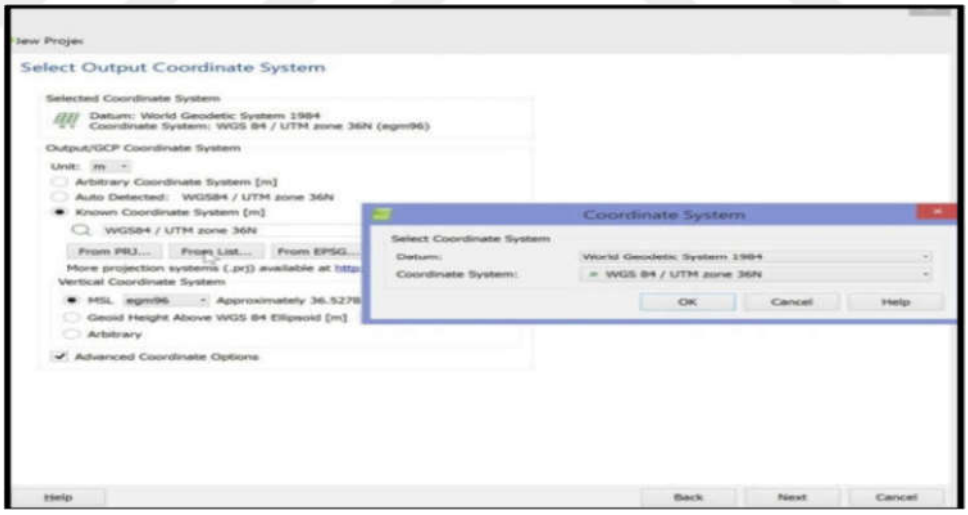
Şekil 3.9. Pix4D Mapper Pro programı resim ekleme

Resimler JPG formatı seçilerek programa yüklendikten sonra eğer resimler geotif uzantılı ise kamera çekim konumları resimlerin içerisinde hazır yüklü bilgi olarak gelir.''Edit'' menüsünden Türkiye koordinat dilimi seçilir (Şekil 3.9).



Şekil 3.10. Pix4D Mapper Pro programı eklenen görüntülerin detayları

Bu menüde oluşturulan projede verilerin hangi koordinat sisteminden alınması isteniyorsa o sistem seçilerek işlem yapılır (Şekil 3.10).



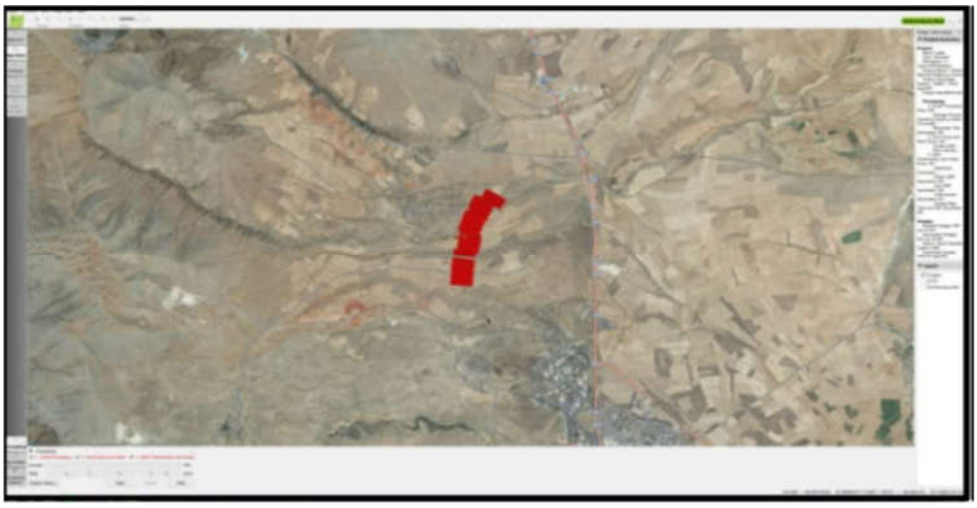
Şekil 3.11. Pix4D Mapper Pro programı oluşturulan projenin datum ve koordinat sistemi seçimi

Projeye uygun process seçimi yapmak için programın son sürümünde kolaylık sağlanmış, ayarlar manuel değiştirilmektense otomatik olarak değiştirme seçeneği sunulmuştur (Şekil 3.11).



Şekil 3.12. Pix4D Mapper Pro proje niteliğine göre process seçimi

Resimler yüklendiği koordinat sistemine göre haritada konum gösterir (Şekil 3.12). Bu uçuş yapılması gereken alanın doğru uçulduğundan emin olmak için kolaylık sağlar.



Şekil 3.13. Pix4D Mapper Pro eklenen görüntülerin Ovimap altlığında konumunun görülmesi

Process penceresinde ilk olarak kırmızı renkte Google Earth tabanlı nokta bulutu elde edip YKN işaretleyebilmek için sadece initial processing seçilir (Şekil 3.13).

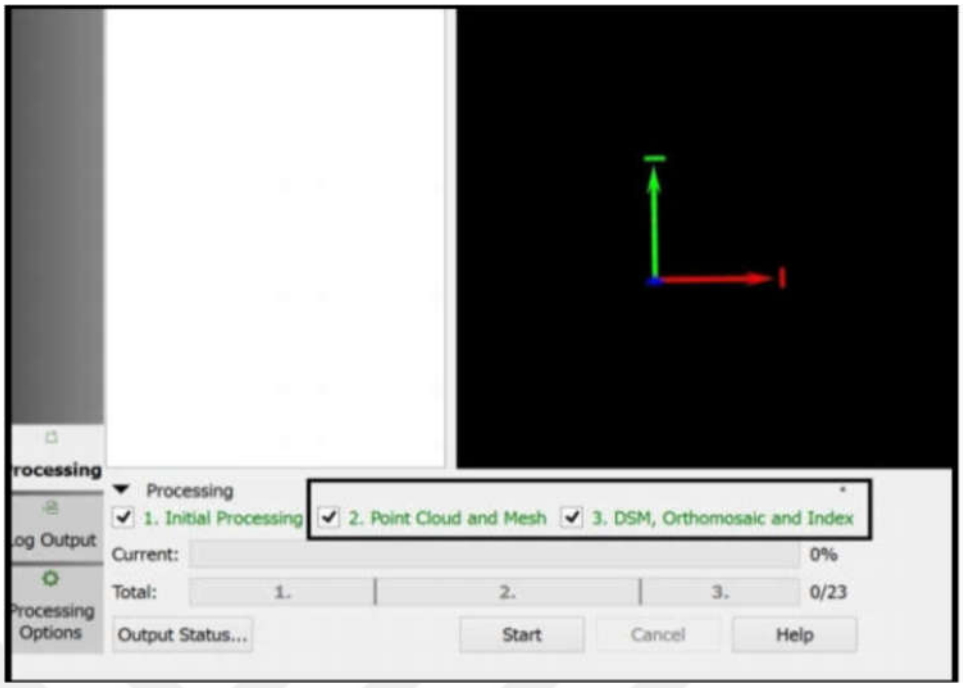


Şekil 3.14. Pix4D Mapper Pro Process işlemleri seçenekleri

Oluşan nokta bulutuna YKN'ler işaretlenir ve tüm işlem adımları tekrar seçilir (Şekil 3.14).



Şekil 3.15 . Pix4D Mapper Pro YKN işaretleme penceresi ekran görüntüsü

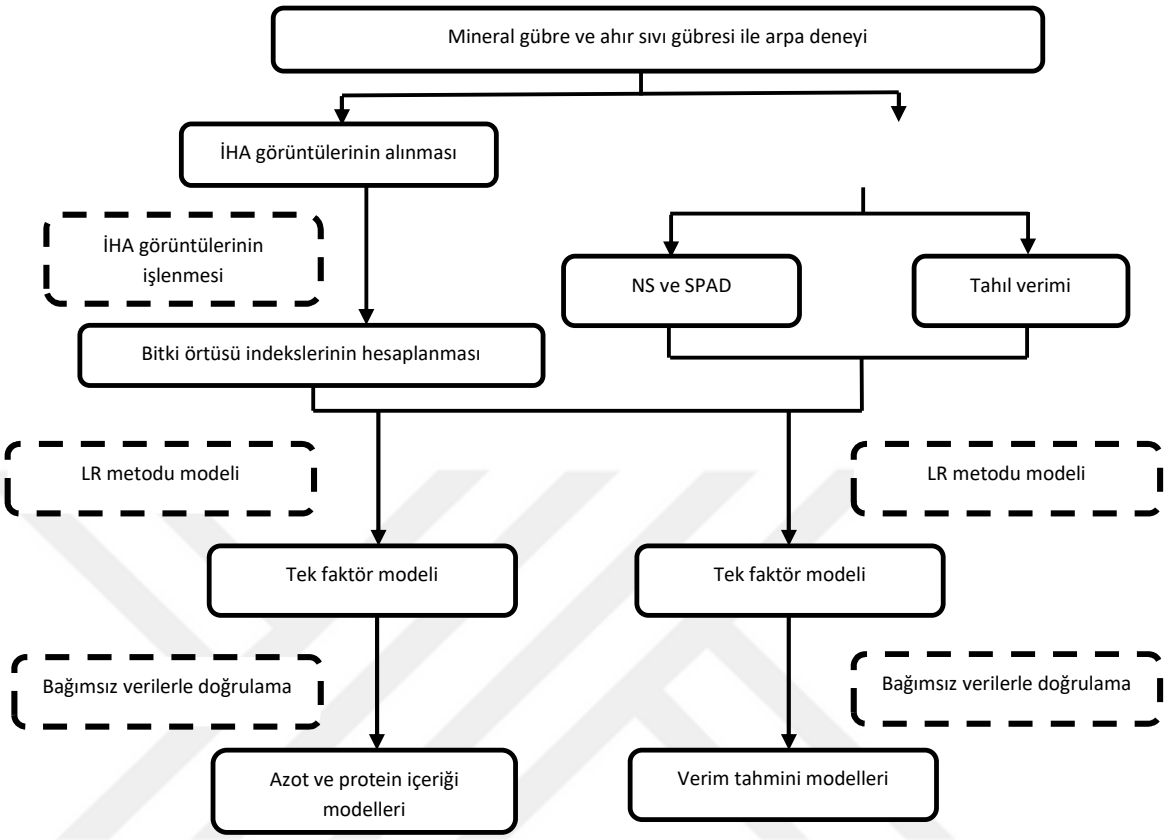


Şekil 3.16. Pix4D Mapper Pro Process işlemleri seçenekleri

Bu işlemler sonucunda Google Earth tabanlı nokta bulutu, Sayısal Yükseklik Modeli ve ortofotolar gösterilen uzantı klasörüne çıkartılmış olur, ekstra bir veri çıkarma işlemine gerek duyulmamaktadır.

3.2.9. Multispektral görüntülerden bitki indekslerin hesaplanması, modellenmesi ve doğrulanması

Multispektral kameralarla elde edilen görüntülerden bitki azot, dane protein ve verim tahminlerinin modellenmesi amacıyla NDVI indeksi hesaplanmış ve doğrulanmıştır. Çalışmanın işlem akış şeması Şekil 3.17'de verilmiştir.



Şekil 3.17. Analiz ve modelleme işlemleri akış şeması *(Fu ve ark. 2020'den düzenlenmiştir.)*

Multispektral görüntülerden NDVI hesaplaması:

Deneme alanında uçuşlar 16 Ocak 2020 tarihinde başlamış ve hasada kadar farklı tarihlerde 5 kez tekrar edilmiştir. Bu elde edilen görüntüler Pix4D Mapper yazılımına aktarılarak kullanılmıştır. Kullanılan Pix4D Mapper programından NDVI bitki endeksi hesaplanmıştır.

NDVI analizi hesaplaması için aşağıdaki formül kullanılmaktadır:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \quad (3.3)$$

NDVI: Normalize Edilmiş Bitki İndeksi

NIR: Yakın kızıl ötesi bölgenin 700-850 nanometre arasındaki kısmı

R: Görünür bölgenin 600-700 nanometre arasındaki kısmı.



Şekil 3.18. İHA görüntülerinden elde edilen NDVI sonuçlar

3.2.10. Verim tahminin modellenmesi

Nicel uzaktan algılama, tarımsal uzaktan algılama bilgisini, üç kategoriye ayrılabilen modelleme yoluyla tarımsal hedef parametreleriyle ilişkilendirmektedir. Bu parametreler fiziksel model, istatistiksel model ve yarı ampirik modeldir. İstatistiksel model, bir dizi gözlem verisinin deneysel istatistiksel açıklamalarını yapmak, korelasyon analizlerini yapmak ve uzaktan algılama parametreleri ile tarımsal gözlem verileri arasında bir regresyon modeli oluşturmaktadır. Bu modelleme yöntemleri, optimum arpa verim tahmin modelini keşfetmek için kullanılmaktadır. Yapılan çalışmada, bitki örtüsü indekslerinin verim tahmin modelini oluşturmak ve tahmin doğruluğunu test etmek için LR indeksi kullanılmıştır (Fu ve ark., 2020).

SPAD örnekleme noktalarına dayalı olarak, SPAD örnekleme noktalarına dayalı olarak, bağımsız değişken olarak VI'ların her biri ve bağımlı değişken olarak SPAD

değeriyle doğrusal regresyon modelleri oluşturulmuştur. Ardından, çalışma alanındaki SPAD değerlerinin tahmini regresyon modelleri kullanılarak yapılmıştır. Her bir grafiğin SPAD değeri NDVI kullanılmıştır.

3.2.11. İstatistiksel analizler

Tüm veri analizleri Windows 10 işletim sistemi içim JMP 13.2, SPSS v24 ve Minitab v19 bilgisayar paket programlarında yapılmıştır. Tüm veriler Shapiro-wilk ve Levene testlerine tabi tutulup sırasıyla normal dağılım ve homojenlik varsayımları incelenmiştir ($p>0.05$). Veriler, toprakta N oranı ve bitkilerde SPAD okuması için fit model prosedürüne göre REML (Restricted Maximum Likelihood) yöntemi kullanılarak tekrarlı ölçümler iki yönlü varyans analizi yapılarak değerlendirilmiştir. Toprak, bitki ve toprak-bitkideki değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesi için Pearson korelasyon analizleri ($-1 \leq r \leq 1$) ve bitki hasadı sonrası gübrelerin verim üzerindeki farklarının incelenmesi için bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır. Veri özetleri en küçük, en yüksek, ortalama, standart sapma, standart hata olarak sunulmuştur. Tüm sonuçlar $P<0,05$ seviyesinde değerlendirildi.

Çizelge 3.7. Pearson katsayısı yorumu

R	İlişki
0-0.20	İlişki yok
0.20-0.39	Düşük düzeyde ilişki
d0.40-0.59	Orta düzeyde ilişki
0.60-0.79	Yüksek düzeyde ilişki
0.80-1.00	Çok yüksek ilişki

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

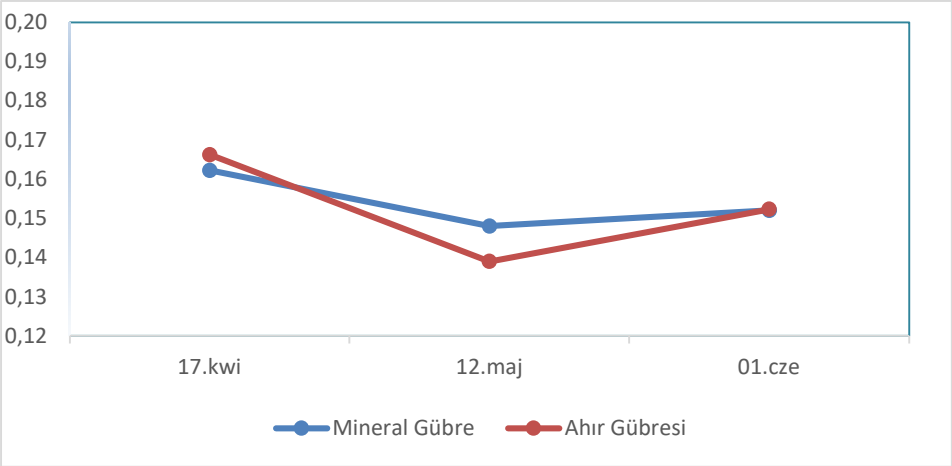
4.1. Ahır Gübresi Uygulamalarının Toprak ve Bitki Azot İçeriğine Etkisi

Ahır gübresi bulamacı uygulaması ile mineral gübre uygulamasının toprak azot içeriği üzerine etkileri arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Sonuçlar kontrollü olarak uygulanan ahır gübre bulamacının, mineral gübre uygulaması yerine kullanılabileceğini göstermiştir. Ülkemiz topraklarında önemli ölçüde organik madde eksikliği sorunları görülmektedir. Hayvanlardan elde edilen gübre uygulamaları ile bu problemin azalacağı bilinmektedir. Ülkemizde bulunan büyükbaş sayısı, büyük bir potansiyele sahip olduğundan bu ihtiyacı karşılamaya katkı sağlayacaktır (Özbek ve ark., 2012).

Çizelge 4.1. Toprakta bulunan azot içeriklerinin üç farklı zamandaki tanımlayıcı istatistik değerleri

Uygulama	Tarih	Minimum %	Maksimum %	Ortalama %	Standart Sapma
Ahır Gübresi Bulamacı	17.04.2020	0.163	0.172	0.166	0.002
	12.05.2020	0.131	0.154	0.1425	0.009
	1.06.2020	0.130	0.169	0.150	0.015
Mineral Gübre	17.04.2020	0.151	0.173	0.162	0.009
	12.05.2020	0.126	0.191	0.158	0.025
	1.06.2020	0.131	0.179	0.155	0.018

Benzer şekilde ahır gübresi bulamacı ile mineral gübre uygulamasının zamansal değişimi arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Bu durumun nedeni daha önceki azot uygulamalarının deneme alanına homojen olarak uygulanmaması olarak gösterilebilir (Munro, 1969).



Şekil 4.1. Topraktaki azot içeriğinin zamana göre değişimi

Barlog ve ark., (2020) tarafından ahır gübresi uygulamalarının NH_4-N ve NO_3-N içeriği üzerindeki etkisinin ilkbahar ve sonbahar olmak üzere iki dönemde analiz ettiği çalışmada her iki mineral için azot formunun içeriğini etkileyen ana faktörün mevsimsel uygulama olduğunu ve ilkbahardaki uygulamanın daha fazla mineral azot formu içerdiğini belirtmiştir.

4.2. Ahır Gübresi Uygulamalarının Arpa Verim ve Verim Parametreleri Üzerine Etkisi

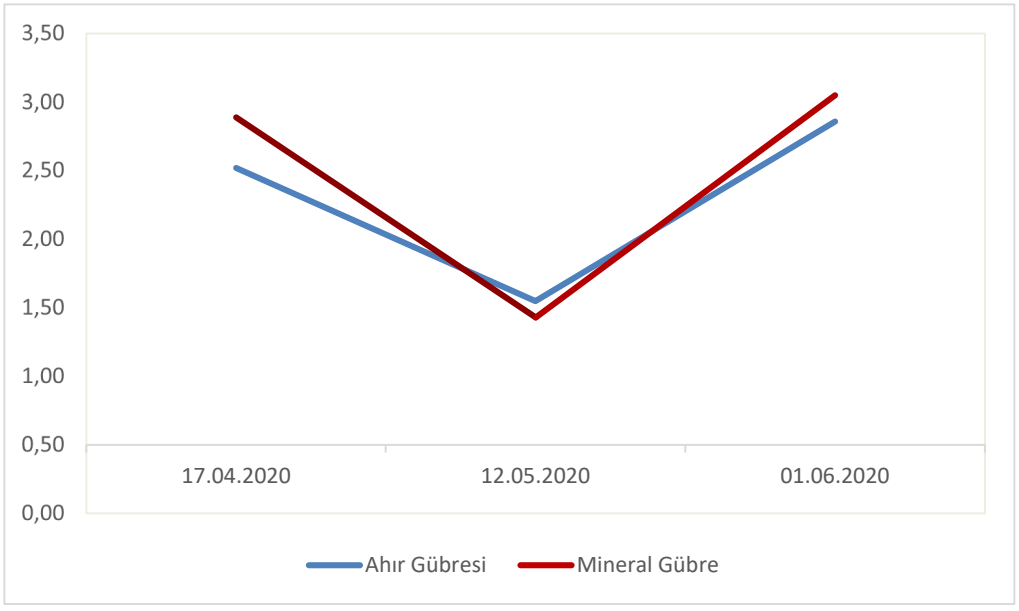
Kjeldahll yöntemi kullanılarak hesaplanan arpa bitkisinin dane ve sap içeriği ile toprağın azot içeriği analiz sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir (Çizelge 4.2). Buna göre arpa azot içeriğinin tanımlayıcı istatistik değerleri incelendiğinde, aynı şekilde ahır gübresi bulamacı uygulaması ile mineral gübre uygulamasının arpa verimi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Benzer şekilde Öngören (2013), uygulanan azot gübre uygulamalarının verim parametreleri ve protein içeriğine etkisinin önemsiz olduğunu bildirmiştir.

Araştırma uygulama alanından hasat esnasında alınan arpa bitkisinin sap ve dane ölçümü yapılarak hesaplamalar yapılmıştır. Bitki sap yaş ağırlığı, bitki yaş ağırlığı, sap kuru ağırlık, toplam kuru ağırlık, sap kuru maddesi (%), dane kuru madde (%)

değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir (Çizelge 4.3). Türkiye genelinde yetiştirilen arpa bitkisinin ortalama verimi 220-330 kg da^{-1} arasında değişim göstermektedir. Diyarbakır ve Adıyaman susuz tarla koşullarında yürütülen bir çalışmada ise tane veriminin 373-578 kg/ da arasında değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (Kendal ve ark., 2010).

Çizelge 4.2. Bitki azot içeriğinin üç farklı zamandaki tanımlayıcı istatistik değerleri

Uygulama	Tarih	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Ahır Gübresi Bulamacı	17.04.2020	2.10	2.95	2.52	0.35
	12.05.2020	1.19	1.92	1.55	0.29
	1.06.2020	2.49	3.24	2.86	0.28
Mineral Gübre	17.04.2020	2.37	3.42	2.89	0.44
	12.05.2020	1.26	1.61	1.43	0.13
	1.06.2020	2.73	3.38	3.05	0.27



Şekil 4.2. Bitkideki azot içeriğinin zamana göre değişim

Bazı parsellerde arpa, sap ve dane ile toplam biyokütle verimi oldukça düşüktür. Özellikle 85 cm yükseklikten sonra arpada yatma meydana gelmektedir. Bunun sonucunda ise, verim parametrelerinde düşüş meydana gelmiştir. Yüksek miktarda yağışın olduğu zamanlarda yürütülen bir çalışmada, yatmaya dayanıklı türlerin veriminin %40 daha yüksek olduğu bildirlmektedir (Öztürk ve ark., 2007).

Uygulama alanında kullanılan İHA'dan elde edilen RGB görüntüleri parsel bazlı incelendiğinde bitki yoğunluğunun homojen olmadığı ve parsellere göre farklılık gösterdiği görülmektedir. Test parsellerinde en yüksek kuru ağırlık verimi 584 kg da-1 ile VII. parselde gözlenirken, en düşük verim ise 314 kg da-1 ile II. parselde gözlenmiştir. Aradaki farkın nedeni olarak iklim faktörleri, çevresel koşullar ve genetik farklılıklar ve tarımsal uygulamaların homojen olmayan etkinliği olarak gösterilebilir.

Çizelge 4.3. Arpa biyokütle verileri (kg da-1)

Uygulama	Parseller	Sap yaş ağırlık (kg da^{-1})	Dane yaş ağırlık (kg da-1)	Toplam yaş ağırlık (kg da-^{1})	Sap Kuru ağırlık (kg da-^{1})	Dane kuru ağırlık (kg da-^{1})	Toplam kuru ağırlık (kg da-^{1})	Sap Kuru madde (%)	Dane kuru madde (%)
Ahır Gübresi Bulamacı	I.	267	192	466	212	157	370	58	42
	III.	289	152	441	254	134	388	65	35
	V.	305	116	421	282	107	389	73	27
	VII.	444	208	652	397	186	584	68	32
	Ortalama	326	167	495	286	146	433	66	34
Mineral Gübre	II.	247	169	416	186	127	314	59	41
	IV.	396	163	559	370	152	522	71	29
	VI.	389	186	575	332	159	491	68	32
	VIII.	399	184	583	358	166	524	68	32
	Ortalama	399	184	583	358	166	524	68	32

Yukarıdaki tabloda verilen değerler incelendiğinde ahır gübresi bulamacı uygulanan parsellerdeki (I, III, IV, VII) dane kuru madde içeriği mineral gübre uygulanan parsellerdeki (II, IV, VI, VIII) dane kuru madde içeriğinden önemli bir fark olmaksızın yüksek bulunmuştur. Mineral gübre uygulamaları uygulanan test uygulamalarından 8. parseldeki bitkilerin seyrek olması ve sudan yeterli derecede beslenmediğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Dane protein içeriği %9,81 – 14,68 arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. I. parsel %9,81 ile en düşük, VIII. parsel ise %14,68 ile en yüksek olarak belirlenmiştir. Malt olarak kullanılacak arpa bitkisinde ise yemlik arpanın tam aksine protein değerinin düşük olması (%9-10) istenir (Baik ve Ulrich, 2008). Uygulama alanından elde edilen bitki sap azot içeriği kontrol edildiğinde, analiz sonuçlarının genel olarak birbirine yakın olduğu, önemli düzeyde bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. V. parsel %5.43 ile en düşük sap protein içeriği değerine sahipken, IV. parsel %8.06 ile en yüksek değere sahiptir (Çizelge 4.4).

Arpa bitkisinin toprak azot içeriği incelendiğinde, azot eksikliği gözlemlenmiştir. Dane ve sap içerikleri coğrafi koşullara, iklime, topografik koşullara ve azot gübre uygulamalarına göre değişkenlik göstermektedir.

Çizelge 4.4. Hasat dönemi (01/06/2020) Arpa bitkisi test parselleri azot ve protein içerikleri

Uygulanan Gübre	**Parseller**	**Dane Protein %**	**Sap Protein %**
Ahır Gübresi bulamacı	**I.**	9.81	6.68
	III.	13.06	5.68
	V.	11.81	5.43
	VII.	12.25	7.93
Mineral Gübre	**II.**	10.75	6.31
	IV.	12.43	8.06
	VI.	14.12	6.87
	VIII.	14.68	6.37

*Toprak ve bitki örnekleri 3 tekerrürlü olarak hesaplanmış ve ortalamaları alınmıştır.

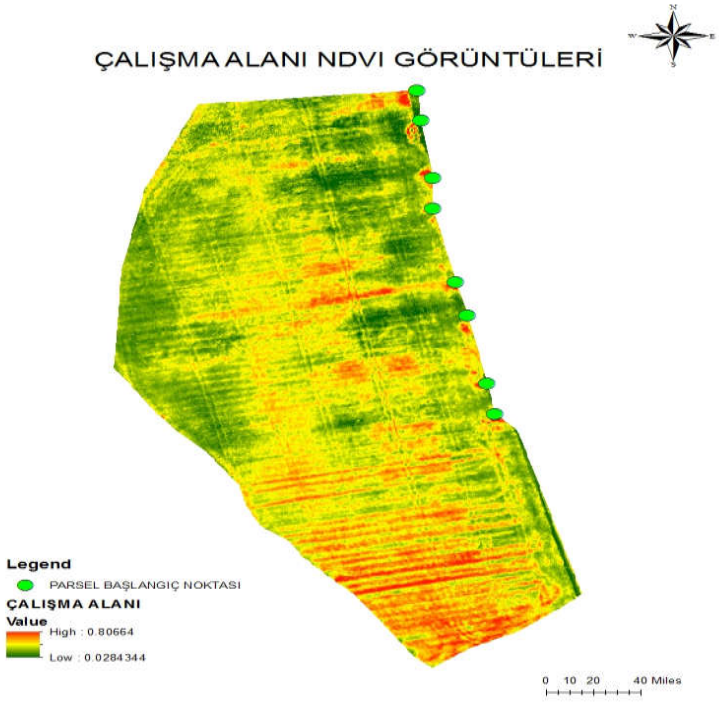
Üç yıldan uzun süreli yürütülen bir çalışmada, 0-112. 5 t/ha aralığında ahır gübresi bulamacı ve 0-120 kg N/ha aralığında amonyum nitrat uygulanmış ve verim parametreleri test edilmek amacıyla tarla parsellerine uygulanmıştır. Çalışmada yazlık arpa kullanılmıştır. Uygulanan her bir inorganik N oranında tane verimini ve tane boyutunu önemli ölçüde artırdığı tespit edilmiştir. 37.5 ton/ha 'dan fazla uygulanan sığır gübresi bulamacı ile azotlu gübre uygulamalarının tane verimini maksimumun altına düşürdüğü tespit edilmiştir. En yüksek ham protein içeriğine sahip tahıl (%15,1), sığır gübresi bulamacı ve uygulanan azotlu gübrenin kombinasyonunda bulunmuştur (Pain ve ark., 2009).

Cevheri ve Yılmaz, (2018), oya bitkisinin verim parametrelerin test edilmesi amacıyla deneme parsellerine 0,500,1000,1500 ve 2000 kg ha-1 büyükbaş hayvan gübresi dozları uyguladıkları çalışmanın sonucunda elde edilen verilere göre, verimin 1678.9-2611.8 kg ha^{-1} arasında olduğu, bitki boyunun 87.00-112.00 cm olduğu, protein oranının ise % 39.31-41.74; 100 tane ağırlığının 12.49-15.28 g ve yağ oranının % 20.51-21.91 değerleri arasında değişiklik gösterdiğini saptamışlardır. Bu çalışmalrında korelasyon analizleri neticesinde verim ile; bitkide dal sayısı (r=0.4964*), bakla sayısı (r=0.4964*) ve 100 tohum ağırlığı (r=0.5782**) arasında olumlu ve önemli korelasyonlar olduğu tespit etmişlerdir.

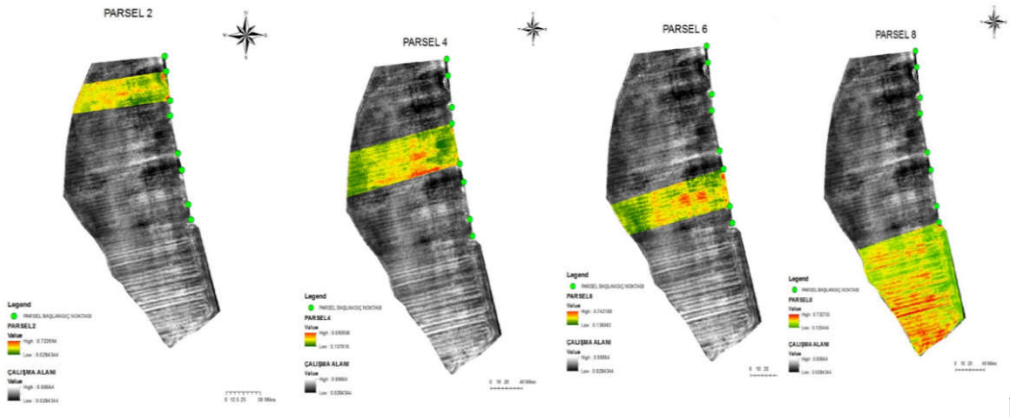
Hernandez ve ark., (2013), domuz gübresi bulamacının kışlık arpa verimi ve azot kullanım verimliliği üzerindeki etkilerini test etmek amacıyla yürüttükleri yedi yıllık çalışmalarında özellikle kurak yıllarda mineral gübreleme ve kontrol uygulamaları açısından yıllık domuz bulamacı uygulaması ile hasat sonrası topraklarda bitki azot içeriğini arttırdığını belirlemişlerdir. Araştırıcılar, arpa bitkisinin azot alımı, uygulanan domuz gübresi bulamacı oranının artmasıyla azot kullanım verimliliğinde azalma meydana geldiğini tespit etmiştir.

4.3. Ahır Gübresi Uygulamalarının NDVI Üzerine Etkileri

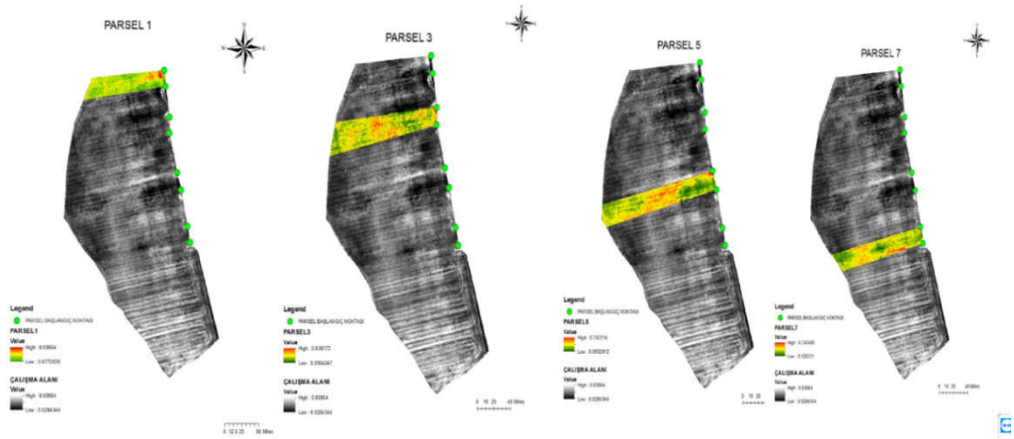
Multispektral kamera ile alınan görüntülerden hesaplanan NDVI değerleri Şekil 4.5 de görülmektedir. Buna göre deneme alanının NDVI değerleri ortalama 0.327 ile 0.432 arasında değişmektedir. Buna göre gübre uygulamalarının NDVI değerleri üzerine etkileri önemli bulunmamıştır. Deneme parsellerinin ortalama NDVI değerleri Çizelge 4.5'de verilmiştir.



Şekil 4.3. Çalışma alanının multispektral kameradan elde edilen NDVI haritası



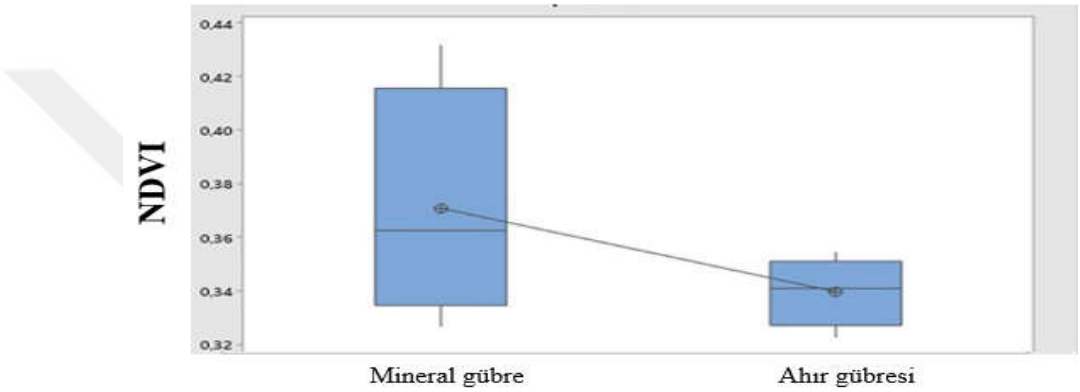
Şekil 4.4. Mineral gübre uygulanan parsellerin Multispektral kameradan elde edilen NDVI haritaları



Şekil 4.5. Ahır gübre bulamacı uygulanan parsellerin Multispektral kameradan elde edilen NDVI haritaları

Çizelge 4.5. Multispektral kameradan elde edilen NDVI Değerleri (01.06.2020)

	Parsel No	Minimum değer	Maximum değer	Ortalama	Standart Sapma
Ahır Gübresi Bulamacı	**I.**	0.077	0.807	0.341	0.085
	III.	0.028	0.723	0.327	0.079
	V.	0.090	0.636	0.323	0.053
	VII.	0.108	0.691	0.358	0.077
Mineral gübre	**II.**	0.093	0.747	0.341	0.078
	IV.	0.137	0.743	0.367	0.070
	VI.	0.126	0.747	0.354	0.066
	VIII.	0.125	0.733	0.432	0.084



Şekil 4.6. Uygulanan mineral gübre ve ahır gübresi bulamacının NDVI değerleri üzerine etkisi

1 Haziran 2020 hasat döneminde deneme parsellerinden alınan bitki örneklerinin sap ve dane içerikleri hesaplanmıştır. Aşağıda çizelge 4.6'da sap-protein, dane-protein ve NDVI görüntülerinden hesaplanan analiz değerleri pearson korelasyon yöntemi ile incelenmiştir. Bitki NDVI değerleri ile bitki sap ve dane arasında pozitif yönde ($p<0.01$) çok yüksek bir ilişki bulunmuştur. Buğday, mısır, arpa bitkilerinin azot durumunu belirlemek için NDVI değerleri sıkça kullanılmaktadır. NDVI analiz değerleri ile azot içeriği arasında yüksek derecede ilişki tespit edilmiştir (Shanahan ve ark., 2003). Uygulanan azotlu gübre uygulamalarının İHA'dan elde edilen görüntülerden hesaplanan NDVI değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı Pateel ve ark., (2017) tarafından da belirtilmiştir.

Çizelge 4.6. Bitki sap ve dane azot içeriğinin NDVI ile ilişkisi (01/06/2020)

N=8	SPAD	SAP Azotu	Dane Azotu	SAP protein	Dane Protein	NDVI
SAP Azotu	0.544					
Dane Azotu	-0.475	0.278				
SAP protein	0.544	1.000**	0.278			
Dane Protein	-0.475	0.278	1.000**	0.278		
NDVI	-0.459	0.184	.851**	0.184	.851**	
Toprak N	0.437	0.316	-0.038	0.316	-0.038	-0.354

*. Korelasyon 0,05 düzeyinde önemlidir

** Korelasyon 0,01 düzeyinde önemlidir.

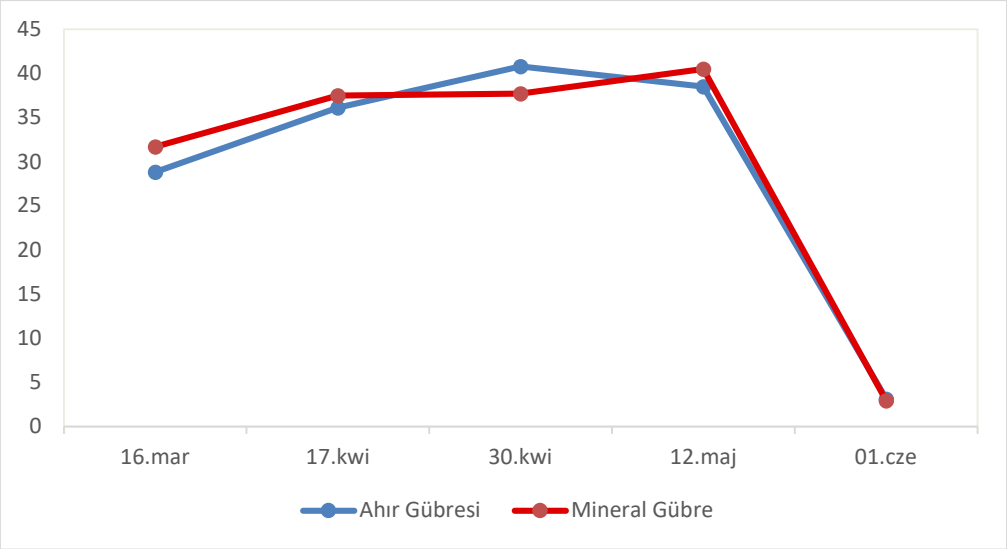
4.4. Ahır Gübresi Uygulamasının Arpa Bitkisi Klorofil İçeriği Üzerine Etkileri

Çizelge 4.7'de 5 farklı tarihte alınan SPAD bitki klorofil ortalama değerleri verilmiştir. Her parselde üç farklı noktadan SPAD okumaları yapılmış ve ortalama değer olarak verilmiştir. Genel olarak parseller arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Bitki klorofil yoğunluğu en yüksek olan parsel 1. parsel, ortalama en düşük değer ise üçüncü parsel olmuştur. Ahır gübresi bulamacı ve DAP gübresi verilen parseller ayrı ayrı incelendiğinde DAP gübresi verilen parsellerde bitki klorofil yoğunluğu ortalamasının daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Konya ilinde yürütülen bir çalışmada, ahır gübresi bulamacının ve mineral gübresi uygulamalarının istatistiki açıdan fark bulunmamasına rağmen, ahır gübresi uygulamaları ve mineral gübre uygulamaları arasında %2' lik bir fark olduğu gözlemlenmiştir (Özbek ve ark., 2012). Ahır gübresi uygulamasının toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirdiği, bitki verimine olumlu katkıda bulunduğunu rapor etmişlerdir (Akkaya ve Kara, 2018). Mısır bitkisi kullanılarak yürütülen bir çalışmada ise, çiftlik gübreleme uygulamalarının kimyasal gübre uygulamasına denk olduğu ve arada istatiksel açıdan herhangi bir fark olmadığı belirtilmiştir (Wang ve ark., 2001).

Çizelge 4.7. Çalışma alanından SPAD-502 ile alınan ortalama bitki klorofil yoğunluğu

Uygulamalar		16.Mar	17.Nis	30.Nis	12.May	1.Haz
Ahır gübresi bulamacı	I.	33.3	35.8	39.9	43.4	3.0
	III.	26.3	36.6	31.9	35.5	3.9
	V.	28.4	34.6	45.3	39.4	1.7
	VI.	27.4	37.2	46.1	35.8	3.7
	Ortalama	28.8	36.1	40.8	38.5	3.1
Mineral Gübre	II.	36.2	38.3	31.8	37.2	3.2
	IV.	29.7	35.2	41.9	42.9	4.6
	VI.	31.8	39.0	36.6	42.4	2.0
	VIII.	29.1	37.5	40.6	39.4	1.8
	Ortalama	31.7	37.5	37.7	40.5	2.9

*Her parselden 3 farklı noktadan örnek alınmış olup ortalamaları hesaplanmıştır.



Şekil 4.7. Farklı tarihlerde alınan SPAD okuma örneklerinin azotlu gübre uygulamaları ile karşılaştırılması

4.5. Bitki ve Toprak Azot İçeriğinin SPAD, Sap - Dane Protein, NDVI ile ilişkisi

Uygulama alanından alınan bitki ve toprak azot içerikleri Çizelge (4.8)'de Pearson korelasyon analizi ile diğer parametrelerle arasındaki ilişki hesaplanmıştır. Çizelge (4.8) incelendiğinde, İHA aracı kullanılarak elde edilen NDVI analiz değerleri ile bitkinin azot içeriği arasında çok yüksek ilişki olduğu söylenebilir. 17/04/2020

tarihinde alınan arpa bitkisi azot içeriği ve aynı tarihte alınan bitki klorofil yoğunluğu arasında negatif yönde yüksek düzeyde bir ilişki bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada İHA üzerine monte edilen çoklu spektral kameranın geniş bir uygulama imkânına sahip olduğu ve ürün büyüme endeksi izleme ve verim tahmininde güvenilirliği test edilmiştir. NDVI analiz değerleri ile buğday verim parametreleri arasında yüksek bir korelasyon gözlemlenmiştir (Fu ve Ark., 2020).

Hakeza, Pateel ve ark., (2020) tarafından gerçekleştirilen 2017 tarihli çalışmada, bitki yapraklarından artan azot miktarı ile bitkinin klorofil içeriğindeki artışın İHA tarafından alınan NDVI değerlerindeki artışa neden olduğu belirlenmiştir. NDVI değerleri ile bitkinin azot ve protein içeriği arasında ($p<0.01$) düzeyinde çok yüksek bir ilişki tespit edilmiştir. 12/05/2020 tarihinde alınan bitki SPAD okuma değerleri ile bitki azot içeriği ve protein arasında ($p<0.05$) yüksek düzeyde ilişki olduğu belirlenmiştir. 2. tarihte alınan SPAD okuma değerleri ile 1. tarihte alınan SPAD okuma değerleri arasında negatif yönde düşük yönde bir ilişki söz konusudur. Bitkinin hasat dönemine yaklaşınca sararması, iki tarih arasında uzun süreli bir fark olmaması bu sonuçta rol oynamaktadır. 3. tarihteki SPAD okuması ile ilk tarihteki SPAD okuma değerleri karşılaştırıldığında, negatif yönde yüksek düzeyde bir ilişki tespit edilmiştir. Üçüncü tarihin hasat dönemi olması etkili olmuştur.

Çizelge 4.8. Toprak ve bitki örneklerinin SPAD, sap- dane verim, protein ve NDVI ile ilişkisi

N=8	SPAD 1	Bitki N1	Protein 1	NDVI	SPAD2	Bitki N2	Protein 2	SPAD3	SAP Azot	Dane Azot	SAP Protein	Dane protein	Toprak N1	Toprak N2	Toprak N3
SPAD1	1														
Bitki N 1	-0.590	1													
Protein1	-0.590	1.000**	1												
NDVI	0.224	0.317	0.317	1											
SPAD2	-0.207	.725*	.725*	0.229	1										
Bitki N 2	-0.600	0.325	0.325	-0.130	-0.138	1									
Protein 2	-0.600	0.325	0.325	-0.130	-0.138	1.000**	1								
SPAD3	-0.172	0.059	0.059	-0.459	-0.187	-0.128	-0.128	1							
Sap Azot	0.080	0.215	0.215	0.184	0.273	-0.596	-0.596	0.544	1						
Dane Azot	0.366	0.141	0.141	.851**	0.233	-0.136	-0.136	-0.475	0.278	1					
SAP Protein	0.080	0.215	0.215	0.184	0.273	-0.596	-0.596	0.544	1.000**	0.278	1				
Dane Protein	0.366	0.141	0.141	.851**	0.233	-0.136	-0.136	-0.475	0.278	1.000**	0.278	1			
Toprak N 1	-.718*	0.639	0.639	0.436	Hasat 0.220	0.380	0.380	-0.034	0.019	0.116	0.019	0.116	1		
Toprak N 2	0.274	-0.282	-0.282	-0.479	-0.179	0.138	0.138	-0.132	-0.359	-0.293	-0.359	-0.293	-.738*	1	
Toprak N 3	-0.443	0.156	0.156	-0.354	-0.108	0.418	0.418	0.437	0.316	-0.038	0.316	-0.038	0.002	0.136	1

*. Korelasyon 0,05 düzeyinde önemlidir

** Korelasyon 0,01 düzeyinde önemlidir.

Arpa bitkisi sap ve dane protein içeriği ile sap- dane azot arasında ($p<0.01$) düzeyde çok yüksek bir ilişki tespit edilmiştir. Sap ve dane protein miktarı arttıkça azot miktarında da artış gözlemlenmiştir. Hasat döneminde hesaplanan bitki klorofil yoğunluğu ile bitki azot ve protein içeriği arasında çok yüksek düzeyde bir ilişki bulunmuştur ($p<0.01$).

17 Nisan tarihinde alınan toprak örneğinin Kjehdahl yöntemi ile analiz edilmiş ve toplam azotu hesaplanmıştır. Bu tarihte alınan toprak örneği azot içeriği ile bitkinin klorofil yoğunluğu arasındaki ilişki 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. İkinci tarihte alınan toprak örneği azot içeriği ile bitkinin klorofil yoğunluğu arasında ise önemli bir ilişki bulunmamıştır. 12/05/2020 tarihinden sonra arpa bitkisinde yan yatma meydana geldiğinden, azot miktarı toprağa nüfuz etmiş ve son tarihte alınan toprak bitki azot içeriği ile klorofil yoğunluğu arasındaki ilişki orta düzeyli olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca topraktaki azot miktarı arttıkça, protein miktarının da arttığı gözlemlenmiştir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Şanlıurfa ili, Harran Ovası koşullarında gerçekleştirilen, ahır gübresi bulamacı uygulamalarının arpa verim parametreleri ile azot ve protein içeriği üzerine etkilerinin SPAD ve İHA araçları ile alınan görüntülerden üretilen NDVI değerini belirlemeye çalışıldığı bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda yer almaktadır.

Elde edilen sonuçlara göre uygulanan mineral gübre ve ahır gübre uygulaması arasında verim parametreleri açısından önemli bir fark bulunmamıştır. Buna göre yapılan çalışmada arpa bitkisinin verim parametreleri açısından toprağa verilen ahır gübresi bulamacının, mineral gübre yerine kullanılabileceği tespit edilmiştir. Fakat hem verim hem de protein içeriği incelendiğinde, azot uygulamaları ile verim ve protein arasında yüksek düzeyde ilişki gözlemlenmemiştir.

Ülkemizin büyükbaş hayvan potansiyeli göz önüne alındığında ahır gübresinin, mineral gübre yerine kullanılabilmesi sürdürülebilirlik ve kolaylık açısından çok büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada kullanılan ahır gübresi bulamacı uygulamasının arpa verim parametreleri üzerine ve protein üzerine etkisinin olumlu olduğu gözlenmiştir. Bu da çalışmamızın sonuçlarını destekler niteliktedir.

Ahır gübresi bulamacı ve DAP gübresi verilen parseller ayrı ayrı incelendiğinde DAP gübresi verilen parsellerde SPAD ile ölçülen bitki klorofil yoğunluğu ortalaması arasında önemli bir fark gözlemlenmemiştir.

Ahır gübresi bulamacı ve mineral gübre uygulamalarının deneme alanından elde edilen İHA görüntülerinden hesaplanan NDVI değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. SPAD ile elde edilen değerler ile NDVI arasında düşük düzeyde ilişki bulunmuştur.

Elde edilen İHA görüntülerinin başarı düzeyinin artırılmasında SPAD ile elde edilen verilerin NDVI analizleri ile kalibrasyonu önem taşımaktadır. NDVI analizlerinde iklim koşulları, toprak amenajman çalışmaları ve çevresel faktörler de dikkatle incelenmelidir.

KAYNAKLAR

AGU, R. ve PALMER, G. 2001. The effect of nitrogen level on the performance of malting barley varieties during germination. Journal of The Institute of Brewing. 107(2), 93-98.

AKGÜL, Ö. 2016. Görünür yakın kızılötesi spektrometre tasarımı ve bir uygulama örneği. Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği İstanbul Teknik Üniversitesi, (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

AKKARTAL, A., TÜRÜDÜ, O., ve ERBEK, F. 2005. Çok zamanlı uydu görüntüleri ile bitki örtüsü değişim analizi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası.

AKKAYA, S. ve KARA, B. 2018.Ekmeklik buğdayda ahır ve yeşil (karabuğday, fiğ) gübre uygulamalarının verim ve kaliteye etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 1: 1-8.

ANONİM., (2019). İHA ve SİHA Özellikleri. 22.06.2020 tarihinde https://www.habervakti.com/bilim-teknoloji/iha-nedir-siha-nedir-ozellikleri nelerdir-iha-ve-siha-farki-nedir-h97387 adresinden alınmıştır.

ANONİM., (2020). Türkiyedeki Toprak Tipleri. 13.05.2020 tarihinde https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/85531/mod_resource/content/1/10_T%C3%BCrkiyedeki%20Toprak%20Tipleri.pdf adresinden alındı.

ANONİM., (2020). Türkiyedeki Toprak Tipleri. 13.05.2020 tarihinde http://aves.akdeniz.edu.tr/ImageOfByte.aspx?Resim=8veSSNO=6veUSER=2681 adresinden alındı.

BAİK, B.-K. ve ULLRİCH, S. E. 2008. Barley for food: Characteristics, improvement, and renewed interest. Journal of Cereal Science, 48(2), 233-242.

BARLOG, P., HLİSNİKOVSKÝ, L. ve KUNZOVÁ, E. 2020. Effect of digestate on soil organic carbon and plant-available nutrient content compared to cattle slurry and mineral fertilization. Agronomy, 379: 1-16.

BENDİG, J., BOLTEN, A., BENNERTZ, S., BROSCHEİT, J., EİCHFUSS, S., ve BARETH, G. 2014. Estimating biomass of barley using crop surface models (CSMs) Derived from UAV-Based RGB Imaging, 6: 10395-10412.

BREMNER, J. 1960. Determination of nitrogen in soil by the Kjeldahl method. The Journal of Agricultural Science, 55: 11-33.

CALERA, A., MARTİNEZ, C. ve MELİA, J. 2001. A procedure for obtaining green plant cover: relation to NDVI in a case study for barley. International Journal of Remote Sensing, 22: 3357-3362.

CARRECK, N. L. ve CHRISTIAN, D. G. 1991. Studies on the patterns of nitrogen uptake and translocation to the grain of winter barley intended for malting. Annals of applied biology, 119(3): 549-559

CARRECT, N. ve CHRİSTİAND, D. 1992. N uptake by barley related to malting quality. United Kingdom HGCA Project Report.

CEVHERİ, C. ve YILMAZ, A. 2018. The Effects of different doses of cattle manure on yield and yield components as second crop organic soybean production. YYÜ ar bil derg (Yyu j agr scı), 28(3): 271-277.

COSTA, L., NUNES, L., ve AMPATZIDIS, Y. 2020. A new visible band index (vNDVI) for estimating NDVI values on RGB images utilizing genetic algorithms. Computers and Electronics in Agriculture, 172, 105334.

CUCHO-PADİN, G., LOAYZA, H., PALACİOS, S., BALCAZAR, M., CARBAJAL, M. ve QUİROZ, R. 2020. Development of low-cost remote sensing tools and methods for supporting smallholder agriculture. Applied Geomatics, 12(3), 247-263.

ÇAKIR ÖNGÖREN, S. (2013). Farklı azot gübre formlarının buğday (Triticum aestivum L.) çeşitlerinde verim ve kalite üzerine etkisinin belirlenmesi (Master's thesis, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

DE BONA, F., FEDOSEYENKO, D., WİREN, N. V. ve MONTEİRO, F. A. 2011. Nitrogen utilization by sulfur-deficient barley plants depends on the nitrogen form. Environmental and Experimental Botany, Pages, 74: 237-244.

DELOGUA, G., CATTİVELLİ, L., PECCHİONİ, N., FALCİS, D. D., MAGGİORE, T., ve STANCA, A. 1998. Uptake and agronomic efficiency of nitrogen in winter barley and winter wheat. European Journal of Agronomy, 9(1): 11-20.

DENG, L., MAO, Z., Lİ, X., HU, Z., DUAN, F., ve YAN, Y. 2018. UAV-based multispectral remote sensing for precision agriculture: A comparison between different cameras. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 146:124-136.

DWYER, L., TOLLENAAR, M., ve MULDON, J. 1997. A non-destructive method to monitor leaf greenness in corn. Can. J. Plant, 71: 505-509.

FATHİ, G., MCDONALD, G., ve LANCE, R. 1997. Responsiveness of barley cultivars to nitrogen fertiliser. Australian Journal of Experimental Agriculture 37(2): 199- 211.

FENG, W., WU, Y., HE, L., REN, X., WANG1, Y., HOU, G., GUO, T. 2019. An optimized non-linear vegetation index for estimating leaf area index in winter wheat. Precision Agriculture, 20(6): 1157–1176.

FOOTE, W., ve BATCHELDER, F. 1953. Effect of different rates and times of application of nitrogen fertilizen on the yield of Hannchen barley. Agronomy Journal, 45: 532-535.

FORSTER, B. P., ELLIS, R. P., THOMAS, W. T. B., NEWTON, A. C., TUBEROSA, R., THIS, D. VE BEN SALEM, M. 2000. The development and application of molecular markers for abiotic stress tolerance in barley. Journal of Experimental Botany, 51(342): 19-27.

FU, Z., JIANG, J., GAO, Y., KRIENKE, B., WANG, M., ZHONG, K. VE LIU, X. 2020. Wheat growth monitoring and yield estimation based on multi-rotor unmanned aerial vehicle. Remote Sensing, 12(3), 508.

GARCÍA, C., MONTERO, D. ve CHİCA, H. 2017. Evaluation of a NIR camera for monitoring yield and nitrogen effect in sugarcane. Agronomía Colombiana, 35(1): 82-91.

GATELY, T. F. ve MCALEESE, D. M. 1976. Effects of fertilizer N and number of years in tillage on the protein and non-protein content of feeding barley grain (cv. Nessa) and on N uptake and recovery. The Journal of Agricultural Science, 87(2): 243-249.

GİTELSON, A., KAUFMAN, Y., STARK, R., ve RUNDQUİST, D. 2002. Novel algorithms for remote estimation of vegetation fraction. Remote Sensing of Environment, 80(1): 76-87.

GİUNTA, F., MOTZO, R., ve DEİDDA, M. 2002. SPAD readings and associated leaf traits in durum wheat, barley and triticale cultivars. Euphytica, 125(2): 197–205.

GONG, Y., DUAN, B., FANG, S., ZHU, R., WU, X., MA, Y., ve PENG, Y. 2018. Remote estimation of rapeseed yield with unmanned aerial vehicle (UAV) imaging and spectral mixture analysis. Plant Methods, 14(1): 70.

GRANT, A., GAUER, L., GEHL, D., ve BAİLEY, L. 1991.Protein production and nitrogen utilization by barley cultivars in response to nitrogen fertilizer under varying moisture conditions. Canadian Journal of Plant Science, 71: 997–1009.

GRENZDÖRFFER, G. J., ENGEL, A., ve TEICHERT, B. 2008. The photogrammetric potential of low-cost UAVs in forestry and agriculture. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 31(B3): 1207-1214.

GUERRA, R., HORSTRAND, P., RODRÍGUEZ, A., DÍAZ, M., MORALES, A., JİMÉNEZ, A., ve LÓPEZ, J. 2019. Optimal UAV movement control for farming area scanning using hyperspectral pushbroom sensors. In 2019 XXXIV Conference on Design of Circuits and Integrated Systems (DCIS), 1-6.

GÜNDOĞAN, R., ve K., S. 2018. Alçak irtifa insansız hava araçlarının oyuntu erozyonu izlenmesinde ve toprak kayıplarının tahmin edilmesinde kullanılması. Kahramanmaraş Üniversitesi: Fen Bilimleri Enstitüsü

GÜNDOĞDU, K. S. ve BANTCHINA, B. B. 2018. Landsat Uydu Görüntülerinden NDVI Değer Dağılımının Parsel Bazlı Değerlendirilmesi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 32,Sayı 2: 45-53.

HAYES, D. ve SADER, S. 2001.Comparison of change detection techniques for monitoring tropical forest clearing and vegetation regrowth in a time series. Photogrammetric Engineering ve Remote Sensing, 67: 1067-1075.

HERNANDEZ, D., POLO, A. ve PLAZA, C. 2013.Long-term effects of pig slurry on barley yield and N use efficiency under semiarid Mediterranean conditions. European Journal of Agronomy, 44: 78-86.

HUNT JR, E., DORAİSWAMY, P., MCMURTREY, J., DAUGHTRY, C., PERRY, E., ve AKHMEDOV, B. 2013. A visible band index for remote sensing leaf chlorophyll content at the canopy scale. International journal of applied earth observation and geoinformation, 21: 103-112.

IBM CORP. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.

İLGÜN, A., UÇAR, H., TORUK, İ., OĞUL, A. ve TEKCAN, K. 2016. Hububat Çalışma Grubu, Türkiye Hububat Sektörü Mevcut Durum, Sorunlar ve Çözüm Önerileri Raporu

INOUE, Y. ve YOKOYAMA, M. 2019. Drone-Based Optical, Thermal, and 3d Sensing for Diagnostic Information in Smart Farming–Systems and Algorithms. In IGARSS 2019-2019 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, (pp. 7266-7269). IEEE.

JMP®, Version 14., 2019. SAS Institute Inc., Cary, NC

JOHANSSON, E., HABY, L., PRİETO L, M., ve SVENSSON, S. 2013. Influence of fertilizer placement on yield and protein composition in spring malting barley. Journal of soil science and plant nutrition,13(4): 895-904.

JONGSCHAAP, R. ve BOOİJ, R. 2004. Spectral measurements at different spatial scales in potato: relating leaf, plant and canopy nitrogen status. International journal of applied earth observation and geoinformation, 5(3): 205-218.

JORGE, N. L., ULLRİCH, S. E., CLANCY, J. A. ve WİLLİAM, L. P. 1993. Barley semidwarf and standard isotype yield and malting quality response to nitrogen. Crop Science, 33: 258–263.

KARACA, S. ve ÇIMRIN, K. M. 2002. Adi fiğ (Vicia sativa L.)+ arpa (Hordeum vulgare L.) karışımında azot ve fosforlu gübrelemenin verim ve kaliteye etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 12(1): 47-52.

KENDAL, E., KILIÇ, H., TEKDAL, S. ve ALTIKAT, A. 2010.Bazı arpa genotiplerinin Diyarbakır ve Adıyaman kuru koşullarında verim ve verim unsurlarının incelenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 14(2): 49-58.

KERKECH, M., HAFİANE, A., ve CANAL, R. 2019. Vine disease detection in uav multispectral images with deep learning segmentation approach. PREPRINT, arXiv preprint arXiv:1912.05281.

KHAN, Z., EİCHİ, R., HAEFELE, S., GARNETT, T., ve MİKLAVCİC, S. 2018. Estimation of vegetation indices for high-throughput phenotyping of wheat using aerial imaging. Plant Methods, 14(1), 1-11.

KIZILGEÇTİ, F., YILDIRIM, M., ALBAYRAK, Ö. ve AKINCI, C. 2016. Bazı arpa genotiplerinin Diyarbakır ve Mardin koşullarında verim ve kalite parametrelerinin incelenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, *6*(3), 161-169.

KJELDAHL, J. 1883. "Neue methode zur bestimmung des stickstoffs in organischen Körpern" (New method for the determination of nitrogen in organic substances). Zeitschrift für analytische Chemie, 22(1): 366-383.

KÖTEN, M., ÜNSAL, S. ve ATLI, A. 2013.Evaluation of barley as human food. Turkish Journal of Agriculture, 1(2), 51-55.

LALOR, S. 2014. Cattle slurry on grassland application methods and nitrogen use efficiency. Doctoral dissertation, Netherland Wageningen University.

LARBİ, P. 2016. RGBEXCEL: An RGB image data extractor and exporter for excel processing. Signal ve Image Processing: An International Journal (SIPIJ), 7: 1.

LEKES, J. ve ZİNİSCEVA, L. 1990. Selection in spring barley with a view of more efficient nitrogen utilization. Communication to the Vereinigung osterreichischer Pflanzencuhter, 6: 107-114

LİU, B., SHİ, Y., DUAN, Y. ve WU, W. 2018. UAV-based crops classification with joint features from orthoimage and DSM data. Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 3: 7-10.

MARKWELL, J., OSTERMAN, J., ve MİTCHELL, J. 1995. Calibration of the minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. Photosynthesis research, 46(3). 467-472.

MathWorks, 2020. https://www.mathworks.com/help/vision/ref/undistortfisheyeimage.html#mw_a3f2a54b-c45e-472e-b788-de9075fe7573

MGM. 2020. https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=Sanlıurfa

MİLİCS, G. 2019. Application of uavs in precision agriculture. In International climate protection (pp. 93-97) Springer, Cham.

MİNİTAB 17 statistical software 2019. [Computer software]. State College, PA: Minitab, Inc. (2019). Minitab: (www.minitab.com)

MOGİLİ, U. R. ve DEEPAK, B. 2018. Review on application of drone systems in precision agriculture. Procedia Computer Science, 133: 502-509.
MONOSTORİ, I., ÁRENDÁS, T., HOFFMAN, B., GALİBA, G., GİERCZİK, K., SZİRA, F. ve VÁGÚJFALVİ, A. 2016. Relationship between SPAD value and grain yield can be affected by cultivar, environment and soil nitrogen content in wheat. Euphytica, 211(1): 103-112.
MOTOHKA, T., NASAHARA, K., OGUMA, H. ve TSUCHİD, S. 2010. Applicability of green-red vegetation ındex for remote sensing of vegetation phenology. Remote sensing, 2(10): 2370-2387.
MUNRO, D.1969. Relationship of yield and total nitrogen uptake. Can. J. Soil Sci, 49: 313-318.
NİELSEN, N. ve JENSEN, H. 1986. The course of nitrogen uptake by spring barley from soil and fertilizer nitrogen. Fundamental ecological and agricultural aspects of nitrogen metabolism in higher plants, 389-393.
NİU, H., ZHAO, T., WANG, D., ve CHEN, Y. 2019. Estimating evapotranspiration with uavs in agriculture: a review. ASABE annual international meeting (p. 1). american society of agricultural and biological engineers.
ÖZBEK, O., MARAKOĞLU, T., ÇITIL, E., ve ÇARMAN, K. 2012. Prototip Ekim Makinesi ile Sıvı Ahır Gübresi ve Mineral Gübre Uygulamalarının Azot Kayıpları ve Verim Parametreleri Açısından Değerlendirilmesi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 8(1): 83-90.
ÖZTÜRK, İ., AVCI, R. ve KAHRAMAN, T. 2007. Trakya bölgesinde yetiştirilen bazı arpa (Hordeum vulgare L.) çeşitlerinin verim ve verim unsurları ile bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. UÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(1), 59-68.
PAGOLA, M., ORTİZ, R., IRİGOYEN, I., BUSTİNCE, H., BARRENECHEA, E., APARİCİO- TEJO, P., LASA, B. 2009. New method to assess barley nitrogen nutrition status based on image colour analysis: Comparison with SPAD-502. Computers and Electronics in Agriculture, 65(2): 213-218.
PAİN, B., RİCHARDSONF, S., ve FULFORD, R. 2009. The effects of cattle slurry and inorganic nitrogen fertilizer on the yield and quality of spring barley. The Journal of Agricultural Science, 90: 283-289.
PANKAJ, S. C., SHARMA, P. K., ve SİNGH, S. 2015.Chlorophyll content and nitrogen uptake by barley varieties as ınfluenced by date of sowing and nitrogen level. Environment ve Ecology, 34(2A): 74-749.
PATEEL, L. VEERENDR; VEERESH, H.; RAO, K. NARAYANA; GADDI, ASHOK KUMAR; BASAVANNEPPA, M.A. 2017. Use of chlorophyll meter and optical sensors for nitrogen management in direct seeded rice. J. Farm, 30(3): 365-369.
PATEL, A., PATEL, D., PATEL, G., ve THAKOR, D. 2004.Optimization of sowing and fertilizer requirement of barley (Hordeum vulgare) under irrigated condition. Indian Journal of Agronomy, 49(3): 171-173.
PERİHANOĞLU, G. 2015. Dijital görüntü işleme teknikleri kullanılarak görüntülerden detay çıkarımı. (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
PİX4D Support 2020. https://www.pix4d.com/product/sequoia/faq
POEHLMAN, J. M. 1985. Adaptation and distribution. Barley, 26: 1-17.
POMERANZ, Y., ROBBİNS, G., SMİTH, R., CRADDOCK , J., GİLBERTSON, J. ve MOSEMAN, J. 1976. Protein content and amino acid com-position of barley from the world collection. Cereal Chemistry, 53: 497–504.

PRENG (JMP®, Version 14. SAS Institute Inc., Cary, NC,1989-2019.)
PREY, L., BLOH, M. ve SCHMİDHALTER, U. 2018. Evaluating RGB ımaging and multispectral active and hyperspectral passive sensing for assessing early plant vigor in winter wheat. Sensors, 18: 1-18.
PUJİONO, E., KWAK, D.-A., LEE, W.-K., SULİSTYANTO, KİM, S.-R., LEE, J., KİM, M.-I. 2013. RGB-NDVI color composites for monitoring the change in mangrove area at the Maubesi Nature Reserve, Indonesia. Forest Science and Technology, 9: 171-179.
RABATEL, G., GORRETTA, N. ve LABBE, S. 2011.Getting NDVI spectral bands from a single standart rgb digital camera: a methodological approach. 14th Conference of the Spanish Association for Artificial Intelligence, (pp. 333-342). Springer, Berlin, Heidelberg.
RAYMOND HUNT JR., E., HORNECK, D., SPİNELLİ, C., TURNER, R., BRUCE, A. E., GADLER, D. J.,HAMM, P. 2018. Monitoring nitrogen status of potatoes using small unmanned aerial vehicles. Precision Agriculture, 19(2), 314-333.
REİSENAUER, H. ve DİCKSON, A. 1961. Effects of nitrogen and sulfur fertilization on yield and malting quality of barley. Agronomy Journal, 53(3): 192-195.
RUEDA-AYALA, V., PEÑA, J., HÖGLİND, M., BENGOCHEA-GUEVARA, J. ve ANDÚJAR, D. 2019.Comparing UAV-Based Technologies and RGB-D reconstruction methods for plant height and biomass monitoring on grass ley. sensors 19: 1-17.
SABANCI, K., AYDIN, C. ve ÜNLERŞEN, M. 2012. Görüntü işleme ve yapay sinir ağları yardımıyla patates sınıflandırma parametrelerinin belirlenmesi. Journal of the Institute of Science and Technology, 2(A): 59-62.
SAISHO, D. ve PURUGGANAN, M. D. 2007. Molecular phylogeography ofdomesticated barley traces expansion of agriculture in the Old World. Genetics, 177(3): 1765-1776.
SEZER, İ. ve SİRAT, A. 2011.Bazı arpa (Hordeum vulgare L.) çeşitlerinin genotip x çevre interaksiyonları ve stabilitelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Gümüşhane Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(2).
SHANAHAN, J., HOLLAND, K., SCHEPERS, J., FRANCİS, D., SCHLEMMER, M., ve CALDWELL, R. 2003.Use of a cropcanopy reflectance sensor to assess corn leaf chlorophyll content. ASA Spec. Publ, 66: 135-150.
SİNGH, J., MAHAL, S., ve SİNGH, A. 2013. Yield and quality of malt barley (Hordeum vulgare) as influenced by irrigation, nitrogen and methods of sowing. Indian Journal of Agronomy,58(3): 354-362.
SONG, Y. ve WANG, J. 2016. Evaluation of the UAV- BASED multispectral ımagery and ıts application for crop ıntra-field nitrogen monitoring and yield prediction in Ontario.
SÖNMEZ, N. ve SARI, M. 2004. Verim tahmini çalışmalarında yeni yaklaşımlar: Uzaktan algılama ve agrometeorolojik yöntemler. 2: 5-18.
SOPER, R., RACZ, G. ve FEHR, P. 1971. Nitrate nitrogen ın the soil as a means of predicting the fertılızer nıtrogen requırements of barley. Canadian Journal of Soil Science, 51(1): 45-49.
SORAN, M., INOUE, Y. ve BARNES, E. 1997. Opportunities and limitations for image-based remote sensing in precision crop management. Remote sensing of Environment, 61(3): 319-346.

SULLİVAN, M., KHALİLİAN, A., MUELLER, J., WOLAK, F., WİLLİAMSON, R. ve LİPPERT, R. 1998. Composted municipal solid waste application ımpacts on cotton yield and soil properties. In Composting in the Southeast: 1998 Conference Proceedings, September (pp. 9-11).

TEBGE. 2017. Tarımsal Ekonomi ve Strateji Geliştirme Enstitüsü. Ankara: Ürün Raporu: Arpa, Rapor No:289: 19.

TODAR, M., PHOGAT, S., SATİSH, K., ve BHAGAT, S., 2014. Effect of nitrogen on yield and quality of barley (Hordeum vulgare) genotypes. Indian Journal of Agronomy, 59(1): 171-174.

TRİPİCCHİO, P., SATLER, M., DABİSİAS, G., RUFFALDİ, E., ve AVİZZANO, C. A.,2015. Towards smart farming and sustainable agriculture with drones. 2015 International Conference on Intelligent Environments. Prague, Czech Republic: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 140-143.

TUCKER, C., 1979. Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation. Remote Sensing of Environment. 8: 127-150.

TÜİK., 2016. Dünya Arpa Verimi Raporu

UDDLİNG, J., ALFREDSSON, J., PİİKKİ, K., ve PLEİJEL, H.,2007. Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 chlorophyll meter readings. Photosynthesis Research, 91(1): 37–46.

ÜLGEN, N., V YURTSEVER, N., 1995.Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları.

USDA.,2020. Tarım ve Orman Bakanlığı.

VARVEL, G. ve SEVERSON, R. 1987.Evaluation of cultivar and nitrogen management options for malting barley. Agronomy journal, 79(3): 459-463.

VİVEKAR, A. 2020. Evaluation of methodology for estimating crop yield from multispectral UAV images: a case study at Lönnstorp, Sweden. Lund University GEM thesis series.

WILLMOTT, C. ve MATSUURA, K. 2005.Advantages of the mean absolute error (MAE) over the root mean square error (RMSE) in assessing average model performance. Climate research, 30(1): 79-82.

XİAOBİN, W., Dianxiong, C. A. I. ve Jingqing, Z. (1999, May). Land application of organic and inorganic fertilizer for corn in dryland farming region of North China. In 2001). Sustaining the global farm. Selected papers from the 10 th International Soil Conservation Organization Meeting held May24-29 (pp. 419-422).

XİONGZHE, H., THOMASSON, J. A., WANG, T. ve SWAMİNATHAN, V. 2020. Autonomous Mobile Ground Control Point Improves Accuracy of Agricultural Remote Sensing through Collaboration with UAV. Inventions, 5(1): 12.

YANG, H., YANG, X., HESKEL, M., SUN, S. ve TANG, J. 2017. Seasonal variations of leaf and canopy properties tracked by ground-based NDVI imagery in a temperate forest. China, Scientific Reports.

YEOM, J., JUNG, J., CHANG, A., MAEDA, M. ve LANDİVAR, J. 2018. Automated open cotton boll detection for yield estimation using unmanned aircraft vehicle (UAV) Data. Remote Sensing,10(12): 2-20.

ZHOU, X., ZHENG, H., XU, X., HE, J., GE, X., YAO, X., TİAN, Y. 2017. Predicting grain yield in rice using multi-temporal vegetation indices from UAV-based multispectral and digital imagery. International Society for Photogrammetry and Remote Sensing 130: 246-255.

ZUBRİSKİ, J., VASEY, E. ve NORUM, E. 1970. Influence of nitrogen and potassium fertilizers and dates of seeding on yield and quality of malting barley. Agronomy Journal, 62: 216-219.

WAHAB, I., HAL, O., ve JİRSTRÖM, M. 2018. Remote sensing of yields: application of uav ımagery-derived ndvı for estimating maize vigor and yields in complex farming systems in sub- saharan Africa. Drones, 2(28): 1-16.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mukadder Evin KARAKOYUNLU

Uyruğu : T.C

Doğum Yeri ve Tarihi : Şanlıurfa - 26/08/1992

Telefon : 0 (545) 5074040

e-mail : evinkarakoyunlu@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı	İlçe	İl	Bitirme Yılı
Lise	: Hacı Sabiha Özlek Lisesi	Karaköprü	Şanlıurfa	2010
Üniversite	: Harran Üniversitesi	Haliliye	Şanlıurfa	2015
Yüksek Lisans	: Harran Üniversitesi	Haliliye	Şanlıurfa	2020

UZMANLIK ALANI

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme

Tarımsal Yapılar ve Sulama

YABANCI DİLLER

İngilizce

Lehçe (Polish) - (Elementary)

Kürtçe - (Native)

Almanca - (A1)