ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hasan BOZKURT

İNSANSIZ HAVA ARACI GÖRÜNTÜLERİ YARDIMIYLA ZEYTİN AĞAÇLARINDA TAÇ GENİŞLİĞİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ
MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2020

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNSANSIZ HAVA ARACI GÖRÜNTÜLERİ YARDIMIYLA ZEYTİN AĞAÇLARINDA TAÇ GENİŞLİĞİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Hasan BOZKURT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

Bu Tez 25/9/2020 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

……..	……..	……
Prof.Dr.Ali Musa BOZDOĞAN	Prof.Dr.Ramazan SAĞLAM	Doç. Dr. Sami ARICA
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNSANSIZ HAVA ARACI GÖRÜNTÜLERİ YARDIMIYLA ZEYTİN AĞAÇLARINDA TAÇ GENİŞLİĞİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Hasan BOZKURT

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Ali Musa BOZDOĞAN
Yıl: 2020 Sayfa: 37
Jüri : Prof. Dr. Ali Musa BOZDOĞAN
: Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM
: Doç. Dr. Sami ARICA

Bu çalışmada, İnsansız Hava Aracı (İHA) görüntüleri yardımıyla zeytin ağacı taç genişliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Denemelerde ağaç taç genişliğini belirlemek amacıyla İHA görüntüleri, uydu verileri ve şeritmetreyle yapılan manuel ölçümler karşılaştırılmıştır. İHA uçuşları öncesinde 1 m x 1 m boyutunda karton kullanarak kalibrasyon gerçekleştirilmiştir. Deneme uçuşları, gölgelenmenin en az olduğu saatlerde yapılmıştır. Akıllı telefona yüklenen İHA meteoroloji uygulamasıyla uçuş anındaki meteorolojik değerlerden olan hava sıcaklığı 33ºC, rüzgar hızı 9 km/h, İHA'ya bağlı uydu sayısı 15 adet, görüş mesafesi 13 km ve bağıl nem %22 olarak kaydedilmiştir. Denemelerde İHA'yla ağaç taç genişliğini belirlemek amacıyla 8 m uçuş yüksekliğinde ve dik açıyla fotoğraflar çekilmiştir. Denemelerde, İHA kamerası tarafından alınan görüntüler, bilgisayara aktarılmış ve bu görüntüler amaca uygun olarak işlenmiştir. İHA'yla belirlenen taç yarıçapı ortalaması 1.10 m, şeritmetreyle elde edilen taç yarıçap 1.40 m, uyduyla elde edilen taç yarıçapı ortalaması 1.24 m olarak bulunmuştur. Denemeler sonucunda İHA'yla belirlenen taç yarıçap ölçümleri uyduyla elde edilen taç yarıçaplarına göre ortalama değerlere daha yakın bulunmuştur. Ayrıca şeritmetreyle yapılan ölçümlere göre İHA'yla daha kısa zamanda, daha az işgücü ile hassas ölçümler alınabilmektedir. Denemelerde, taç genişliklerine ait görüntüler İHA'larla hassas bir şekilde belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, İHA'ların zeytin ağaçlarındaki taç genişliklerinin belirlenmesinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hassas tarım, Zeytin, Taç genişliği, İnsansız hava aracı, Görüntü işleme.

ABSTRACT

MSc THESIS

A RESEARCH ON DETERMINATION OF CROWN DETECTION OF OLIVE TREES VIA IMAGES OBTAINED BY UNMANNED AERIAL VEHICLE

Hasan BOZKURT

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF AGRICULTURAL MACHINERY and TECHNOLOGIES ENGINEERING

Supervisor : Prof. Dr. Ali Musa BOZDOĞAN
Year: 2020, Pages : 37
Jury : Prof. Dr. Ali Musa BOZDOĞAN
: Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM
: Assoc. Prof. Dr. Sami ARICA

In this study, it was aimed to determine the olive tree crown widths with the help of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) images. In the trials, UAV images, satellite data and manual measurements made with a tape measure were compared to determine the crown width of the tree. Calibration was carried out using 1m x 1m cardboard before UAV flights. With the UAV meteorology application installed on the smartphone, the air temperature, which is one of the meteorological values during flight, was recorded as 33^{o}C, wind speed 9 km/h, 15 satellites connected to the UAV, visibility 13 km and relative humidity 22%. In the trials, photographs were taken at 8 m flight height and at a right angle to determine the width of the tree crown with the UAV. In the trials, the images taken by the UAV camera were transferred to the computer and these images were processed in accordance with the purpose. The crown radius average determined by the UAV was found to be 1.10 m, the crown radius obtained with the tape measure 1.40 m, the crown radius obtained with the satellite 1.24 m. As a result of the experiments, the crown radius measurements determined by the UAV were found closer to the average values than the crown radius obtained with the satellite. In addition, precise measurements can be taken with the UAV in a shorter time and with less labor than the measurements made with a tape measure. In the trials, images of crown widths were determined precisely with UAV. As a result of this study, it was concluded that UAV can be used in determining the crown widths in olive trees.

Keywords: Precision agriculture, Olive tree, Crown width, Unmanned aerial vehicle, Image processing.

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Dünya genelinde zeytin yetiştirilen alanlar yaklaşık 10 milyon ha'dır ve bu alanların çoğunluğunu Akdeniz ülkeleri kapsamaktadır. Dünyada zeytinyağı üretimi her yıl yaklaşık 3 milyon ton civarında gerçekleşmektedir. Ülkemizde 2019 yılında zeytin üretim miktarı 1 milyon 525 bin tondur ve toplam zeytinlik alanı yaklaşık 810 bin ha olarak belirtilmiştir. Adana'da 2019-2020 yıllarındaki zeytin ağaç sayıları incelendiğinde; sofralık zeytin ve yağlık zeytin ağaç sayıları toplamı yaklaşık 2.8 milyon adet ve meyve vermeyen zeytin ağaç sayısı yaklaşık 29 bin adet olduğu bildirilmiştir. Adana'da zeytin ağaçlarındaki ortalama verim 7,5 kg olarak belirlenmiş olup toplam 21 500 ton zeytin tanesi üretilmiştir. Bu üretimin 15 bin tonu yağlığa ve 6 500 tonu sofralığa ayrılmıştır. Adana ili Sarıçam ilçesinde 2016-2017 verilerine göre toplamda yaklaşık 408 bin adet zeytin ağacı olduğu bildirilmiştir. Bu ilçede toplamda meyve veren zeytin ağacı sayısı 264 bin adettir ve yaklaşık 143 bin adet meyve vermeyen ağaç olarak belirtilmiştir. Ağaçlarda hesaplanan ortalama verim 30 kg zeytin tanesidir.

Modern tarımda zamanla teknolojiler sayesinde makinalar kullanılmıştır. Teknolojinin hızlı gelişimi ile tarımda makinaların daha ön plana çıktığı belirtilmektedir. Tarımsal üretimin her aşamasında günümüz teknolojilerinin birbiri ile uyumu sayesinde tarımsal girdiler azaltılmış ve verimin artırılması sağlanmıştır.

Bu tez çalışmasında, zeytin ağacı taç genişliklerinin İHA görüntüleri yardımıyla belirlenmesi amaçlanmıştır.

Deneme uçuşları Adana İli Çiçekli Mahallesi Yazı mevkiinde 5 ha alanda yürütülmüştür. Denemelerde, IOS uygulamalı cihaz ile ileri çizim teknikleri kullanılmış ve İHA'nın uçuş alanı belirlenmiştir. Aynı cihaz ile hava koşulları gözönünde bulundurularak uçuş için gerekli parametreler dikkate alınmıştır. Arazi seçiminde, T.C Ulaştırma Bakanlığı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü talimatnamesindeki "Madde 19" a bağlı kalınmıştır.

Deneme uçuşları, gölgelenmenin en az olduğu 11:30-13:30 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. Akıllı telefona yüklenen uygulama ile uçuş sırasında anlık olarak hava durumu, sıcaklık, rüzgar yönü, rüzgar hızı, İHA'ya bağlı uydu sayısı vb parametreler izlenmiştir. Uçuş günü ve uçuş zamanındaki ortalama meteorolojik değerlerden olan hava sıcaklığı 33ºC, rüzgar hızı 9 km/h, İHA'ya bağlı uydu sayısı 15 adet, görüş mesafesi 13 km ve bağıl nem %22 olarak kaydedilmiştir.

Orjınal görüntü, İHA'yla ağaç tacı genişliğinin belirlenmesi amacıyla 8 m uçuş yüksekliğinde ve dik açıyla fotoğraflanmıştır. Zeytin ağacı tacı üzerindeki pikseller üç gruba kümelendiğinde elde edilen küme merkezleri renk bileşenlerine ayrılmıştır. İHA'yla elde edilen görüntüler, görüntü işleme programında işlem sırasına göre işlenmiştir.

Bu çalışmadaki denemeler sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Görüntü işleme programı ile elde edilen görüntü yarıçap değeri ortalama 688.20 piksel olarak bulunmuştur. Görüntülerdeki zeytin ağacı taç alanı ortalama 1513730 piksel olarak hesaplanmıştır. Görüntülerdeki piksel değeri metre cinsine dönüştürüldüğünde; taç yarıçapı ortalama 1.10 m ve taç alanı ortalama 3.88 m^2 olarak belirlenmiştir.

Şeritmetre ile ölçülen taç genişliği yarıçapı ortalama 1.40 m olarak bulunmuştur. Şeritmetre ile ölçülen taç genişliği alan ortalaması 6.37 m^2 olarak hesaplanmıştır.

Uydu görüntüsündeki taç yarıçap ortalaması 1.24 m ve taç alanı ortalaması 5.29 m^2 olarak bulunmuştur.

İHA'yla belirlenen taç yarıçapı ortalaması 1.10 m, şeritmetreyle elde edilen taç yarıçapı ortalaması 1.40 m, uyduyla elde edilen taç yarıçapı ortalaması 1.24 m olarak bulunmuştur.

Sonuç olarak; İHA'yla belirlenen taç yarıçap ölçümleri uyduyla elde edilen taç yarıçaplarına göre ortalama değerlere daha yakın bulunmuştur. Ayrıca uydu görüntülerinin elde edilmesi pahalıdır ve istenilen zamanda ulaşılamamaktadır.

Buna karşın İHA'larla görüntü alma işlemi günün her saatinde rahatlıkla gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca şeritmetreyle yapılan ölçümlere göre İHA'yla daha kısa zamanda, daha az işgücü ile hassas ölçümler alınabilmektedir.

TEŞEKKÜR

Tez konumun seçiminden araştırmanın yürütülmesi ve değerlendirilmesine kadar her konuda ve aşamada yardımcı olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ali Musa BOZDOĞAN'a teşekkür ederim.

Ayrıca, tezime katkılarından dolayı değerli hocalarım Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM'a, Prof. Dr. Nigar YARPUZ BOZDOĞAN'a, Doç. Dr. Sami ARICA'ya ve Doç. Dr. Sait M. SAY'a teşekkürü borç bilirim.

Arazi ve diğer çalışmalarımda bana yardımcı olan Karaisalı İlçe Tarım ve Orman Müdürü Şevki ALTUNBAŞ'a, arazisinde deneme kurmamı sağlayan ve teknik desteğini esirgemeyen Çiçekli mahallesinden Musa SERDEM'e ve meslektaşlarım; Zir. Yük. Müh. Osman BALCI, Zir. Yük. Müh. Özlem KAYA ve Zir. Müh. Yunus KARAKAYA'ya emeklerinden dolayı teşekkür ederim.

Her zaman her konuda desteğini gördüğüm canım aileme, eşim ve çocuklarıma sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET III
TEŞEKKÜR VII
İÇİNDEKİLER VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ X
ŞEKİLLER DİZİNİ XII
SİMGELER VE KISALTMALAR XIV
1. GİRİŞ 1
1.1. Çalışmanın Önemi ve Amacı 4
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 7
3. MATERYAL VE METOT 11
3.1. Materyal 11
3.1.1. Deneme Alanı 11
3.1.2. Denemede Kullanılan İHA 12
3.1.3. Görüntüleme Cihazları 13
3.1.4. Görüntü İşleme Programı 13
3.2. Metot 13
3.2.1. İHA'larla Görüntüleme 13
3.2.2. Deneme Deseni 14
3.2.3. İHA Görüntüleri ile Zeytin Ağaçlarındaki Taç Genişliğinin Belirlenmesi 14
3.2.4. Teorik ve İHA Görüntülerindeki Taç Değerlerinin Karşılaştırılması 16
3.2.5. Denemelerde Kullanılan Görüntü İşleme Programları 18
3.2.5.1. DJI Fly Uygulaması 18
3.2.5.2. Görüntü İşleme Uygulaması 18
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 21

4.1. Denemelerdeki Meteorolojik Koşullar 21
4.2. Denemelerde İHA'yla Görüntü İşleme 21
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 29
KAYNAKLAR 33
ÖZGEÇMİŞ 37

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 3.1.Denemede Kullanılan İHA'nın Teknik Özellikler 12
Çizelge 4.1. Renk Bileşenleri (piksel) 22
Çizelge 4.2. Görüntü İşleme Programından Alınan Değerlerin İşlenmesi 25
Çizelge 4.3. Şeritmetreyle Ölçülen Değerler 25
Çizelge 4.4. Uydu Görüntüsü Taç Çap Alanı 27
Çizelge 4.5. İHA'yla, Uyduyla ve Şeritmetreyle Elde Edilen Taç Yarıçap Değerleri 27

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 1.1. İHA'ların sınıflandırılması 4
Şekil 3.1. Deneme alanı (Anonymous, 2020c) 11
Şekil 3.2. Denemede kullanılan DJI Mavic Mini 12
Şekil 3.3. İHA üzerindeki RGB kamera 13
Şekil 3.4. Denemelerde İHA uçuş yüksekliğinin belirlenmesi 14
Şekil 3.5. Deneme alanında bulunan 40 noktanın belirlenmesi 15
Şekil 3.6. Deneme noktası belirleme 15
Şekil 3.7. Deneme noktası görüntüsü 16
Şekil 3.8a. Karton materyalin İHA'yla fotoğraflanması 16
Şekil 3.8b. Zeytin ağacı taç genişliği ve yüksekliğinin şeritmetreyle ölçümü 16
Şekil 3.8c. Zeytin ağacı yüksekliğinin İHA'yla ölçümü 16
Şekil 4.1. İHA'yla elde edilen orjinal görüntü 21
Şekil 4.2. Kırmızı-Yeşil-Mavi bileşenlerine ayrılması 22
Şekil 4.3. Siyah-Beyaz bölge resmi oluşturulması 23
Şekil 4.4. Boşluk doldurma işlemi 23
Şekil 4.5. Taç alanında oluşturulan daire çapı 24
Şekil 4.6. Uydu görüntüsünde ölçümü yapılan zeytin ağaçları (TBS, 2020) 26

SİMGELER VE KISALTMALAR

İHA : İnsansız Hava Aracı

RGB : Görünür spektrum (Red-Green-Blue) (Kırmızı-Yeşil-Mavi)

SHGM : Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü

ICAO :Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (International Civil Aviation Organization)

1. GİRİŞ

Dünya genelinde zeytin yetiştirilen alanlar yaklaşık 10 milyon ha'dır ve bu alanların çoğunluğunu Akdeniz ülkeleri kapsamaktadır. Dünyada, zeytinyağı üretimi dalgalanmalar göstermekle birlikte sürekli artış eğilimindedir. Dünyada zeytinyağı üretimi her yıl yaklaşık 3 milyon ton civarında gerçekleşmektedir. Türkiye'de zeytin ekili alanlar ve zeytin üretimi yıldan yıla artış göstermektedir. 2019 yılında zeytin üretim miktarı 1 milyon 525 bin tondur. Ülkemizde 2019 yılında toplam zeytinlik alanı yaklaşık 810 bin ha olarak bildirilmiştir. (Anonymous, 2020). Adana ilinde 2019-2020 yıllarındaki zeytin ağaç sayıları incelendiğinde; sofralık zeytin ve yağlık zeytin ağaç sayıları toplamı yaklaşık 2.8 milyon adet ve meyve vermeyen zeytin ağaç sayısı yaklaşık 29 bin adet olduğu bildirilmiştir. Adana'da zeytin ağaçlarındaki ortalama verim 7,5 kg olarak belirlenmiş olup toplam 21 500 ton zeytin tanesi üretilmiştir. Bu üretimin 15 bin tonu yağlığa ve 6 500 tonu sofralığa ayrılmıştır. Böylece 3 000 ton zeytinyağı üretileceği tahmin edilmiştir (Anonymous, 2019). 2016-2017 verileri ile Adana ili Sarıçam ilçesinde zeytin ağaç miktarları göz önüne alındığında sofralık ve yağlık zeytinler olarak toplamda yaklaşık 408 bin adet zeytin ağacı olduğu bildirilmiştir. Bu ilçede toplamda bahsedilen meyve veren zeytin ağacı sayısı 264 bin adettir ve yaklaşık 143 bin adet meyve vermeyen ağaç olarak belirtilmiştir. Ağaçlarda hesaplanan ortalama verim 30 kg zeytin tanesidir (Anonymous, 2016a).

Zeytin üretim alanlarında yapılan toprak işleme faaliyetleri ile toprak işlemesi yapılmayan alanlara göre kıyaslandığında işlenmemiş alanlardan daha fazla verim elde edileceğini bildirmiştir. Toprakta oluşan bu verime etki eden faktörler toprağın nem dengesi, yabancı ot ilacı olup olmamasına göre nedenleri bildirmiştir (Yalçın ve ark., 2006).

Modern tarımda zamanla teknolojiler sayesinde makinalar kullanılmıştır (Anonymous, 2016b). Teknolojinin hızlı gelişimi ile tarımda makinaların daha ön plana çıktığı belirtilmektedir. Tarımsal üretimin her aşamasında günümüz

teknolojilerinin birbiri ile uyumu sayesinde tarımsal girdiler azaltılmış ve verimin artırılması sağlanmıştır (Bozdoğan ve ark., 2016).

İnsansız Hava Aracı (İHA); içinde pilotu ve yolcusu olmayan, sadece amaca uygun ekipman (video kamera, fotoğraf makinesi, vb.) taşıyan, uzaktan kumandalı ve/veya otomatik olarak görevini yerine getirebilen bir uçaktır (Kahveci ve ark., 2017). Şikago Konvansiyonu'nda "içinde pilot olmayan araçlardır" diye adlandırılmıştır (Yardımcı, 2019).

Üreticilerin arazilerine ait bilgileri, ürünlerini yetişme peryodu boyunca izleyebilme ve verim tahmininde bulunmaları, arazilerinin ihtiyaç duyulan bölgelerine kimyasal uygulayabilmeleri gibi işlemler İHA'larla sağlanabilmektedir. (Bozdoğan ve Yarpuz Bozdoğan, 2017a).

Günümüzde son zamanlarda İHA'ların istenilen şekilde uçuş gerçekleştirmesi sayesinde istenilen yüksekliklerden görüntüler alabilme kabiliyetine sahip olduğu bildirmiştir (Doğan ve Yıldız, 2019).

İHA sistemi; faydalı yük, yer kontrol istasyonu ve uçağın kendisinden oluşmaktadır. Uçaktaki faydalı yükler arasında yeralan termal ve lazer kameralar sayesinde çeşitli görüntüleme işlemleri de yerine getirilmektedir.

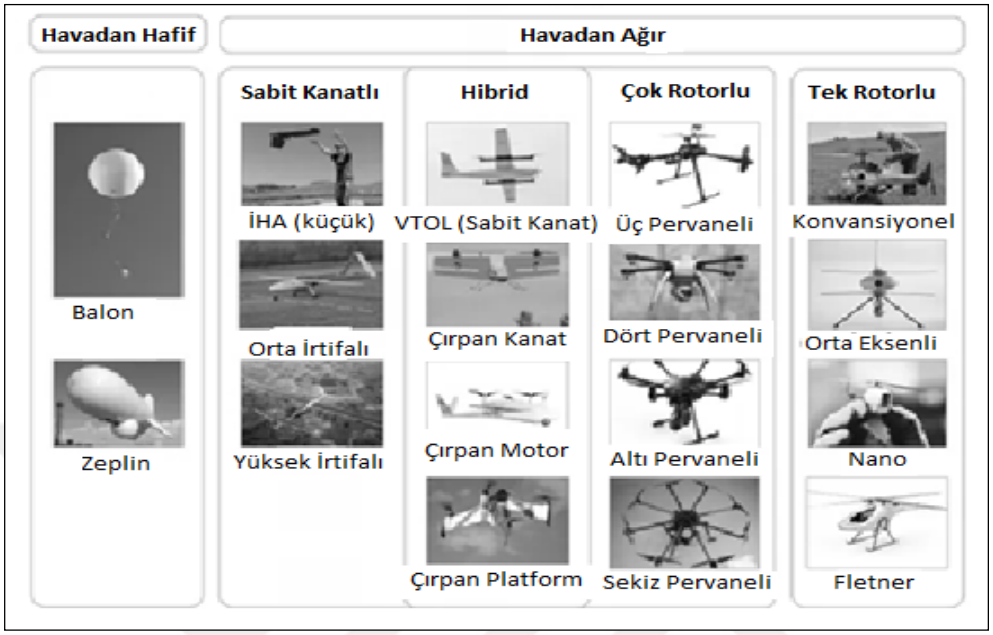
İHA sistemleri son on yıl içinde tarımda çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Termal kamera gibi tarımsal faaliyetlerde kullanımda yer edinen İHA'lar yerine, en çok klasik fotoğraf çekimi gibi işlerde kullanıldığı bildirilmiştir. (Birdal ve ark 2016).

İHA'nın kullanımı ile İHA tabanlı sistemlerin geliştirilmesi hassas tarıma da yenilikler katmıştır. Tarımsal alanlarda bitkisel üretimde veriler elde edebilmek için daha önceki yöntemlere göre daha iyi imkanlar sağlamaktadır. Gelecekte de maliyeti düşük İHA'larla çok fazla kullanım alanı olacağı belirtilmiştir. Bitkisel üretim faaliyetlerinin uydudan görüntü almanın zor olacağı fakat istenildiği zaman İHA'dan düşük maliyetle görüntü alınabileceği aynı zamanda İHA'ların manevra kabiliyeti yüksek olmasından dolayı istenilen bütün görevleri yerine getirebileceği vurgulanmıştır (Akkamış ve Çalışkan, 2020).

Genelde tarımsal işletmelerde girdiler en iyi şekilde kullanılmaktadır. Hassas tarımda doğruluk çok önemli bir yere sahiptir. Tarımsal girdiler en iyi şekilde işlenip yüksek gelirler hedeflenmektedir. Bu sebeple hassas tarımda veri işleme, veri edinim, karar verme ve uygulama teknolojileri kullanılmaktadır. Teknolojik yöntemlerin kullanımı tarımsal uygulamaların daha hassas, daha hızlı ve daha güvenilir olmasını sağlamaktadır. Teknoloji kullanımı özellikle belli zaman dilimlerinde yetiştirilen tarımsal ürünlerde önemlidir. Ürünün yetişme periyodundaki aşamalarda zaman kısıtlığı sorunu teknolojinin kullanımı sayesinde elemine edilmektedir. Özellikle bilişim teknolojilerindeki gelişmeler İHA'ların tarımda veri edinme teknolojileri içerisinde önemli bir yere sahip olmasını sağlamıştır (Bozdoğan ve ark., 2016).

İHA'nın teknoloji ile gelişimi son 20 yılda artmıştır. Buna bağlı olarak bir çok çalışmalar ve teknolojik yenilikler getirilmiştir. İlk İHA 'nın çıkış zamanları her ne kadar askeri amaçta olsa günümüz ihtiyaçlarına cevap verecek niteliklere dönüşmüştür. İşletmelerde kamusal alanlar gibi sivil kullanım olan yerlerde kullanılan İHA ve askeri kullanım alanı olan İHA olarak sınıflandırmanın mümkün olduğu belirtilmiştir (Korkmaz ve ark., 2016).

Genel olarak İHA'lar havadan hafif ve havadan ağır olmak üzere iki kategoride toplanmaktadır (Şekil 1.1.). Tarımsal alanlarda genelde kullanılan İHA'ların çok rotorlu ve sabit kanatlı olduğu belirtilmiştir. Havadan hafif İHA'ların bir yere sabitlenmiş ve ip uzantılı olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Stombaugh ve ark., 2017; Bozdoğan ve Yarpuz Bozdoğan, 2017b).



Şekil 1.1. İHA'ların sınıflandırılması (Anonymous, 2017; Bozdoğan ve Yarpuz Bozdoğan, 2017b; Kaya, 2020).

Tarımsal alanlarda bitkisel üretimin ihtiyaç duyduğu girdilerden özellikle kimyasal ilaçların ihtiyaç duyulan miktarın belirlenmesinde İHA'ların üzerine monte edilebilen kameralar sayesinde istenilen veriler elde edilebileceği bildirilmiştir (Bozdoğan ve Yarpuz Bozdoğan, 2017b).

1.1. Çalışmanın Önemi ve Amacı

Hassas tarımda bitkisel üretim gerçekleştirirken üretim yapılan arazide ürünlerin tekdüze olması önemlidir. Çünkü, tarımsal faaliyetlerde önemli girdilerden olan gübre ve pestisit (tarım ilacı) miktarının ne kadar kullanılacağı veya ağaç başına ne kadar uygulanacağının bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle, arazilerdeki ağaçların boyutları hakkında bilgi sahibi olunması veya verilerin elde edilmesi önemlidir. Ayrıca, üreticiler ağaç başına damla sulama giderlerini de bilmek istemektedir. Üreticiler sezon ortasında da ağacın boyutuna göre ürün verimini tahmin etmek istemektedir. Ayrıca, üreticiler ağaçların homojen bir

şekilde vejetatif gelişimlerini izlemektedir. Özellikle bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde arazinin büyük olması verilerin alınmasını zorlaştırmakta ve özellikle yüksek boylu ağaçların arka taraftaki ağaçların izlenmesini engellemektedir. Zeytin ağaçlarının engebeli ve eğimli arazilerde olması gözlem ve izlemi daha da imkansız hale getirmektedir. Oysa, günümüz teknolojilerden İHA'ya amaca uygun kamera ve sensörler monte edilerek zeytin ağaçları hakkında daha hassas ölçümlerin alınması mümkündür.

Tarımsal alanlarda ve özellikle zeytin alanlarında yapılan çalışmalar ve teknoloji ile elde edebileceğimiz günümüz koşularında fazla sayıda veri analiz yöntem ve gözlem çeşitleri bulunmaktadır. Havadan gözlem araçları arasında bulunan İHA'nın her türlü arazi koşullarında tarımsal alanları havadan gözlemlemek, verileri işlemek, analiz etmek, çeşitli tarımsal uygulamalarda kullanmak vb işlemlerde büyük kolaylık sağlamaktadır

Bu tez çalışmasında amaç, zeytin bahçelerindeki ağaçların taç genişliklerini İHA görüntüleri yardımıyla belirlemektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Doğan ve Yıldız (2019), günümüz teknolojisine paralel gelişmeler sayesinde uzaktan algılama yöntemleri yeni bir boyut kazanmıştır. Bu yöntemlerden IHA teknolojisi ile birden fazla uygulamayı aynı anda gerçekleştirmek mümkündür. Bu uygulamalarda İHA, istenilen yükseklikte uçurulabilme, net fotoğraflar elde edebilme gibi avantajlar sunmaktadır. İHA üzerine monte edilebilen multispektral kamera kullanarak özellikli görüntüler sayesinde bitki desenleri net bir şekilde gruplandırılabilmektedir. Ayrıca, ürün verimi, bitki sağlığı durumu gibi konularda fikir verebileceği belirtilmiştir. Araştırıcılar İHA'ya monte edilen kameralarda elde ettiği kırmızı, yeşil, kızıl ötesi gibi renkler kullanılarak ürün desenini saptayabileceğini incelemişlerdir. Sonuç olarak multispektral kamera kullanarak bitki deseninde sınıflandırma yapılabileceğini belirtmişlerdir.

Şin ve Kadıoğlu (2019), İHA'ların teknoloji ile gelişerek tarımsal faaliyetlerde daha çok kullanım alanı bulunduğunu belirtmişlerdir. İHA'larla yabancı ot tespiti, bitki sağlığı tespiti gibi görüntü işleme teknikleri kullanılabilmekte ve mücadele yöntemleri geliştirilmektedir. Araştırıcılar İHA'lar ile yapılan tespit işlemlerinin yanında gübreleme ilaçlama gibi çalışmalar sayesinde hem çevre sağlığı açısından hem de ürün desenlerinin daha sağlıklı bir şekilde saptanabilmesi açısından önemine değinmiştir. Sonuç olarak İHA ile yabancı ot tespitinin önemi hakkında çalışma yapılabileceğini bildirmiştir.

Korkmaz ve ark. (2016), İHA araçları ile çok rotorlu İHA'ları incelemişlerdir. İHA'lar bir piste ihtiyaç duymadan istenilen yerden iniş ve kalkış işlemi gerçekleştirebilme yeteneğine sahiptir. Aynı zamanda havada uzun uçma süreleri ve sabit kalma süreleri İHA'ları daha avantajlı kıldığını belirtmişlerdir. Araştırıcılar bu çalışmada, son 20 yılda gerçekleşen İHA ile ilgili çalışmalar hakkında genellemelerde bulunmuştur. Askeri alanlarda kullanılan ve sivil alanlarda kullanılan İHA'ların uygulama alanlarını incelemişlerdir. Sonuç olarak

İHA'lar hakkında geleceğimize yapılacak çalışmalar ile ilgili yol göstererek önerilerde bulunmuşlardır.

Kahveci ve Can (2017), dünyada İHA kullanımı ile ilgili çeşitli olumsuzluklar olmasına rağmen yasalar çerçevesinde birtakım düzenlemeler getirildiğini bildirmişlerdir. Ülkemizde de T.C Ulaştırma Bakanlığı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü gibi kurumlar tarafından çalışmalar yürütüldüğünden bahsetmişler, dünya ve ülkemizdeki mevzuatlarla ilgili görüşler bildirmişlerdir.

Kaya (2020), İHA'dan alınan görüntüler yardımıyla buğday ekilişlerinde traktör teker izi boyutunun belirlenmesini amaçlamıştır. Denemeler öncesinde traktörün teker genişliğine göre teker iz boyutunu belirlemiştir. Araştırıcı denemesini İHA ile gerçekleştirmiştir. İHA ile çektiği görüntüleri görüntü işleme programıyla işlemiştir. Bu çalışmanın sonucunda, İHA'ların buğday ekilişlerindeki traktör teker izi boyutlarının ölçümünde kullanılabileceğini bildirmiştir.

Akkamış ve Çalışkan (2020), hassas tarımda uzaktan algılama yöntemleri yerine İHA'ları kullanmanın diğer sistemlere göre daha kullanışlı ve maliyet yönünden daha avantajlı olduğundan bahsetmişlerdir. İHA'lar ile bitki gelişim durumu, hastalık zararlı durumu, bitki verim durumu gibi verilere diğer yöntemlere göre avantajlarını açıklamışlardır. Araştırıcılar, İHA'lar hakkında genel bilgiler sunmuş ve kullanım alanları hakkında özellikle tarımsal alanlarındaki faaliyetleri ile ilgili bilgiler vermişlerdir.

Bozdoğan ve ark. (2016), gelişen teknolojiyle birlikte İHA'ların tarımsal alanlarda ilaçlama, gübreleme, survey vb tarımsal faaliyetlerde kullanılmaya başlandığını, İHA'lar üzerine monte edilen özel kameralar, ilaçlama ve gübreleme ekipmanları sayesinde hassas tarımda gün geçtikçe daha da önem kazandığını, İHA'ların ilaçlama ve gübrelemenin ile zararlı tayini, yayılımı, rekolte tahmini vb konularda da üreticilere yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Araştırıcılar, hassas tarımda İHA'ların kullanımı hakkında bilgiler vermişlerdir.

Yardımcı (2019), dünya genelinde İHA'lar hakkında mevzuatlar çıkarıldığını ve yönetmelikler oluşturulduğunu bildirmiştir. Araştırıcı, Türkiye'deki

ve dünyadaki hukuksal düzenlemeleri ve Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü gibi kurumların İHA ile ilgili görev ve sorumlulukları hakkında bilgilendirmede bulunmuştur.

Kırış ve Velioğlu (2013), Türkiye'de zeytinde kullanılan bazı ruhsatlı ilaçların kalıntı bırakıp bırakmadığı, zeytin ve zeytinyağından alınan numuneler ve farklı kalıntı analizleri ile belli kriterlerin uygulandığını belirtmişlerdir. Araştırıcılar yaptıkları raporlama ve uyguladıkları metotlarla farklı özellikte yoğunlaştırılmış karışımlar elde etmişlerdir.

Yalçın ve ark. (2006), zeytin bahçesinde yapılacak çalışma ile ilgili Marmara Bölgesi'ni seçmişlerdir. Çalışmalarında toprak işleme yöntemlerini seçerek yılın dört mevsiminde gerekli olan en iyi sistemin bulunmasını amaçlamışlardır. Araştırıcılar kullandıkları analiz yöntemleri arasında fark bulamamışlardır. Geleneksel toprak işleme yöntemlerinde sürekli kullanılan pulluk yerine toprak işlemesi yapılmayan sistemlere geçilmesi gerektiğini bildirmiştir.

Türkseven ve ark. (2016), İHA'nın yüksek veya alçak irtifada uçabildiğini ve bu nedenle çeşitli sınıflandırmalar yapılabildiğini bildirmişlerdir. Tarımsal alanlarda kullanımı sayesinde bitki sağlığı, verim durumu, su stresi gibi bir çok etmenin tespitinde İHA'ların kendine kullanım alanı bulduğunu belirtmişlerdir. Araştırıcılar, kullanım yerleri hakkında bilgiler sunmuş olup mevzuat ve yasal kısıtlamalara değinmişlerdir.

Yurtoğlu (2019), ülkemizde 1923 yılından 1950 yılına kadar geçen dönemde zeytin üretimi ve zeytinyağı ticaretini incelemiştir. Araştırıcı, 1950-1960 yılları arasını çalışmalarına dahil etmiş, zeytin ve zeytinyağının ekonomimize sağladığı katkıları bildirmiştir.

Aşık ve ark. (2010), ülkemizdeki memecik zeytin çeşidinde bitki gelişim durumları üzerine farklı sulama düzeylerinin verim ve parametreleri üzerine etkileri incelemişlerdir. Araştırıcılar, susuz, 5 gün aralıklarla buharlaşma kabından meydana gelen yedi farklı buharlaşma düzeyine göre deneme oluşturmuştur. Sonuç olarak uygulanan bu farklı sulama düzeylerine bağlı olarak verimin ve vejetatif

gelişim parametrelerinden sürgünlerin uzunluk, çap somak sayısı, taç hacmi ve meyve tutumu gibi değerlerde önemli oranda değiştiği bildirilmiştir.

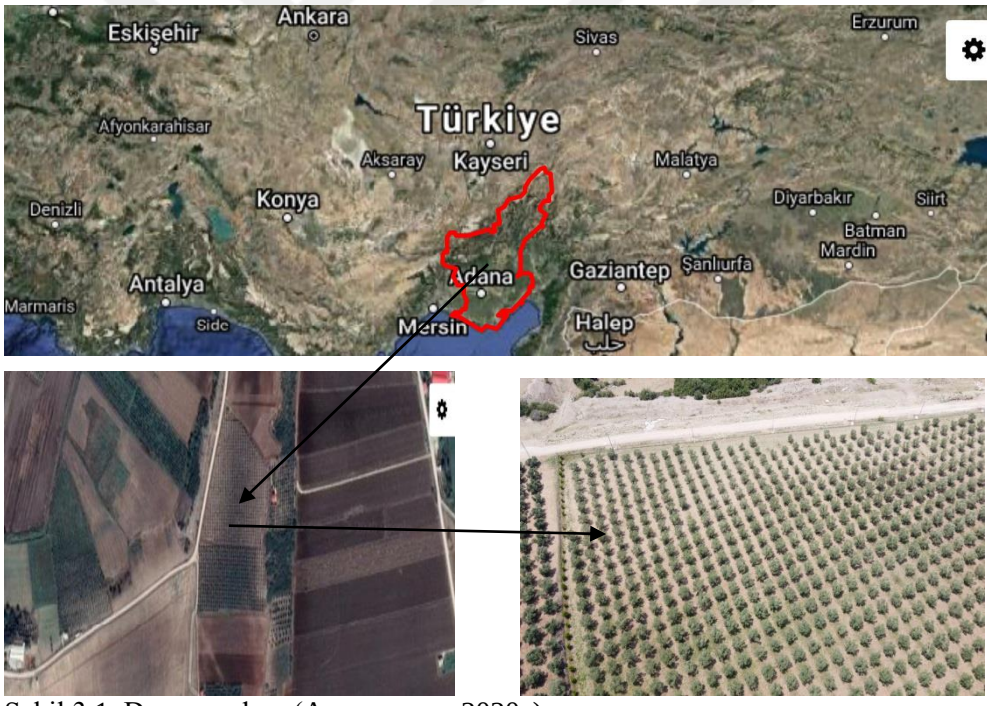
Bozdoğan ve ark. (2017), tarımda üreticilerin daha iyi ve daha fazla ürün elde etmeyi amaçladığınıbu nedenle tarla ve ürün hakkında daha doğru ve daha hassas bilgiler elde etmek istediğini bildirmişlerdir. Tarımda bilgilenmenin ilk aşamasının arazi ve ürün izleme olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle bahçe tarımında ağaç taç genişliğinin bilinmesinin ağaca uygulanacak pestisit ve gübre miktarı için önemli olduğunu bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme Alanı

Denemeler, Adana İli Çiçekli Mahallesi Yazı mevkiinde 5 ha alanda yürütülmüştür. Denemelerde, IOS uygulamalı cihaz ile ileri çizim teknikleri kullanılmış ve İHA'nın uçuş alanı belirlenmiştir. Aynı cihaz ile hava koşulları gözönünde bulundurularak uçuş için gerekli parametreler dikkate alınmıştır (Şekil 3.1.). Arazi seçiminde, T.C Ulaştırma Bakanlığı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü talimatnamesindeki "Madde 19" a bağlı kalınmıştır (SHGM, 2019).



Şekil 3.1. Deneme alanı (Anonymous, 2020c)

3.1.2. Denemede Kullanılan İHA

Denemelerde DJI Mavic Mini model İHA kullanılmıştır (Şekil 3.2.).



(a) Genel görünüm (b) Alt görünüm (c) Ön görünüm

Şekil 3.2. Denemede kullanılan DJI Mavic Mini

Denemede kullanılan İHA'ya ait bazı teknik özellikler Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1.Denemede Kullanılan İHA'nın Teknik Özellikler (Anonymous, 2020b)

DJI Mavic Mini Özellikler	
Kalkış Ağırlığı (gr)	249
Boyutlar (mm)	140×82×57.(Kapalı)
	160×202×5 (Açık)
	245×290×55 (Pervane ve ayak kapalı)
Kanat aralığı (Karşılıklı)(mm)	213
Havada Kalma Süresi (dk)	30
Rüzgar Direnci (m/s)	8
Maksimum Eğim Açısı (derece)	30 (S Mod)
	20 (P Mod)
	20 (C Mod)
Çalışma Sıcaklık Aralığı (°C)	0-40
Gimbal	
Mekanik Aralık(derece)	-110 +35
Stabilizasyon (eksen)	3 (kaydırma, eğme, döndürme)
Kamera (MP)	12
Video Çözünürlüğü (K)	2.7

3.1.3. Görüntüleme Cihazları

DJI Mavıc Mini ile 12 MP fotoğraflama gerçekleştirilmekte ve 2.7 K ile 1080 piksel çözünürlükte video kayıt yapılabilmektedir. İHA gövdesi altına kontrol edilebilir şekilde yerleştirilen gimbal -110º ile +35º hareket etmektedir. Ayrıca İHA üzerinde RGB (Kırmızı-Yeşil-Mavi) kamera bulunmaktadır (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. İHA üzerindeki RGB kamera

3.1.4. Görüntü İşleme Programı

İHA tarafından alınan görüntüler sayesinde zeytin ağacındaki yeşil görüntüyü net olarak zeminden ayırarak işleme programı ile gerekli indekslere dönüştürülmüştür. Bu indeksler sayesinde istenilen taç ölçümlerine ulaşılabilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. İHA'larla Görüntüleme

Denemelerde İHA görüntüleri; 8 m uçuş yüksekliğinde, -90º kamera açısında, 3-5m/s uçuş hızında ve P modunda elde edilmiştir.

Denemelerde zeytin ağaçlarındaki taç genişliklerinin belirlenmesinde SHGM talimatlarına uyularak deneme alanı seçilmiştir. İHA'nın iniş kalkış yapacağı zemin hazırlanmıştır. İHA manuel olarak belirlenmiş olan uçuş

yüksekliğine getirilmiştir. Gözlemle belirlenen referans noktalarına uçurulmuştur. Gimbal kamera açısı -90º ye getirilmiştir. Ağaç taç genişlikleri fotoğraflanmıştır. İHA üzerinde bulunan hafıza kartına istenilen çekim ve görüntüler uzaktan kontrol ile manuel olarak kaydedilmiştir. Görüntü alma işlemi bitirildiğinde Geri Dönüş Modu (RTH) ile İHA başlangıç noktasına otomatik olarak getirilmiştir. İniş gerçekleştikten sonra hafıza kartına alınan görüntüler, işleme programı ile gerekli indekslere dönüştürülmüştür.

3.2.2. Deneme Deseni

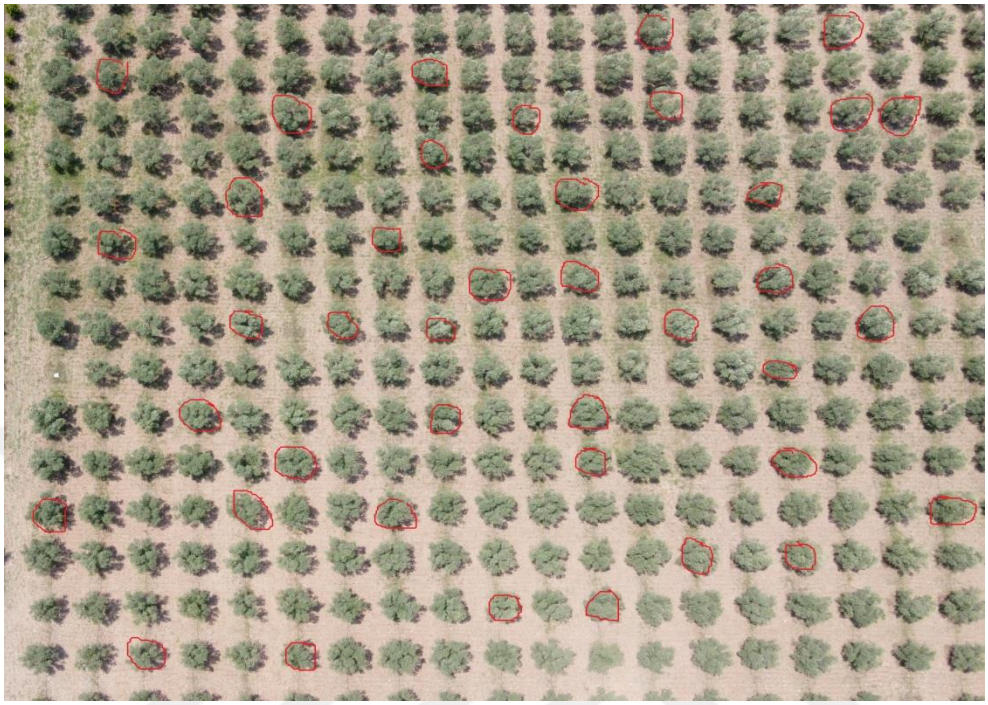
Denemeye ait zeytin ağacı taç görüntüsünü elde edebilmek için uçuş yüksekliği kalibrasyonu yapılmış ve zeytin ağacı fotoğraflanmıştır (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Denemelerde İHA uçuş yüksekliğinin belirlenmesi

3.2.3. İHA Görüntüleri ile Zeytin Ağaçlarındaki Taç Genişliğinin Belirlenmesi

Denemelerde zeytin ağaçlarındaki taç genişliğinin belirlenmesi amacıyla gözlem yoluyla 40 ayrı nokta Şekil 3.5'de gösterilmiştir. Bu 40 ayrı noktanın bir örneği olan ve -90º açıyla fotoğraflanan görüntü Şekil 3.6.'da ve genel görüntü Şekil 3.7.'de verilmiştir.



Şekil 3.5. Deneme alanında bulunan 40 noktanın belirlenmesi



Şekil 3.6. Deneme noktası belirleme



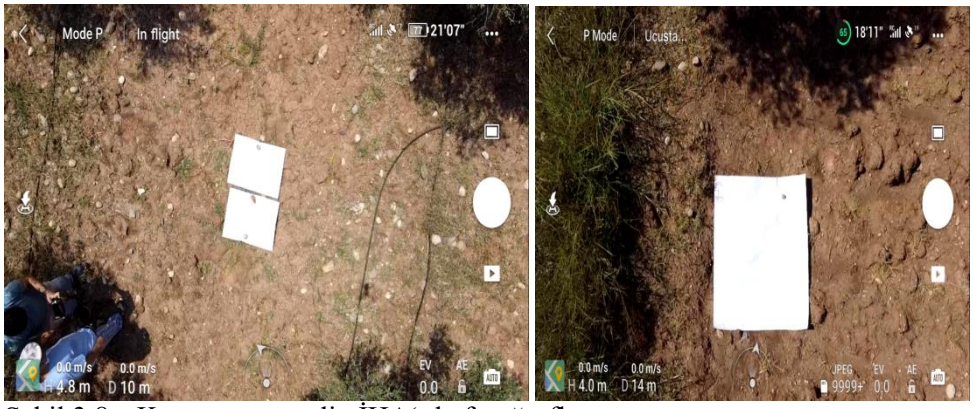
Şekil 3.7. Deneme noktası görüntüsü

3.2.4. Teorik ve İHA Görüntülerindeki Taç Değerlerinin Karşılaştırılması

Denemeler öncesinde ölçüleri (1.m x 1.m) bilinen karton materyal referans alınmıştır. Referans olarak kullanılan karton materyal, İHA ile belli yüksekliklerden fotoğraflanmıştır (Şekil 3.8a). Böylece ağaç tacı genişliğinin İHA görüntüleriyle belirlenmesi amaçlanmıştır.

Ağacın taç genişliği ve yüksekliği şeritmetre ile ölçülmüştür (Şekil 3.8b) ve İHA görüntüleriyle ölçülen taç genişliği değeri ile karşılaştırılmıştır.

İHA'yla ağaç yüksekliği ölçümü gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.8c).



Şekil 3.8a. Karton materyalin İHA'yla fotoğraflanması



Şekil 3.8b. Zeytin ağacı taç genişliği ve yüksekliğinin şeritmetreyle ölçümü



Şekil 3.8c. Zeytin ağacı yüksekliğinin İHA'yla ölçümü

3.2.5. Denemelerde Kullanılan Görüntü İşleme Programları

3.2.5.1. DJI Fly Uygulaması

İHA ile uyumlu çalışan uygulama basit bir arayüz ile kullanıcılara sunulmuştur. Kumandanın telefona bağlanıp uygulamanın çalıştırılmasıyla uçuş esnasında gerekli olan parametreleri ve uçuş öncesi yapılan ayarlar ile tüm uçuş kontrolünü güvenli bir şekilde gerçekleştirebilmemizi sağlamaktadır. Ayrıca uçuş esnasında uygulama içerisinde parametreleri değiştirme ve manuel komutlar ile istediğimiz görüntüleri almamıza olanak sağlamaktadır. Görüntü işleme ve video düzenleme imkanı vermektedir. Uygulama fotoğraflarında bulunan uydu sayısı, İHA uçuş modu, pil seviye göstergesi, uzaklık, yükseklik vb özellikleri görmemizi sağlamaktadır.

3.2.5.2. Görüntü İşleme Uygulaması

Denemelerde görüntülerin işlemesinde kullanılan görüntü işleme programı genellikle mühendislik hesaplamalarında kullanılmaktadır. Matris tabanlı hesaplamalar yapabilmektedir. İHA'da elde edilen görüntülerin işlenmesi ile ilgili işlem sırası aşağıda verilmiştir:

1. Görüntü elemanı pikselin 3 renge (Kırmızı-Yeşil-Mavi) ait olan maksimun rengini bulma (Zeytin ağacındaki en yeşil görüntüyü yakalama).
2. Ağacın renk olarak belirlenen karakteri sabitleme (Ağaç tacından ortalamalar alınması).
3. Renge bakarak mesafe belirleme işlemi yapılması ve sabitleme (Karakteristik rengin alınması).
4. Sabitleme işleminden sonra o renge ait olan uzaklığın hesaplanması (Oklid uzaklığın hesaplanması). Zeytin ağacına ait piksel olmaması gereken piksel olması durumunda birbirine bağlı olan bileşenlerin

alanlarının bulunması. En büyük alanların seçilmesi (Eşik değerin altında kalanların seçilmesi).

5. Morfolojik işlem (Daireyi seçme işlemi) ile kanopileri kapatma işlemi yapılması.
6. Noktaların pikselinin bulunması. Hangi daire (Piksel sayısı alana karşılık geliyorsa) temsil ediyorsa çapının bulunması.
7. Çapın belirlenmesi, alan ve merkezin bulunması.

Sonuçta elde edilen merkez noktaları kullanım amacına göre istenilen verilere dönüştürülmüştür.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Denemelerdeki Meteorolojik Koşullar

Deneme uçuşları, gölgelenmenin en az olduğu 11:30-13:30 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. Akıllı telefona yüklenen UAV Forecast® uygulaması ile uçuş sırasında anlık olarak hava durumu, sıcaklık, rüzgar yönü, rüzgar hızı, İHA'ya bağlı uydu sayısı vb parametreler izlenmiştir. Uçuş günü ve uçuş zamanındaki ortalama meteorolojik değerlerden olan hava sıcaklığı 33°C, rüzgar hızı 9 km/h, İHA'ya bağlı uydu sayısı 15 adet, görüş mesafesi 13 km ve bağıl nem %22 olarak kaydedilmiştir.

4.2. Denemelerde İHA'yla Görüntü İşleme

İHA'dan alınan fotoğraflar, görüntü işleme programı ile işlenmiş ve işlem sırası aşağıda sunulmuştur.

Orjınal görüntü İHA'yla ağaç taç yüksekliğinin 8 m üzerinde dik açıyla fotoğraflanmış ve Şekil 4.1.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. İHA'yla elde edilen orjinal görüntü

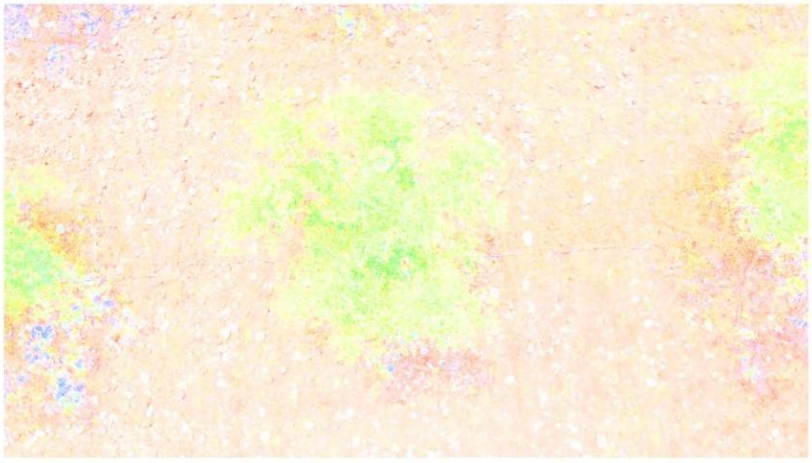
Zeytin ağacı tacı üzerindeki pikseller üç gruba kümelendiğinde elde edilen küme merkezleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Renk Bileşenleri (piksel)

	Kırmızı	Yeşil	Mavi
Renk 1	186	255	89
Renk 2	237	255	202
Renk 3	218	255	159

İHA'yla elde edilen görüntülerin işleme sırası aşağıda verilmiştir.

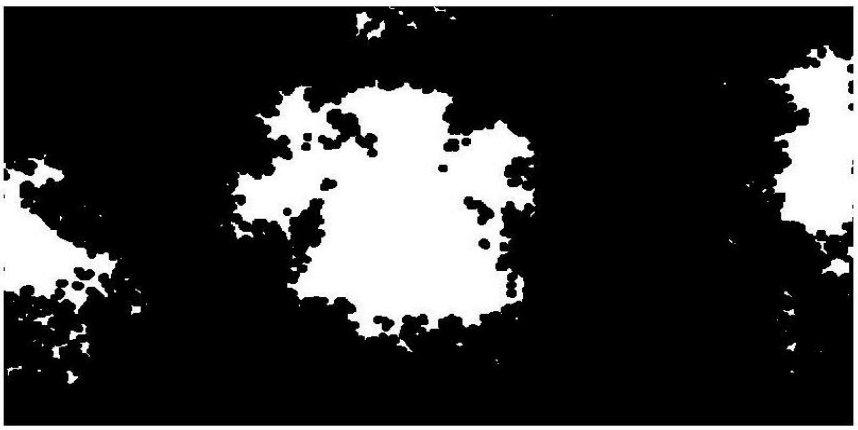
1. Her piksel ile ilgili Kırmızı-Yeşil-Mavi bileşenlerinin normalleştirilmesi işlemi yapılmıştır (Şekil 4.2.).



Şekil 4.2. Kırmızı-Yeşil-Mavi bileşenlerine ayrılması

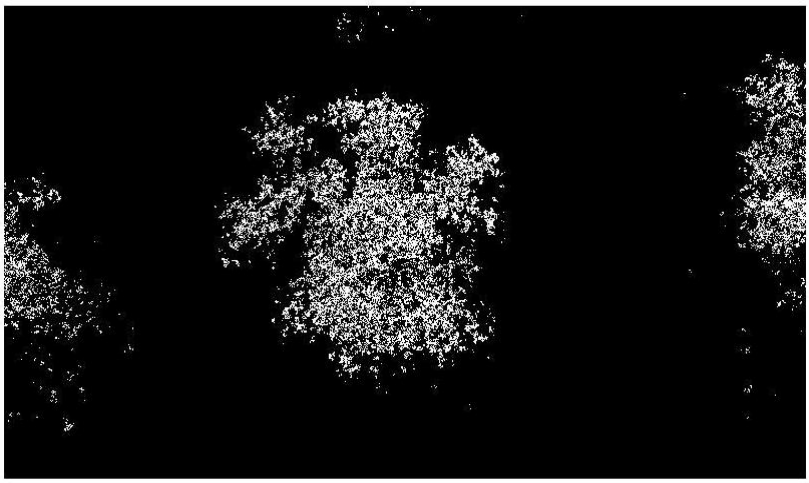
2. Resim üzerinden ağaç tacını temsil eden pikseller seçilmiş ve üç kümeye ayrılmıştır. Küme merkezleri ağaç tacındaki pikselleri temsil etmektedir. Bu üç renkte normalleştirilmiştir.

3. Normalleştirilmiş resim ile önceki adımda belirlenmiş üç renk arasındaki üç renkten birinin yerine 1 diğerlerine 0 atamak suretiyle ikili (siyah-beyaz) bölge resmi oluşturulmuştur (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3. Siyah-Beyaz bölge resmi oluşturulması.

4. Morfolojik kapama yöntemiyle ağaç tacındaki küçük boşluklar doldurulmuştur (Şekil 4.4.).



Şekil 4.4. Boşluk doldurma işlemi

5. Birbirinden kopuk bağlı bileşenler içinde en büyük alana sahip olan bileşenler seçilmiştir.
6. Seçilen bileşenin alanı ve ona en yakın alana sahip daire yarıçapı belirlenmiş ve işlenmiştir (Şekil 4.5.).



Şekil 4.5. Taç alanında oluşturulan daire çapı

7. Zeytin ağacının taç alanları ve yarıçapları piksel olarak hesaplanmıştır.

Görüntü işleme programı ile hesaplanan veriler Çizelge 4.2 verilmiştir.

Çizelge 4.2. Görüntü İşleme Programından Alınan Değerlerin İşlenmesi

Görüntü No	Görüntü Taç yarıçapı (piksel)	Görüntü Taç alanı (piksel)	Görüntü Taç yarıçapı (m)	Görüntü Taç alanı (m2)
1	815.14	2087444	1.30	5.34
2	809.98	2061110	1.30	5.28
3	713.41	1598947	1.14	4.09
4	581.74	1063182	0.93	2.72
5	661.22	1373530	1.06	3.52
6	662.60	1379294	1.06	3.53
7	573.31	1032608	0.92	2.64
Ortalama	688.20	1513730	1.10	3.88

1 piksel referans değeri (ortalama) = 0.16 cm

Çizelge 4.2. incelendiğinde, görüntü işleme programı ile elde edilen görüntü yarıçap değeri ortalama 688.20 piksel olarak bulunmuştur. Görüntülerdeki zeytin ağacı taç alanı ortalama 1513730 piksel olarak hesaplanmıştır. Görüntülerdeki piksel değeri metre cinsine dönüştürüldüğünde; taç yarıçapı ortalama 1.10 m ve taç alanı ortalama 3.88 m^2 olarak belirlenmiştir.

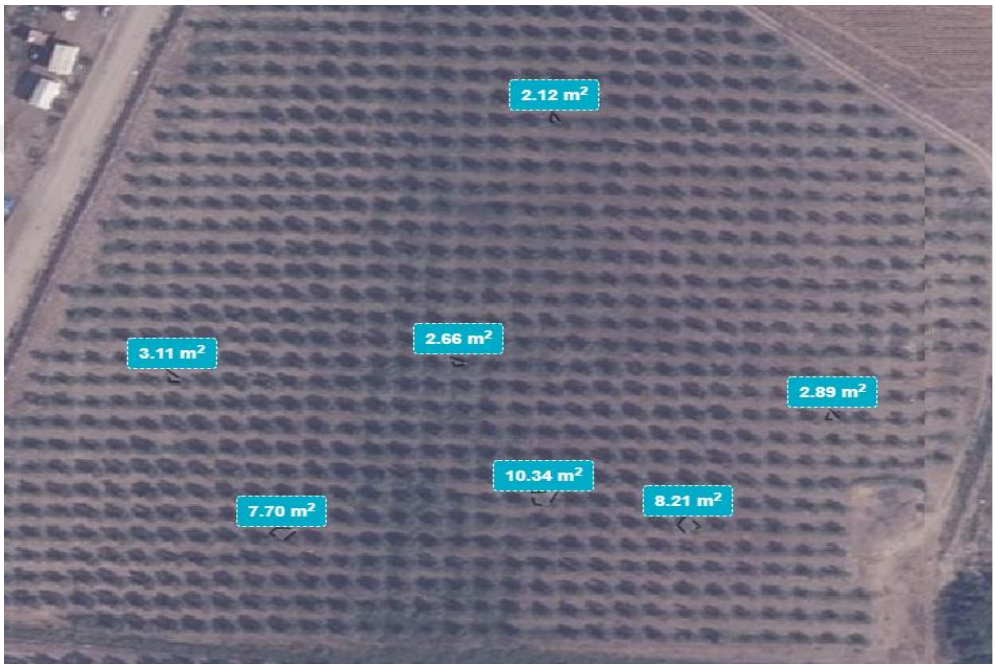
Şeritmetre ile ölçülen taç yarıçapları Çizelge 4.3.'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Şeritmetreyle Ölçülen Değerler

Ağaç No	Seritmetre ile ölçülen taç yarıçap (m)	Seritmetre ile ölçülen taç çap alanı (m2)
1	1.45	6.58
2	1.71	9.19
3	1.61	8.10
4	1.03	3.31
5	1.71	9.19
6	1.11	3.84
7	1.18	4.41
Ortalama	1.40	6.37

Çizelge 4.3. incelendiğinde; şeritmetre ile ölçülen taç genişliği yarıçapı ortalama 1.40 m olarak bulunmuştur. Şeritmetre ile ölçülen taç genişliği alan ortalaması 6.37 m^2 olarak hesaplanmıştır.

Denemede ölçümü yapılan zeytin ağaçlarının uydu görüntüsü Şekil 4.6.'da gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Uydu görüntüsünde ölçümü yapılan zeytin ağaçları (TBS, 2020)

Uydu görüntüsüyle elde edilen zeytin ağacı taç yarıçapı ve taç alanı Çizelge 4.4.'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Uydu Görüntüsü Taç Çap Alanı

Uydu No	Uydu görüntüsündeki taç yarıçap (m)	Uydu görüntüsündeki taç alanı (m2)
1	0.82	2.12
2	0.99	3.11
3	0.92	2.66
4	0.96	2.89
5	1.62	8.21
6	1.81	10.34
7	1.57	7.70
Ortalama (m)	1.24	5.29

Çizelge 4.4.'te görüldüğü gibi uydu görüntüsündeki taç yarıçap ortalaması 1.24 m ve taç alanı ortalaması 5.29 m^2 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.2., Çizelge 4.3. ve Çizelge 4.4.'teki elde edilen ortalama değerler karşılaştırmalı olarak Çizelge 4.5.'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. İHA'yla, Uyduyla ve Şeritmetreyle Elde Edilen Taç Yarıçap Değerleri

Ağaç No	İHA'yla belirlenen taç yarıçapı (m)	Seritmetreyle elde edilen taç yarıçapı (m)	Uyduyla elde edilen taç yarıçapı (m)
	1.30	1.45	0.82
2	1.30	1.71	0.99
3	1.14	1.61	0.92
4	0.93	1.03	0.96
5	1.06	1.71	1.62
6	1.06	1.11	1.81
7	0.92	1.18	1.57
Ortalama	1.10	1.40	1.24

Çizelge 4.5.'te görüldüğü gibi İHA'yla belirlenen taç yarıçapı ortalaması 1.10 m, şeritmetreyle elde edilen taç yarıçap 1.40 m uyduyla elde edilen taç yarıçapı ortalaması 1.24 m olarak bulunmuştur.

Çalışmada, İHA'yla belirlenen taç yarıçap ölçümleri uyduyla elde edilen taç yarıçaplarına göre ortalama değerlere daha yakın bulunmuştur. Ayrıca uydu görüntülerinin elde edilmesi pahalıdır ve istenilen zamanda ulaşılamamaktadır. Buna karşın İHA'larla görüntü alma işlemi günün her saatinde rahatlıkla gerçekleştirebilmektedir. Ayrıca şeritmetreyle yapılan ölçümlere göre İHA'yla daha kısa zamanda, daha az işgücü ile hassas ölçümler alınabilmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, zeytin ağaçlarının taç genişliklerinin İHA görüntüleri yardımıyla belirlenmesi amaçlanmıştır.

Deneme uçuşları, gölgelenmenin en az olduğu 11:30-13:30 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. Akıllı telefona yüklenen meteoroloji uygulaması ile uçuş sırasında anlık olarak hava durumu, sıcaklık, rüzgar yönü, rüzgar hızı, İHA'ya bağlı uydu sayısı vb parametreler izlenmiştir. Uçuş günü ve uçuş zamanındaki ortalama meteorolojik değerlerden olan hava sıcaklığı 33^{o}C, rüzgar hızı 9 km/h, İHA'ya bağlı uydu sayısı 15 adet, görüş mesafesi 13 km ve bağıl nem %22 olarak kaydedilmiştir.

Orjınal görüntü İHA'yla ağaç taç yüksekliğinin 8 m üzerinde dik açıyla fotoğraflanmıştır. Zeytin ağacı tacı üzerindeki pikseller üç gruba kümelendiğinde elde edilen küme merkezleri renk bileşenlerine ayrılmıştır. İHA'yla elde edilen görüntüler, görüntü işleme programının işlem sırasına göre işlenmiştir.

Bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Görüntü işleme programı ile elde edilen görüntü yarıçap değeri ortalama 688.20 piksel olarak bulunmuştur. Görüntülerdeki zeytin ağacı taç alanı ortalama 1513730 piksel olarak hesaplanmıştır. Görüntülerdeki piksel değeri metre cinsine dönüştürüldüğünde; taç yarıçapı ortalama 1.10 m ve taç alanı ortalama 3.88 m^2 olarak belirlenmiştir.
- Şeritmetre ile ölçülen taç genişliği yarıçapı ortalama 1.40 m olarak bulunmuştur. Şeritmetre ile ölçülen taç genişliği alan ortalaması 6.37 m^2 olarak hesaplanmıştır.
- Uydu görüntüsündeki taç yarıçap ortalaması 1.24 m ve taç alanı ortalaması 5.29 m^2 olarak bulunmuştur.

- İHA'yla belirlenen taç yarıçapı ortalaması 1.10 m, şeritmetreyle elde edilen taç yarıçap 1.40 m uyduyla elde edilen taç yarıçapı ortalaması 1.24 m olarak bulunmuştur.
- Sonuçta İHA'yla belirlenen taç yarıçap ölçümleri uyduyla elde edilen taç yarıçaplarına göre ortalama değerlere daha yakın bulunmuştur. Ayrıca uydu görüntülerinin elde edilmesi pahalıdır ve istenilen zamanda ulaşılamamaktadır. Buna karşın İHA'larla görüntü alma işlemi günün her saatinde rahatlıkla gerçekleştirebilmektedir. Ayrıca şeritmetreyle yapılan ölçümlere göre İHA'yla daha kısa zamanda, daha az işgücü ile hassas ölçümler alınabilmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre aşağıdaki önerilerde bulunulabilir.

- Zeytin ağaçlarının ilaçlanması, sulanması ve gübrelenmesi öncesinde uygulama hacimlerini belirlemek amacıyla ağaç hacminin bilinmesi önemlidir. Ağaç hacmini belirlemek ağaç tacı ve yüksekliğinin bilinmesi ile mümkündür. Bu parametreler İHA'yla rahatlıkla belirlenebilir. Ayrıca İHA'yla elde edilen görüntüler sayesinde zeytin ağacının belirli aşamalardaki ağaç hacmi ile ilgili bilgiler kayıt altına alınabilmektedir.
- Uydu görüntülerine ulaşmanın pahalı ve zor olması nedeniyle İHA kullanımıyla elde edilmesi daha ekonomiktir. Ayrıca şeritmetreyle alınan ölçümlerin yorucu, yabani hayvanlardan dolayı tehlikeli olması ve ölçümlerin uzun zamanda gerçekleşmesi İHA'yla ölçüm yapmanın önemini artırmaktadır. Bu nedenle İHA'ların özellikle tarımsal alanlardaki veri edinim işlemlerinde kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.

- Hassas tarımın bir parçası olan İHA teknolojsinin üreticiler tarafından kullanılabilmesi için üreticilerin İHA alımı konusunda desteklenmesi gerekmektedir.
- Üreticilere, İHA teknolojisi konusunda eğitimler verilmelidir. Eğitimler, Bakanlık-Üniversite-Sivil Toplum Kuruluşları tarafından desteklenmelidir.

KAYNAKLAR

Akkamış, M. ve Çalışkan, S., 2020. İnsansız Hava Araçları ve Tarımsal Uygulamalarda Kullanımı. Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi, 2(1):08-16.

Anonymous, 2016a. http://uzzk.org/Belgeler/2016_2017_Rekolte_Adana.pdf (Erişim Tarihi 15.08.2020)

Anonymous, 2016b. http://apelasyon.com/Yazi/556-zeytin-uretiminde-kalite-artisi-nasil-saglanir, (Erişim Tarihi 26.08.2020)

Anonymous, 2017. https://www.droneii.com/drone-business-development-guide, (Erişim Tarihi 26.08.2020)

Anonymous, 2019. 2019-2020 Türkiye Rekolte Raporu. Ulusal Zeytin ve Zeytinyağı Konseyi, İzmir, 31s.

Anonymous, 2020. 2020 Yılı Tarım Ürünleri Piyasaları Raporu. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Ankara, 1-4 s

Anonymous, 2020b. https://www.dji.com/mavic-mini/specs, (Erişim Tarihi 04.09.2020)

Anonymous, 2020c. https://parselsorgu.tkgm.gov.tr/, (Erişim Tarihi 04.09.2020)

Aşık Ş., Çamoğlu G., Akkuzu E., Kaya Ü., Şahin M., 2010. Zeytinde (Olea Europaea L., cv. Memecik) Farklı Sulama Düzeylerinin Vejetatif Gelişime ve Verime Etkisi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 3 (2), 33-39.

Birdal, A.C., Avdan, U., Türk, T., 2016. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyonu (UZAL-CBS 2016), 5-7 Ekim, Adana

Bozdoğan, A.M., Yarpuz Bozdoğan, N., Öztekin, M.E., Keiyinci, S., 2016. Hassas Tarımda İnsansız Hava Aracı Kullanımı. International MultidisciplinaryCongress of Eurasia (IMCOFE), 11-13 July, Odessa, Ukraine.

Bozdoğan, A.M., Yarpuz Bozdoğan, N., Doğu, M.Z., 2017. The Use of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) in Horticulture. 2nd International Conference on

Advances in Natural and Applied Sciences (ICANAS), 18-21 April, Antalya, p:208.

Bozdoğan, A.M., Yarpuz Bozdoğan, N., 2017a. Hassas Tarımda İnsansız Hava Aracı Uygulamaları. Tarım-Türk Dergisi, 23:6-8.

Bozdoğan, A.M., Yarpuz Bozdoğan, N., 2017b. Sürdürülebilir Tarım Görüntülemesinde Drone Kullanımı. International Conference; The West of The East, The East of The West, 4-6 July, Prague, Czechia,34-39

Doğan, Y., Yıldız, F., 2019. İHA ile Multispektral Kameralardan Sağlanan Görüntüler Yardımıyla Bitki Görüntülerinin Sınıflandırılması. Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi, 1(1):15-22

Kahveci, M., Can N., 2017. İnsansız Hava Araçları: Tarihçesi Tanımı, Dünyadaki ve Türkiye'deki Yasal Durumu. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(4):511-535.

Kaya, Ö., 2020. Buğday Ekilişlerinde Traktör Tekerlek İz Boyutlarının İnsansız Hava Aracı Görüntüleriyle Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Çukuruva Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları ve Teknolojıleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, 47 s.

Kırış, S., Velioğlu Y.S., 2013. Zeytin ve Zeytinyağı Örneklerinde Pestisit Kalıntılarının Belirlenmesi İçin Bir Metot Çalışması. Gıda Teknolojisi Derneği, 38(3):151-158.

Korkmaz, Y., İyibilgin, O., Fındık F., 2016. Geçmişten Günümüze İnsansız Hava Araçlarının Gelişimi. SAÜ Fen Bil Derg., 20(2):103-109.

Stombaugh, T., Smith, S., Thamann, M., 2017. The Use of Unmanned Aircraft Systems in Agriculture. Cooperative Extension Service, University of Kentucky- College of Agriculture, AEU-102, 6 p.

SHGM, 2019. İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı (SHT-IHA). Ulaştırma Bakanlığı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, 1-39.

Şin. B., Kadıoğlu İ., 2019. İnsansız Hava Aracı (İHA) ve Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak Yabancı Ot Tespitinin Yapılması. Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi, 22(2):211-217

TBS, 2020. Tarım Bilgi Sistemi. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.

Türkseven S., Kızmaz M.Z., Tekin A.B., Urkan E., Serim A.T., 2016. Tarımda Dijital Dönüşüm; İnsansız Hava Araçları Kullanımı. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 12(4):267-271.

Yardımcı G., 2019. İnsansız Hava Araçlarına Türk Mevzuatından Bir Bakış. Journal of Aviation, 3 (1):61-80.

Yalçın, M., Kalecik, N., Yalçınkaya, E., Ergun, M.E., Acıcan, T., Çetin, Ö., Söğüt, A., Şarlar, G., Nogay, T., 2006. Marmara Bölgesi Zeytin Bahçelerinde Toprak İşleme Sistemlerinin Karşılaştırılması. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 2 (2):147-152.

Yurtoğlu, N., 2019. Türkiye Cumhuriyeti'nde Zeytin ve Zeytinyağı Üretimi ile Ticareti Üzerine Tarihsel Bir Bakış (1923-1960). Vakanüvis- Uluslararası Tarih Araştırmaları Dergisi, 4(1):1-39

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Mersin'de doğdu. 2005 yılında Manisa Celal Bayar Üniversitesi Saruhanlı Meslek Yüksekokulu Tarım Alet ve Makinaları Bölümü Ön Lisans öğrenimini bölüm ikincisi olarak tamamladı. 2009 yılında Anadolu Üniversitesi İşletme Bölümü Lisans öğrenimini ve 2017 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümünü Bölüm Birinciliği ile tamamladı. 2012 yılında T.C Tarım Bakanlığına atandı. Halen aynı bakanlıkta Mühendis ünvanıyla görevine devam etmektedir. Şubat 2017'de Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisansa başladı. Halen aynı Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine devam etmektedir.