ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yunus KARAKAYA

MISIR EKİLİŞLERİNDE SIRA ÜZERİ DAĞILIM DÜZGÜNLÜĞÜNÜN İNSANSIZ HAVA ARACI GÖRÜNTÜLERİYLE BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ
MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2020

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MISIR EKİLİŞLERİNDE SIRA ÜZERİ DAĞILIM DÜZGÜNLÜĞÜNÜN İNSANSIZ HAVA ARACI GÖRÜNTÜLERİYLE BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Yunus KARAKAYA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

Bu Tez 25/09/2020 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

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FYL-2019-11514

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

MISIR EKİLİŞLERİNDE SIRA ÜZERİ DAĞILIM DÜZGÜNLÜĞÜNÜN İNSANSIZ HAVA ARACI GÖRÜNTÜLERİYLE BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Yunus KARAKAYA

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

Danışman : Prof. Dr. Ali Musa BOZDOĞAN
Yıl: 2020 Sayfa: 39
Jüri : Prof. Dr. Ali Musa BOZDOĞAN
: Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM
: Doç. Dr. Sami ARICA

Bu tez çalışmasında, mısır ekilişlerindeki sıra üzeri dağılım değerlerini belirlemek amacıyla İnsansız Hava Aracı (İHA) ile elde edilen görüntülerdeki veriler ile yersel ölçüm verilerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Deneme öncesinde SHGM tarafından yayımlanan "İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı"nda belirtilen "Uçuşa yasak bölgeler" başlığı altındaki maddeler dikkate alınmıştır. Deneme uçuşu, döner kanatlı dört rotorlu ve RGB kameraya sahip İHA ile gerçekleştirilmiştir. Denemenin gerçekleştirildiği saatteki meteorolojik koşulların İHA uçuşuna uygun olmasına dikkat edilmiştir. Meteorolojik koşullar, akıllı telefona yüklenen İHA uygulamasından elde edilmiştir. Buna göre uçuş günü ve uçuş zamanındaki ortalama meteorolojik değerler; hava sıcaklığı 11^{o}C, rüzgar hızı 6 m/s ve İHA'ya bağlı uydu sayısı 13 adet olarak kaydedilmiştir. Denemede İHA görüntüleri; deneme parselinin 25 m^2'lik (5 m x 5 m) örnekleme alanında, 7 m uçuş yüksekliklerinde, 90^{o} kamera açısında ve 1m/s uçuş hızında alınmıştır. Deneme parselindeki (25 m^2) mısır bitkisinin 1. sıradaki sıra üzeri uzaklıkları karşılaştırıldığında; İHA ölçümleri yersel ölçümlerden %8 daha az hesaplanmıştır. Yersel ölçümde Kabuledilebilir Bitki Aralığı Oranı (KBAO) değeri %64 iken İHA ölçümlerinde bu değer %68 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak İHA'yla alınan verilerin görüntü işleme programı sonrasında yersel ölçümlere göre daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hassas tarım, Mısır, Sıra üzeri dağılım düzgünlüğü, İnsansız hava aracı, Görüntü işleme

.

ABSTRACT

MSc THESIS

A RESEARCH ON DETERMINATION OF WITHIN ROW DISTANCES VIA IMAGES OBTAINED BY UNMANNED AERIAL VEHICLE IN CORN CULTIVATION

Yunus KARAKAYA

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

Supervisor : Prof. Dr. Ali Musa BOZDOĞAN
Year: 2020, Pages: 39
Jury : Prof. Dr. Ali Musa BOZDOĞAN
: Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM
: Assoc. Prof. Dr. Sami ARICA

In this thesis, it was aimed to compare the data obtained with the images obtained by the UAV and the measurement data in order to determine the within row distances in corn plantings. Trial method the items named "No-fly" mentioned in the "Unmanned Aerial Vehicle Systems Instruction" published by Directorate General of Civil Aviation (DGCA). The trial flight was carried out by UAV with a rotary-wing four-rotor and RGB camera. The meteorological conditions at the time of the trial were suitable for UAV flight. Meteorological information was obtained from the UAV application installed on the smartphone. Accordingly, the average meteorological values on the flight day and flight time; The air temperature was 11^{o}C, the wind speed was 6 m/s and the number of satellites connected to the UAV was 13. In the sampling area of the trial plot of 25 m^2 (5 m x 5 m), 7 m flight heights, 90o camera angle and 1m/s flight was taken. 1st row of corn plant in trial plot (25 m^2); UAV measurements were calculated 8% less than terrestrial measurements. While the Quality Feed Index (QFI) value was 64% in terrestrial measurement, this value was calculated as 68% in UAV measurements. As a result of this study, it was better than within row distances measurements after the imaging processing program related to the UAV.

Keywords: Precision agriculture, Corn, Within row distances, Unmanned aerial vehicle, Image processing.

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Dünyada ve Türkiye'de mısır bitkisinin yem ve biyoyakıt başta olmak üzere kullanımı nedeniyle üretim miktarı giderek artmaktadır. Mısır bitkisi ülkemizde genellikle Çukurova, Amik Ovası, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilmektedir. Ülkemizde mısır üretiminin son yıllarda artmasının nedeni; iç bölgelerde sulanabilir arazilerin artması ve kıyı bölgelerde ikinci ürün mısır üretiminin yaygınlaşması etkili olmaktadır.

Sıraya ekim yöntemi daha çok sulu koşullarda şekerpancarı, pamuk, mısır, soya gibi tarla bitkileri tohumlarının ve bazı sebze tohumlarının ekiminde uygulanmaktadır. Sıraya ekim yönteminde, serpme ekimin olumsuz yönleri ortadan kaldırılmakta, tohum kullanımında korunum, tohum dağılımında tekdüzelik, verimde % 20 artış sağlanabilmektedir. Hassas ekim makinalarının ekim öncesinde kalibrasyonu yapılmasına rağmen arazi şartları, patinaj, titreşim, ilerleme hızı, ekici plaka çevre hızı vb faktörler nedeniyle tohumların sıra üzeri mesafelerinde sapmalar görülmektedir. Bu sapmaları değerlendirebilmek ve sapmalar hakkında karar verebilmek amacıyla kabul edilebilir bitki aralığı oranı (KBAO), ikizleme oranı (İO) ve boşluk oranı (BO) değerlerinden yararlanılmaktadır. Ekim öncesi makina üzerinde kalibrasyonu gerçekleştirilen sıra üzeri tohum aralığında (z) yapılan uygulamalar sonrasında; her bir sıra üzerinde belli mesafelerdeki ardışık bitkiler arasında KBAO ($0.5< z >1.5$), BO ($z >1.5$) ve İO ($0.5 < z$) değerleri belirlenmektedir.

Günümüzde özellikle tarım arazilerinde gerçekleştirilen çalışmaların çoğu teknoloji kullanılarak yapılmaktadır. Teknolojik yöntemler kullanıldığında tarımsal işlemler daha az işgücü ile daha kısa zamanda tamamlanmaktadır. Günümüzde tarım ve teknoloji ilişkileri arttıkça hassas tarım teknolojilerinden birisi olan İHA kullanımı da yaygınlaşmaktadır.

Bu tez çalışmasında, mısır ekilişlerindeki sıra üzeri dağılım değerlerini belirlemek amacıyla İHA'lardan elde edilen görüntülerdeki veriler ile yersel ölçüm verilerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Deneme uçuşu, Bayburt İli Merkez İlçesi Dikmetaş Köyünde mısır bitkisi ekili tarım arazisinde yürütülmüştür. Deneme alanının deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık 1550 m'dir. Arazi seçiminde, SHGM tarafından yayımlanan "İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı"ndaki "Uçuşa yasak bölgeler" başlığı altında belirtilen maddeler dikkate alınmıştır. Ayrıca aynı talimatın "Uçuş şartları ve alan gereklilikleri" başlığı altında verilen "Madde 19"a bağlı kalınmıştır.

Mısır ekili arazideki bitkilerin sıra üzeri dağılım düzgünlüğünü belirlemek amacıyla 25 m^2'lik (5 m x 5 m) deneme parseli belirlenmiştir. Deneme parselindeki mısır bitkisinin sıra üzeri uzaklıkları yersel olarak ölçülmüştür. Yersel ölçümlerde 1 mm hassasiyetinde çelik metre kullanılmıştır. Havadan yapılan ölçümlerde, İHA kullanılmış ve ölçümler İHA'nın 7 m yükseklikte uçuşu ile gerçekleştirilmiştir. Denemede İHA'nın kamera açısı 90^o olup uçuş hızı 1 m/s idi.

Deneme uçuşu sırasındaki meteorolojik koşullar, akıllı telefona yüklenen uygulamadan elde edilmiştir. Buna göre, uçuş günü ve uçuş zamanındaki ortalama meteorolojik değerler; hava sıcaklığı 11^oC, rüzgar hızı 6 m/s ve İHA'ya bağlı uydu sayısı 13 adet olarak kaydedilmiştir.

Denemede, istenen sıra üzeri uzaklık değerinin elde edilip-edilmediğine dair değerlendirme yapabilmek amacıyla, mısır bitkisi sıra üzeri uzaklıkları her bir sıra üzerindeki 5 m uzunlukta ölçülmüştür. Ölçümler sonucu elde edilen değerler analiz edilerek ekim makinasının ekim iyilik derecesinin hesaplanması için kullanılan BO, İO ve KBAO parametreleri hesaplanmıştır. Bu parametreleri hesaplayabilmek için veriler, yersel ve İHA görüntüleriyle belirlenmiştir.

Çalışmanın sonucunda; deneme parselindeki (25 m^2) mısır bitkisinin 1. sıra nosundaki sıra üzeri uzaklıkları karşılaştırıldığında;

Yersel ölçümlerin ortalama değeri 19.23 cm ve İHA ölçümlerinin ortalama değeri 17.66 cm olarak belirlenmiştir. Yersel ölçümler ile İHA ölçümleri

birbirlerine oranlandığında ortalama 1,08 değeri bulunmuştur. Bu nedenle, denemede İHA ölçümleri yersel ölçümlerden %8 daha az hesaplanmıştır.

Yersel ölçümde KBAO değeri %64 iken İHA ölçümlerinde bu değer %68 olarak hesaplanmıştır. Bu değerin %100 a yakın olması bitki sıra üzeri dağılım düzgünlüğünün doğruluğunu göstermektedir. Bu nedenle İHA'yla alınan verilerin görüntü işleme programı sonrasında daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Yersel ölçümlerde ölçüm yapan kişinin/kişilerin zamanla yorulduğu ve okuma/yazma hatası yapabileceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının seçiminde, planlanmasında, yürütülmesinde ve sonuçlandırılmasında her türlü yardım ve desteklerini gördüğüm, her aşamada yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile yol gösteren değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ali Musa BOZDOĞAN'a, çalışmamda katkılarını esirgemeyen yapıcı ve yönlendirici fikirleriyle katkıda bulunan Tez Jürisi üyeleri değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM ve Sayın Doç. Dr. Sami ARICA'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam esnasında tereddüt etmeksizin her an desteğini kendimle hissettiğim Uğur BAL'a teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca, beni yetiştiren ve bugünlere gelmemi sağlayan, manevi desteğini sürekli yanımda hissettiğim aileme teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans Tezime destek veren Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje No: FYL-2019-11514) 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. Dünya'da ve Ülkemizde Mısır 1
1.2. Mısır Bitkisinde Sıraya Ekim Yöntemi ve Sıra Üzeri Dağılım Düzgünlüğünün Önemi 4
1.3. İnsansız Hava Aracı (İHA) 6
1.3.1. İHA'ların Sınıflandırılması 7
1.3.2. İHA'ların Tarımda Kullanım Alanları 8
1.4. Çalışmanın Önemi ve Amacı 10
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 11
3. MATERYAL VE METOT 17
3.1. Materyal 17
3.1.1. Deneme Alanı 17
3.1.2. Denemede Kullanılan İHA 18
3.1.3. Görüntü İşleme Programı 20
3.1.4. Diğer Araç-Gereçler 20
3.2. Metot 20
3.2.1. Arazi Denemeleri 20
3.2.2. Ölçümlerin Değerlendirilmesi 21
3.2.3. Görüntü İşleme Analizi 21

3.2.4. İHA'yla Görüntü Alma Görevinin Yüklenmesi 22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 23
4.1. Denemelerdeki Meteorolojik Koşullar 23
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 33
KAYNAKLAR 35
ÖZGEÇMİŞ 39

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 1.1. Dünya Mısır Verileri (milyon ton)..... 1
Çizelge 1.2. Ülkemizde 2019 Yılına Ait Tahıl Ekim Alanları, Üretim Miktarları ve Verimleri..... 2
Çizelge 1.3. Ülkemizde Yıllara Göre Mısır Ekim Alanı, Üretim Miktarı, Tüketim ve Kişi Başına Tüketim..... 3
Çizelge 3.1. Denemedeki İHA'ya Ait Bazı Teknik Özellikler. 19
Çizelge 4. 1. Deneme Parselindeki Mısır Bitkisi Uzaklıklarının Yersel Ölçümleri 25
Çizelge 4.2. Yersel Ölçümlerle Elde Edilen KBAO, İO ve BO Değerleri 26
Çizelge 4.3. İHA'yla Alınan Görüntülerin Piksel Cinsinden Değerleri (px)..... 28
Çizelge 4.4. Yersel Ölçüm ile İHA Ölçüm Değerlerinin Karşılaştırılması..... 30
Çizelge 4.5. Yersel Ölçümler ve İHA ölçümlerinde KBAO, BO ve İO değerleri .. 31

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 1.1. Bazı tarla ürünlerinde yeterlilik dereceleri 4
Şekil 1.2. İnsansız hava aracı (İHA) 6
Şekil 3.1. Deneme alanı 17
Şekil 3.2. Denemede kullanılan İHA (DJI Mavic Pro 4K) 18
Şekil 3.3. Denemede kullanılan İHA'da gimbal hareket açıları 18
Şekil 3.4. Deneme arazisi 20
Şekil 3.5. Örnekleme bölgesi 21
Şekil:4.1. UAV Forecast™ verileri 23
Şekil:4.2. Denemelerde yersel ölçümlerin alınması 24
Şekil:4.3. Deneme parseli (5 m x5 m) 26
Şekil:4.4. Mısır bitkilerinin görüntü işlemesi 27
Şekil:4.5. İHA'yla görüntülenen mısır bitkileri merkezlerinin işaretlenmesi 27
Şekil:4.6. İHA'yla alınan görüntülerde sıra üzeri uzaklık değerleri (cm) 29

SİMGELER VE KISALTMALAR

İHA :İnsansız hava aracı.

NDVI :Farkbölüm vejetasyon indeksi (NormalizedDifferenceVegetable Index)

GNDVI:Yeşil normalleştirilmiş yeşil indeks

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

LAI : Yaprak alan indeksi(LeafArea Index)

DSM : Sayısal yüzey modeli (Digital Source Model)

FOV : Görüntü alım açısı (Field of View)

VARI : Görünür atmosferik direnç indeksi.

NIR : Yakın kızılötesi ışınım (NearInfrared)

Px: : Piksel

1. GİRİŞ

1.1. Dünya'da ve Ülkemizde Mısır

Mısır bitkisinin anavatanı Amerika'dır ve Amerika kıtasının keşfinden sonra dünyaya yayılmıştır. Mısır bitkisi, Avrupa'ya getirildikten sonra Portekiz, Fransa ve İtalya başta olmak üzere, Güneydoğu Avrupa ve Kuzey Afrika'da ekilmeye başlanmıştır. Mısır bitkisinin ülkemize gelişi Mısır ve Suriye üzerinden olmuştur.

Mısır bitkisi, ekim alanı bakımından dünyanın önemli tahıllarından biridir. Mısır bitkisinin yüksek verimi nedeniyle ekiliş alanları yıllar geçtikçe artmıştır (Çizelge 1.1.). Uluslararası Tahıl Konseyi (IGC) verilerine göre Dünya'da günümüzde yaklaşık 1.100 milyon ton mısır üretimi yapılmaktadır (Anonymous, 2020a).

Çizelge 1.1. Dünya Mısır Verileri (milyon ton) (Anonymous, 2020a)

	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021	
Üretim	1091	1129	1117	1169	1164
Tüketim	1118	1148	1141	1177	1176
Ticaret	153	165	172	175	176
Stoklar	342	324	300	288	288

Mısır üretiminin en fazla olduğu ülkeler; ABD, Çin, Brezilya, Arjantin, Meksika, Hindistan, Ukrayna ve Endonezya'dır. Türkiye üretici ülkeler arasında 18. sırada gelmektedir (Anonymous, 2020b).

Dünyada ve Türkiye'de mısır bitkisinin yem ve biyoyakıt başta olmak üzere kullanımı nedeniyle üretim miktarı giderek artmaktadır. Ülkemizde genellikle Çukurova, Amik Ovası, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilmektedir. Ülkemizde mısır üretiminin son yıllarda artmasının nedeni; iç bölgelerde sulanabilir arazilerin artması ve kıyı bölgelerde ikinci ürün mısır

üretiminin yaygınlaşması etkili olmaktadır. Ülkemizde 2019 yılına ait tahıl ekim alanları, üretim miktarları ve verimleri Çizelge 1.2'de verilmiştir.

Çizelge 1.2. Ülkemizde 2019 Yılına Ait Tahıl Ekim Alanları, Üretim Miktarları ve Verimleri (Anonymous, 2019a).

Tahıllar	Ekilen Alan (ha)	Üretim(ton)	Verim(kg/ha)
Arpa	2 869 071	7 600 000	2 650
Buğday	10 772 160	34 401 704	2 780
Çavdar	112 164	310 000	2 760
Mısır	638 828	6 000 000	9 390
Tritikale	64 101	215 090	3 360
Yulaf	109 822	265 000	2 410
Çeltik	126 419	1 000 000	7 910

Çizelge 1.2.'de görüldüğü gibi mısır bitkisi ülkemizde yaklaşık 640 000 ha alana ekilmekte, 6 milyon ton üretilmektedir. Mısır bitkisinin tahıllar içerisinde en yüksek verime (9 390 kg/ha) sahip olduğu görülmektedir.

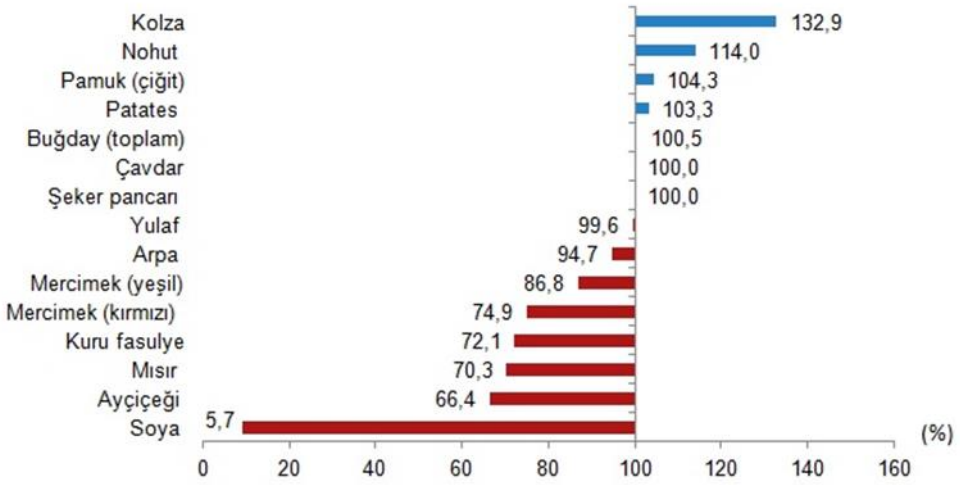
Arazi ıslahları, sulama projelerinin geliştirilmesi ve desteklenmesi gibi iyi tarım uygulamaları verim artışını sağlamaktadır.

Ülkemizde yıllara göre mısır ekim alanı üretim miktarı, tüketim ve kişi başına tüketim değerleri Çizelge 1.3.'te verilmiştir.

Çizelge 1.3. Ülkemizde Yıllara Göre Mısır Ekim Alanı, Üretim Miktarı, Tüketim ve Kişi Başına Tüketim (Anonymous, 2018).

Yıllar	Ekilen Alan (ha)	Üretim Miktarı (ton)	Tüketim (ton)	Kişi başına tüketim (kg)
2007	517.500	3.535.000	1.025.702	14,5
2008	595.000	4.274.000	1.040.842	14,6
2009	592.000	4.250.000	1.203.427	16,6
2010	594.000	4.310.000	1.263.167	17,1
2011	589.000	4.200.000	1.217.379	16,3
2012	622.609	4.600.000	1.439.853	19
2013	659.998	5.900.000	1.160.000	15,1
2014	658.645	5.950.000	1.339.879	17,2
2015	688.170	6.400.000	1.028.404	13,1
2016	680.019	6.400.000	1.571.029	19,7
2017	639.084	5.900.000	1.201.603	14,9
2018	591.900	5.700.000	1.192.077	14,5

Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) 2019 yılı verilerine göre; Türkiye'de bazı tarla ürünlerinin yurtiçi üretimin yurtiçi talebi karşılama derecesi (yeterlilik derecesi) Şekil 1.1.'de verilmiştir.



Şekil 1.1. Bazı tarla ürünlerinde yeterlilik dereceleri (Anonymous, 2020c)

Şekil 1.1.'de görüldüğü gibi toplam tahıl ürünlerinde yeterlilik derecesi %92,4 olarak gerçekleşmiştir. Tahıl ürünleri içerisinde yer alan mısırın yeterlilik derecesi %70,3'tür.

Yeterlilik derecesi değerinin, 100'den küçük olması, üretimin yurt içi talebi tam olarak karşılayamadığı, 100'den büyük olması normal yurtiçi ihtiyaçları geçen, ihraç edilebilir ve/veya stoklanabilir miktarların varlığını göstermektedir.

1.2. Mısır Bitkisinde Sıraya Ekim Yöntemi ve Sıra Üzeri Dağılım Düzgünlüğünün Önemi

Sıraya ekim yöntemi daha çok sulu koşullarda şekerpancarı, pamuk, mısır, soya gibi tarla bitkileri tohumlarının ve bazı sebze tohumlarının ekiminde uygulanmaktadır. Sıraya ekim yönteminde, serpme ekimin olumsuz yönleri ortadan kaldırılmakta, tohum kullanımında korunum, tohum dağılımında tekdüzelik, verimde % 20 artış sağlanabilmektedir (Yıldız, 1989; Deligönül, 1999).

Sıraya ekim yöntemi, birçok avantaj sağlamakta ve bu avantajlar nedeniyle de son yıllarda daha çok uygulanmaktadır. Sıraya ekim yöntemi, sulama yapılan alanlarda mevcut suyun en etkili şekilde kullanıldığı, birim alana ekilen tohum

miktarında tasarruf sağlandığı, traktör tekerleğinin bitkilere zarar vermeden ilaçlama, gübreleme gibi bakım işlemlerini yapılabilmesi sayesinde geleneksel yöntemin yerini almaktadır. Mısır bitkisi, pnömatik (havalı) ekim makineleri ile istenilen sıra aralığında ve sıra üzeri mesafesinde ekilmekte ve bu sayede sıra üzeri dağılım düzgünlüğü sağlanmaktadır.

Çukurova Bölgesindeki mısır ekiminde sırta ekim yöntemi sayesinde, verimde artış ve iş gücünde azalma görülmektedir. Bu nedenle bölgedeki üreticilerin bu ekim yöntemine geçiş yapacağı, bu yöntemin çok hızlı yaygınlaşacağı ve önümüzdeki yıllarda geleneksel yöntemin yerini alacağını bildirilmiştir (Anonymous, 2020d).

Yalçın ve ark. (2009), ikinci ürün dane mısır üretiminde, geleneksel ve sırta ekim yöntemlerinin farklılıklarını araştırmışlardır. Araştırmacılar, geleneksel ve sırta ekim yöntemleri arasında bitki boyu ve verim yönünden önemli derecede farklılık olduğunu ve işgücü gereksinmesi değerleri açısından sırta ekim yönteminin %24.9 oranında daha avantajlı olduğunu bildirmişlerdir.

Hassas ekim makinalarının ekim öncesinde kalibrasyonu yapılmasına rağmen arazi şartları, patinaj, titreşim, ilerleme hızı, ekici plaka çevre hızı vb faktörler nedeniyle tohumların sıra üzeri mesafelerinde sapmalar görülmektedir. Bu sapmaları değerlendirebilmek ve sapmalar hakkında karar verebilmek amacıyla kabul edilebilir bitki aralığı oranı (KBAO), ikizleme oranı (İO) ve boşluk oranı (BO) değerlerinden yararlanılmaktadır. Ekim öncesi makina üzerinde kalibrasyonu gerçekleştirilen sıra üzeri tohum aralığında (z) yapılan uygulamalar sonrasında; her bir sıra üzerinde belli mesafelerdeki ardışık bitkiler arasında KBAO ($0.5 < z > 1.5$), BO ($z > 1.5$) ve İO ($0.5 < z$) değerleri belirlenmektedir (Karayel ve Özmerzi, 2000; Yurdusever, 2006).

1.3. İnsansız Hava Aracı (İHA)

Teknolojinin geçmişten günümüze gelişmesi, tarım sektörünün de ilerlemesinde önemi derecede etkili olmuştur. Tarım, sürekli gelişim içinde olan teknolojik gelişmelerin çerçevesinde, Tarım 4.0 ve Hassas Tarım Uygulamaları gibi ileri düzey araştırmalar yapılacak bir alan haline gelmiştir.

Tarım alanları küçüldükçe, pazara sunulabilecek ürün ihtiyacı daha fazla artacaktır. Tarladan elde edilen ürünlerde verim düşürülmeden, üretim maliyetlerinin azalmasına ihtiyacımız vardır. Hassas tarım, gelişen teknolojik yöntemleri en iyi şekilde bize sunarak, maliyetlerin düşürülmesine ve üretim verimliliğinin arttırılmasına yardımcı olacak yöntemlerdendir (Türker ve ark., 2015).

Tarım arazilerinde gerçekleştirilen çalışmaların çoğu artık teknolojik aletler ile yapılmaktadır. Bu sayede tarımsal işlemler daha az işgücü ile daha kısa zamanda tamamlanmaktadır. Günümüzde tarım ve teknoloji ilişkileri arttıkça hassas tarım teknolojilerinden birisi olan İnsansız Hava Araçlarının (İHA) kullanımı da yaygınlaşmaktadır (Şekil 1.2.).

İHA sayesinde uzaktan algılama çalışmalarında uydu ve uçaklara göre daha hızlı ve düşük maliyetli veriler elde edilebilmektedir. Bu sayede daha az işgücü ile zaman tasarrufu sağlanabilmektedir. İHA'lar özellikle traktör ile yapılan işlemlerde meydana gelen toprak sıkışıklığını ve tarımsal ilaç kullanımını azalttığı için çevrenin korunmasına da olanak sağladığı bildirilmiştir (Akkamış ve Çalışkan, 2020).



Şekil 1.2. İnsansız hava aracı (İHA) (Anonymous, 2017)

İHA ilk olarak 19'uncu yüzyılın ortalarında askeri amaçla kullanılmıştır. İlerleyen yıllarda arazi haritalama çalışmaları, alan ve hacim hesaplama çalışmaları, arkeolojik alanların incelenmesi, orman ve tarım uygulamaları, afet yönetimi vb. uygulamalarda kullanılmıştır.

İHA'nın günümüzde yaygın olarak kullanılan birkaç tanımı bulunmaktadır. Bunlardan yola çıkarak İHA en çok bilinen tanımıyla İHA (UAV: Unmanned Aerial Vehicle); içinde pilot olmaksızın, GPS kontrollü ve otomatik olarak gidebilen hava aracı olarak tanımlanmaktadır (Anonymous, 2016).

T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM) tanımına göre; İHA, aerodinamik kuvvetler aracılığıyla sürekli uçuş yapma yeteneğinde olan, üzerinde (insan) pilot bulunmaksızın uzaktan İHA pilotu tarafından kontrol edilerek veya otonom operasyonu İHA pilotu tarafından planlanarak uçurulan ya da havada kalabilen hava aracıdır (SHGM, 2016).

1.3.1. İHA'ların Sınıflandırılması

SHGM'ye göre, İHA'lar kanat yapıları ve taşıyabildikleri yük ağırlığına göre sınıflandırılmaktadır. Kanat yapılarına göre İHA'lar sabit kanat ve döner kanat olarak ikiye ayrılmaktadır. Azami kalkış ağırlıkları bakımından İHA'lar 4 başlık altında toplanmaktadır (SHGM, 2016). Bunlar;

a) İHA0: Azami kalkış ağırlığı 500 gr (dahil) – 4kg aralığında olan İHA'lar,
b) İHA1: Azami kalkış ağırlığı 4 kg (dahil) – 25 kg aralığında olan İHA'lar,
c) İHA2: Azami kalkış ağırlığı 25 kg (dahil) – 150 kg aralığında olan İHA'lar,
d) İHA3: Azami kalkış ağırlığı 150 kg (dahil) ve daha fazla olan İHA'lar, olarak sınıflandırılmaktadır.

1.3.2. İHA'ların Tarımda Kullanım Alanları

Tarımda İHA kullanımı ile istenilen zamanda, farklı hava koşullarında o bölgeye ait görüntülerin daha az maliyet ile zamandan kazanç sağlandığı ve bulutlu hava şartlarında dahi görüntü alma imkanı sağlamaktadır.

İHA'ların kullanımı tarımda gün geçtikçe artmakta ve çeşitlenmektedir. Önümüzdeki yıllarda gelişen teknoloji ile birlikte İHA'ların da öneminin de artacağı tahmin edilmektedir.

Uluslararası İnsansız Hava Aracı Sistemleri Birliği (AUVSI), önümüzdeki on yılda ticari İHA endüstrisinin ABD ekonomisine 82 milyar USD etki yapacağını ve bununla birlikte 100 000 kişilik istihdam yaratacağını belirtmiştir. Ayrıca AUVSI, 2015-2025 yılları arasında ticari İHA'ların %80'inin tarım alanlarında gerçekleşeceğini tahmin etmektedir (Freeman ve Freeland, 2015; Bozdoğan ve ark., 2016).

Bozdoğan ve ark. (2004), süneye karşı yapılan kimyasal mücadelede uçakla ilaçlama yapılarak geniş alanlarda zamandan tasarruf sağlanarak ani salgın yayılımlarının önüne geçilebileceğini bildirmişlerdir.

Ehsani ve Maja (2013), İHA'lar tarımda; ürün izleme, zararlı dağılım haritalaması, ürün kayıp tayini, yalın toprak görüntülenmesi, sulama ve drenaj planlaması, verim tahmini ve izlenmesi, üründe herbisit zararının tespiti, envanter yönetimi, bitki seçimi, havadaki patojenlerin örneklenmesi, kimyasal ve pestisitlerin etkin kullanımı, güvenlik, yer araçlarının otomasyonu ve yönlenmesi ile akademik ve yayım eğitimi kullanım potansiyellerine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Geipel ve ark. (2014), İHA ile alınan görüntülerden, arazinin üç boyutlu görüntüsünü elde etmiş ve sezon başından ortasına kadar mısır bitkisinin büyüme aşamalarını takip ederek İHA'nın mısır bitkisinde verim tahmini için kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Reis (2014), İHA ile elde edilen fotoğrafların işlenmesi sonucunda bitkide oluşabilecek herhangi bir olumsuzluğa karşı önceden müdahale edilebileceğini,

arazide en uygun ilaçlama döneminin tespiti ile uygulanacak kimyasal miktarı ayarlanarak gereksiz ilaç kullanımının çok büyük miktarda azaltılmasının mümkün olabileceğini bildirmiştir.

Yu ve ark. (2016), İHA ile elde edilen yüksek çözünürlüklü multispektral görüntülerden yararlanarak İHA'nın soya bitkisinde verim tahmininde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Bozdoğan ve ark. (2016) özel kameralar ile donatılan İHA'lar ile hastalıklı ve stres altındaki bitkilerin gözlemleneceğini ayrıca İHA'ların otonom ve programlanabilme kabiliyetleri sayesinde arazide istenilen bölgeye değişken oranlı uygulama yapılmasında da kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Doğan ve Yıldız (2019), soya ve yonca bitkilerini İHA ile alınan multispektral görüntüler sayesinde ayırt etmeyi amaçlamışlardır. İHA aracılığı ile elde edilen görüntüleri çeşitli yazımlarda işleyerek farklı sınıflandırma yönteminde kıyaslamışlardır. Maximum Likelihood yöntemi için doğruluğu %87, Support Vector Machine yöntemi için ise %81 olarak hesaplamışlardır.

Furukava ve ark. (2020), mısır bitkisinde verimi tahmin etmek amacıyla İHA verilerini kullanmışlardır. Araştırmacılar; 363,48 m^2 alandaki mısır tarlasında yaptıkları deney sonucunda, İHA ile elde edilen görüntülerin verim için oldukça kabul edilebilir olduğunu, üreticilerin mısır verimini tüm aşamalarda takip edebileceklerini bildirmişlerdir. Ayrıca 2050 yılına kadar gıda talebinin karşılanması için sürdürülebilir tarıma ihtiyaç duyulduğunu hassas tarım teknikleri, ürün yönetimi, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve Uzaktan Algılama teknolojilerine ihtiyaç olduğunu bildirmişlerdir.

İHA'lar üzerinde monte edilen özel kameralar sayesinde tarımsal alanlarda sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla, kimyasalların ihtiyaç duyulduğu yerde ve miktarda istenilen bölgeye uygulanması sağlanmakta ve istenilen bölgenin haritalama işlemleri yapılabilmektedir (Bozdoğan ve Yarpuz Bozdoğan, 2017).

1.4. Çalışmanın Önemi ve Amacı

Günümüzde özellikle tarım arazilerinde gerçekleştirilen çalışmaların çoğu teknoloji kullanılarak yapılmaktadır. Teknolojik yöntemler kullanıldığında tarımsal işlemler daha az işgücü ile daha kısa zamanda tamamlanmaktadır. Günümüzde tarım ve teknoloji ilişkileri arttıkça hassas tarım teknolojilerinden birisi olan İHA kullanımı da yaygınlaşmaktadır.

Bu tez çalışmasında, mısır ekilişlerindeki sıra üzeri dağılım değerlerini belirlemek amacıyla İHA'lardan elde edilen görüntülerdeki veriler ile yersel ölçüm verilerinin karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Geipel ve ark. (2014), İHA sistemleri kullanarak RGB görüntülerden elde edilen verilerden sezon başından ortasına kadar ürün büyüme aşamalarını ve mısır tane verimini tahmin etmeyi amaçlamışlardır. Araştırmacılar sonuçta, hava görüntülerine ve 3D bitki yüzey modellerine dayanan birleşik spektral ve mekansal modellemenin, mevsim ortası mısır verimi tahmini için uygun bir yöntem olduğu sonucuna varmışlardır.

Luna ve Lobo (2016), ürün ekim kalitesini değerlendirmek ve yeniden ekimi yönlendirmek için arazideki boşluk yoğunluğu tespit etme üzerine yaptıkları çalışmanın sonucunda, yersel ölçümlerin çok emek ve insan gücü gerektirdiğini, arazinin haritalamasında yeterli bilgiye sahip olunamayacağını tespit etmişlerdir. İHA ile elde edilen görüntülerin İHA'ların şeker kamışı ekimlerini yüksek kalitede görüntülemede etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Özcan (2017), İHA kullanarak ortofoto haritaların üretilmesinde uçuş yüksekliğinin, yeryüzü şekli ve yüzeyde bulunan nesnelerin konum doğruluklarına etkisi ve ortofoto haritaların konum hassasiyetleri incelenmiş ayrıca çalışmada üretilen yoğun nokta bulutu modellerinin de doğruluklarını arazi ölçümleriyle karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar 30 m ve 50 m yüksekliklerden fotoğraf çekimleri yapmıştır. Gerçek arazi ölçümleri ile ortofoto haritaları üzerindeki ölçümler karşılaştırılmış; ilk çalışma alanında uzunluk farkının 0,2-4 cm arasında değiştiğini, yükseklik karşılaştırılmasında ise 2-6 cm arasında fark olduğunu, ikinci çalışma alanında uzunluk farkının 0,05-2 cm arasında değiştiğini, yükseklik karşılaştırmasında ise 1-70 cm arasında fark olduğunu, ayrıca her iki çalışmada ölçüm doğruluk değerinin yerden yükseklik artıkça azaldığını bildirmişlerdir.

Öztürk ve ark. (2017), İTÜ Ayazağa Kampüsünde, 60 m, 80 m ve 100 m yüksekliklerde İHA ile uçuşlar gerçekleştirmişlerdir. 60 m ve 80 m yükseklikte 90°, 100 m yükseklikte 45°, 60° ve 90° kamera açıları ile yüksek çözünürlüklü sayısal görüntüler elde ederek alanın ortofoto görüntülerini üretmişlerdir. Farklı

yükseklikleri ve aynı yükseklikte farklı kamera açılarından üretilen ortofoto görüntünün doğruluğunun kıyaslanması ve değerlendirme aşamasında daha iyi sonuç alabilmek için çalışma alanında 50 cm x50 cm ebatlarında 5 adet yer kontrol noktası belirlemişlerdir. İHA'dan elde edilen görüntüler ile karşılaştırma yapmışlardır. 45°lik açı ile çekilen fotoğraflardan üretilen ortofoto görüntülerin diğerlerine göre daha yüksek doğrulukta olduğunu saptamışlardır. Bunun nedeni olarak fotoğraf çekim açısıyla güneş ışınlarının uyumlu olması gerektiği kanaatine varmışlardır. Görüntü çekim yükseklikleri kendi içinde dikkate alındığında, 60 m yükseklik 90° kamera açısı kullanılarak üretilen ortofoto görüntülerinin nokta konum doğruluğunun en yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Seki ve ark. (2017), İHA'ların hacim hesaplamaları üzerine çalışmalar yapmışlardır. Eskişehir İli Seyitgazi ilçesinde yaklaşık 18 800 m²'lik alanda, yersel ölçümlere paralel olarak İHA ile 100 m yükseklikte 96 adet fotoğraf çekmişler ve elde edilen veriler üzerinden hacim farkını tespit etmişlerdir. Yaklaşık 6 aylık sonuçlar incelendiğinde; belirlenen alanda yersel ölçümlerde 60 477,74 m³, fotogrametrik ölçümde ise 61 339,6 m³ dolgu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yersel ve fotogrametrik ölçümler arasında çıkan 861,86 m³ farkın ise fotogrametrik ölçümlerin yersel ölçümlerden 1 gün sonrasında yapıldığı ve 1 günlük çalışma farkından kaynaklandığı kanaatine varmışlardır. Ayrıca İHA kullanılarak yapılan ölçümlerle olumsuz arazi şartlarında kolayca ölçüm yapılmış, ölçümlerin yersel ölçümlerle tutarlı sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Ulvi (2018), hacim hesaplamasında kullanılan Fotogrametrik ve Klasik Hesaplama yöntemlerinde geçen süre ve hassasiyeti de dikkate alarak bu iki yöntemi kıyaslamıştır. Uygulamada kullanılan İHA ile ortalama 20 m yükseklikte 85 adet fotoğraf çekerek elde edilen verileri NETCAD programında işlemiştir. Topcon GPT 8203A yardımıyla homojen olarak yerleştirilen 8 yer kontrol noktalarından elde edilen değerleri kıyaslamıştır. Çalışma sonucunda ise; 360 m^2'lik alanda yapılan hacim hesaplamasında, çalışma süresi İHA ile 60 dakika iken klasik hesaplama yönteminde 220 dakika olduğunu gözlemlemiştir. Bunun

sonucunda İHA ile yapılan hacim hesaplaması, klasik hesaplama yöntemine göre dörtte bir oranda zaman ve dolayısıyla finansal tasarruf sağlandığını gözlemlemiştir. İHA'dan elde edilen veriler ile klasik yöntemle hesaplanan değerler kıyaslandığında 1.94 m^3 hacim farkı olduğunu ve %99.33 oranında doğruluğa sahip olduğunu tespit etmiştir. Hacim hesaplamasında İHA'ların sağladığı zaman ve maliyet avantajı dikkate alındığında, İHA ile yapılan ölçümlerin klasik ölçümlerin yerini alacağını bildirmiştir.

Hu ve ark. (2018), çalışma alanındaki ürünlerin büyüme aşamalarını, bitki yüksekliğini tahmin etmek için kendi kendini kalibrasyon yöntemini kullanmışlardır. Kendi kendini kalibrasyon yönteminde, tarla üzerinde 30'dan az bitki yüksekliğinin manuel olarak cetvelle ölçümleri yapılarak İHA'ya monte edilmiş bir RGB kamera görüntülerinden elde edilen değerler ile kıyaslamışlardır. Çalışmalarının sonucunda R^2'nin 0.63 ve tekrarlanabilirlik değerinin 0.74 olduğunu tespit etmişler ve manuel ölçümlere benzer hassasiyet elde edilebileceğini bildirmişlerdir.

Zhang ve ark. (2018), İHA'yla elde edilen görüntüler sayesinde mısır bitkilerinin arazi üzerinde nesne olarak tanınabileceğini ve bitkiler arasındaki mesafenin hesaplanabileceğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, mısır bitkileri arasındaki mesafe ölçümünün doğruluğunda, bitki boyu artışının ve yaprakların üst üste gelmesinin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle yaprakların üst üste gelmesinin görüntü almada hatalar yaratacağından dolayı bitkiler üç yapraklı dönemdeyken ve bitki fenotip farklılıklarının minimum olduğu yerlerde İHA'nın beş farklı uçuş yüksekliğinde (1; 2; 3; 4 ve 5 m) yere dikey görüntüler almışlardır. Araştırmacılar, 1 m uçuş yüksekliği dışında denemelerde yaklaşık olarak %10'luk göreceli bir hata olduğunu bunun da mısır bitkisi popülasyonlarının zamanında yapılan tahminleri desteklemek için yeterli olduğunu bildirmişlerdir.

Türkseven ve ark. (2018), Menemen (İzmir)'de pamuk arazisinde bulunan yabancı ot florasını klasik yöntemlere alternatif olarak İHA'lar ile tespit çalışmaları yapmışlardır. İHA ile dört farklı renk bandında (550, 660, 735 ve 790 nm) ölçüm

yapabilen kamera kullanmışlar ve alçak irtifa uçuşu ile pamuk arazisinde yabancı ot görüntülerine ait verileri toplamışlardır. Araştırmacılar, elde ettikleri görüntüleri tek bir programa dönüştürdükten sonra RGB ve NDVI haritalarının yabancı ot tespitinde işe yaradığını tespit etmişlerdir.

Kavoosi ve ark. (2018), İHA'yla elde edilen görüntülerden mısır bitkisi aralıklarını belirlemeyi ve ekici performansının kalitesini araştırmışlardır. Bitki aralığına ilişkin veriler el ile ölçülmüş ve İHA görüntülerinden elde edilen bitkilerin aralığına ilişkin verileri Excel programına işlemişlerdir. Bu iki veri kümesi arasındaki ilişkileri incelemiş ve korelasyon katsayısını (R) hesaplamışlardır. Zemin ve hava ölçümlerinden elde edilen bitki aralığı arasında $0.94 < R < 0.98$ ile kabul edilebilir bir doğrusal korelasyon olduğunu ve bu nedenle İHA görüntülerinin ekici performansını izlemek için güvenilir bir araç olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Kitano ve ark (2019), mısır bitki sayımı üzerine yaptıkları çalışmada İHA üzerine monte edilen RGB kamera ve sensörler yardımı ile önceden belirlenmiş bir alan üzerinde 1-20 m arasındaki yükseklikte çekimler yapmışlar ve elde edilen verileri LabelMe yazılımında işleyerek alanın Ortofoto haritasını elde etmişlerdir. Araştırmacılar yöntemlerini test ederken hektar (ha) başına bitki sayısı (45.000, 70.000 ve 90.000 adet); üç farklı uçuş yüksekliği (10, 15 ve 20 m) ve üç farklı büyüme aşamasını (4, 6 ve 8 yaprak) kriter olarak ele almışlardır. Mısır bitkilerini zeminden ayırmak için her birine belirli bir renk tayin etmişlerdir. Mısır için yeşil, zemin için mavi renk kullanmışlardır. Bazı durumlarda ise bitkiler birbirine çok yakındır. Bunu çözmek için mısır bitkilerinin ortalama alanı benzer olduğundan, bitkinin büyüklüğüne karşılık gelen damla dedektörü uygulamışlardır.

Araştırıcılar, araştırmalarının sonucunda; mısır bitki sayımı için elde edilen en iyi sonuçların, en erken büyüme aşamasında (4 yaprak) ve 20 m uçuş yüksekliğinde yaklaşık 70.000 bitki/ha bitki yoğunluğuna sahip alanların görüntülerinden elde edildiğini bildirmişlerdir.

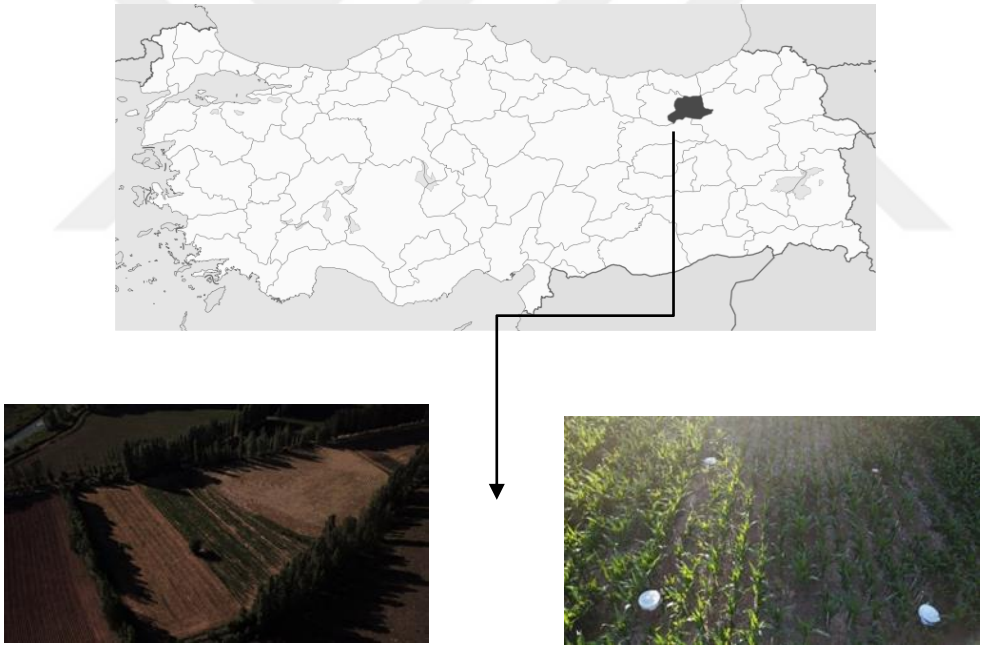
Shuai ve ark. (2019), İHA'yla çekilen görüntülere uygulanan işleme tekniklerini kullanarak mısırda bitki aralıkları ile verim arasındaki ilişkiyi karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar; tüm parseldeki mısır bitkilerini % 95'in üzerinde hassasiyetle tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, araştırma sonucunda bitki arasındaki uzaklıkların R^2 değerini 0.9 ve ortalama tahmini mısır aralığı mesafesini (d_e) < 2.0 cm arasında belirlemişler ve ürün veriminin bölgeler arasında önemli ölçüde farklılıklar olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar, bunun nedeni olarak, çalışma alanındaki bitkiler arası uzaklıkların homojen olmamasından kaynaklandığı sonucuna varmışlardır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme Alanı

Deneme, Bayburt İli Merkez İlçesi Dikmetaş Köyünde mısır bitkisi ekili tarım arazisinde yürütülmüştür (Şekil 3.1.). Deneme alanının deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık 1550 m'dir. Arazi seçiminde, SHGM tarafından yayımlanan "İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı"ndaki "Uçuşa yasak bölgeler" başlığı altında belirtilen maddeler göz önüne alınmıştır. Ayrıca aynı talimatın "Uçuş şartları ve alan gereklilikleri" başlığı altında verilen "Madde 19"a bağlı kalınmıştır (Anonymous, 2020e).



Şekil 3.1. Deneme alanı

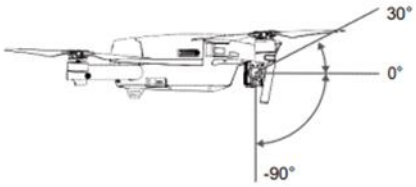
3.1.2. Denemede Kullanılan İHA

Denemede, mısır bitkisinin sıra üzeri dağılım düzgünlüğünü belirlemek amacıyla DJI Mavic Pro 4K model döner kanatlı dört rotorlu RGB kameraya sahip İHA kullanılmıştır (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Denemede kullanılan İHA (DJI Mavic Pro 4K)

İHA'daki gimbal 3 eksenli olup kontrol edilebilir hareket açısı: -90° ila +30° ve yatış açısı 0° ve 90° arasında değişmektedir (Şekil 3.3)



Şekil 3.3. Denemede kullanılan İHA'da gimbal hareket açıları (Anonymous, 2017)

Çizelge 3.1. Denemedeki İHA'ya Ait Bazı Teknik Özellikler (Anonymous, 2017).

Genel Özellikler	
Toplam ağırlık (gr)	743
Boyutlar (mm)	83 x 83 x 198
Motor tipi	Fırçasız
Uçuş menzili (km)	13
Uçuş hızı (max) (km/h)	65
Uçuş tavanı (m)	5 000
Yükselme hızı (km/h)	5
Alçalma hızı (km/h)	3
Uçuş süresi (dak.)	27
Havada kalma süresi (dak.)	24
Kontrol frekansı (GHz)	2.4/5 Wi-Fi
Çalışma sıcaklığı aralığı (°C)	0 - 40
Kamera Özellikleri	
Kamera çözünürlüğü (MP)	12.35
FOV (°)	78.8
Çekim açıları (°) (Dikey/Yatay)	140 / 90
Odak uzunluğu (mm)	28
Diyafram açıklığı	f2.2
Görüntü sensörü	CMOS
Görüntü formatı	JPEG, DNG
Deklanşör hızı (s)	8 – 1/1800
ISO aralığı	100 - 1600
Video Özellikleri	
Video çekimi (30 fps)	4K
Video belleği (GB)	32
ISO aralığı	100 - 3200
Video formatı	MP4, MOV
Pil Özellikleri	
Pil tipi ve gücü (mAh)	LiPo 3S; 3830
Enerji (Wh)	43.6
Çalışma sıcaklığı aralığı (°C)	5 - 40
Şarj gücü (W)	100
Pil ömrü (dak)	27

3.1.3. Görüntü İşleme Programı

İHA tarafından alınan fotoğraflar görüntü işleme programı ile analiz edilmiştir. Bu sayede görüntüler hakkında daha ayrıntılı ve hassas bilgiler elde edilerek yersel ölçümler ile kıyaslanmıştır.

3.1.4. Diğer Araç-Gereçler

Mısır ekili arazideki bitkilerin sıra üzeri uzaklıkları ve sıra arası mesafe ölçümlerinde 1 mm hassasiyetli çelik metre kullanılmıştır.

Mısır bitkisinin sıra üzeri dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi amacıyla yersel ölçümlerden ve İHA görüntülerinden yararlanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Arazi Denemeleri

Deneme alanında mısır bitkisinin sıra üzeri dağılım düzgünlüğünü belirlemek amacıyla 25 m^2 (5 m x 5 m) deneme parseli belirlenmiştir (Şekil 3.4. ve Şekil 3.5.).



Şekil 3.4. Deneme arazisi



Şekil 3.5. Örnekleme bölgesi

Bu deneme parselindeki mısır bitkisinin sıra üzeri uzaklıkları yersel ve havadan (İHA) ile belirlenmiştir. İHA ile yapılan uçuş, 7 m yükseklikte gerçekleştirilmiştir. Denemede İHA'nın kamera açısı 90^{o} olup uçuş hızı 1 m/s idi.

3.2.2. Ölçümlerin Değerlendirilmesi

Denemede, istenen sıra üzeri uzaklık değerinin (z) elde edilip-edilmediğine dair değerlendirme yapabilmek amacıyla, mısır bitkisi sıra üzeri uzaklıkları 25 m^2'lik deneme parselindeki her bir sıranın 5 m uzunluğunda yersel ölçülmüştür. Yersel ölçümler sonucu elde edilen değerler analiz edilerek ekim makinasının ekim iyilik derecesinin hesaplanması için kullanılan boşluk oranı (BO), ikizleme oranı (İO) ve kabul edilebilir bitki aralığı oranı (KBAO) parametreleri hesaplanmıştır.

Deneme parselindeki mısır bitkilerinin sıra üzeri uzaklık değerlerini karşılaştırabilmek için veriler hem yersel ve hem de İHA görüntüleriyle belirlenmiştir.

3.2.3. Görüntü İşleme Analizi

İHA'larla elde edilen mısır bitkisi sıra üzeri görüntülerinde uzaklık değerlerini belirlemek amacıyla görüntü işleme programı kullanılmıştır. Bu programda kullanılan algoritma Şekil 3.6.'da verilmiştir.

3.2.4. İHA’yla Görüntü Alma Görevinin Yüklenmesi

Deneme parselindeki mısır bitkisinin sıra üzeri uzaklıklarının görüntülenmesi amacıyla İHA’ya görev yüklemesine ait akış diyagramı aşağıdaki gibidir.

- SHGM Talimatlarına uygun deneme alanı seçilir.
- İHA'nın iniş kalkış seçimi yapılır.
- İHA' uçuş rotası hazırlanılır.
- Uçuş rotası hazırlanan İHA, gerekli önlemlerden sonra kumanda ile start verilir.
- İHA'ya yüklenen görev neticesinde istenilen bölgelerin görüntüsü alınır.
- İHA'ya yüklenen görevi bitirip iniş işlemlerine geçer.
- İHA üzerinden alınan görüntüler ara kablolar ile bilgisayara bağlanarak görüntü işleme programına aktarılır.
- Görüntü işleme programına aktarılan "jpg" formatındaki görüntüler algoritma sayesinde sayısal verilere çevrilir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Denemelerdeki Meteorolojik Koşullar

Deneme uçuşu, Bayburt İli Merkez İlçesi Dikmetaş Köyünde 04/07/2019 tarihinde uçuş için uygun bölgede gerçekleştirilmiştir.

Deneme uçuşu sırasındaki meteorolojik koşullar, akıllı telefona yüklenen UAV Forecast™ uygulamasından elde edilmiştir. Buna göre, uçuş günü ve uçuş zamanındaki ortalama meteorolojik değerler; hava sıcaklığı 11°C, rüzgar hızı 6 m/s ve İHA'ya bağlı uydu sayısı 13.0 olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.1.).



Şekil:4.1. UAV Forecast™ verileri

Deneme uçuşu sırasında, SHGM tarafından yayımlanan "İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı"ndaki "Uçuşa yasak bölgeler" başlığı altında belirtilen maddeler dikkate alınmıştır. Ayrıca, aynı talimatın "Uçuş şartları ve alan gereklilikleri" başlığı altında verilen "Madde 19"a bağlı kalınmıştır (Anonymous, 2020f).

Deneme parselindeki mısır bitkisinin sıra üzeri uzaklık değerleri yersel ölçümleri Şekil 4.2.'de verilmiştir.



Şekil:4.2. Denemelerde yersel ölçümlerin alınması

Deneme parselindeki mısır bitkisinin sıra üzeri uzaklık değerleri yersel ölçümleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4. 1. Deneme Parselindeki Mısır Bitkisi Uzaklıklarının Yersel Ölçümleri

Sıra Arası Ölçümler (cm)										
1. sıra	2. sıra	3. sıra	4. sıra	5. sıra	6. sıra	7. sıra	8. sıra	9. sıra	10. sıra	11. sıra
42	42	42	45	42	42	40	45	43	40	43
Sıra Üzeri Ölçümler (cm)										
1. sıra	2. sıra	3. sıra	4. sıra	5. sıra	6. sıra	7. sıra	8. sıra	9. sıra	10. sıra	11. sıra
20	67	14	17	17	24	17	23	13	25	14
9	20	17	17	4	18	23	13	16	21	18
24	11	25	36	25	5	9	15	17	5	11
15	74	9	15	26	86	37	53	53	37	46
35	14	13	20	22	29	51	29	6	17	30
16	32	16	74	14	10	25	1	11	25	1
17	22	21	4	14	17	11	25	12	35	14
21	17	30	21	26	19	12	21	50	12	42
22	97	14	70	15	50	15	10	25	21	1
14	14	24	17	27	11	34	41	30	26	17
30	19	18	22	20	16	12	48	13	22	40
16	5	13	6	75	23	36	8	49	4	19
11	10	37	37	38	13	18	30	19	19	8
22	22	12	12	45	11	1	26	36	29	20
17	10	12	104	51	13	32	22	8	43	23
21	32	22	24	26	22	37	10	19	20	25
30	23	44		7	13	17	26	13	20	16
20		7		57	37	16	22	19	10	26
20		16			26	14	22		21	7
6		10			5	16			4	16
28		18			18	14			30	12
9		56			26	36			21	18
									17	37

Yersel ölçümler sonucunda elde edilen ve Çizelge 4.1.'de verilen mısır bitkisi sıra üzerindeki uzaklıklar hakkında değerlendirme yapabilmek için KBAO, İO ve BO değerleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda elde edilen bu değerler Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Yersel Ölçümlerle Elde Edilen KBAO, İO ve BO Değerleri

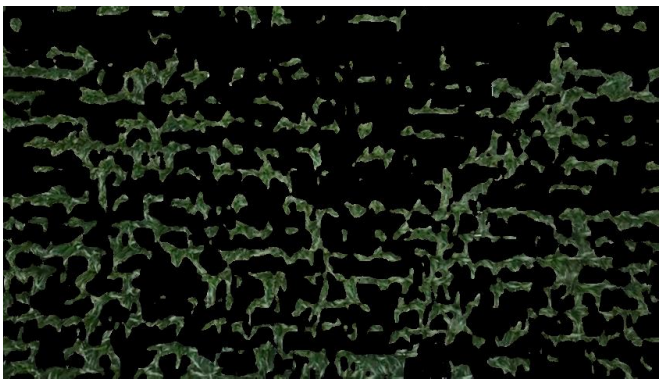
	Mısır bitkisi sıra no										
	1. sıra	2. sıra	3. sıra	4. sıra	5. sıra	6. sıra	7. sıra	8. sıra	9. sıra	10. sıra	11. sıra
KBAO(%)	64	47	68	44	33	50	55	32	56	48	56
İO(%)	4	6	0	12	6	9	4	5	5	13	9
BO(%)	32	47	32	44	61	41	41	63	39	39	35

Çizelge 4.2. incelendiğinde, mısır bitkisi sıra üzerindeki dağılım düzgünlüğünü veren KBAO (%) değeri en düşük 32 ve en yüksek 68 olarak bulunmuştur. İO (%) değeri en düşük 0 en yüksek 13 olarak hesaplanmıştır. BO (%) değeri ise en düşük 32 ve en yüksek 63 olarak bulunmuştur.

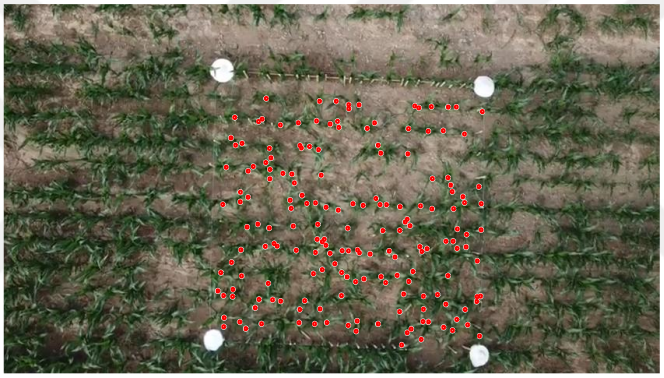
İHA'larla deneme parselinde elde edilen RGB görüntüleri Şekil 4.3.'te verilmiştir. Görüntü işleme programı yardımıyla Şekil 4.4 elde edilmiştir. Daha sonra, İHA görüntüsündeki mısır bitkilerinin merkezleri işaretlenmiş (Şekil 4.5.) ve mısır bitkilerinin sıra üzeri uzaklık değerleri ölçülmüştür (Şekil 4.6).



Şekil:4.3. Deneme parseli (5 m x5 m)



Şekil:4.4. Mısır bitkilerinin görüntü işlemesi

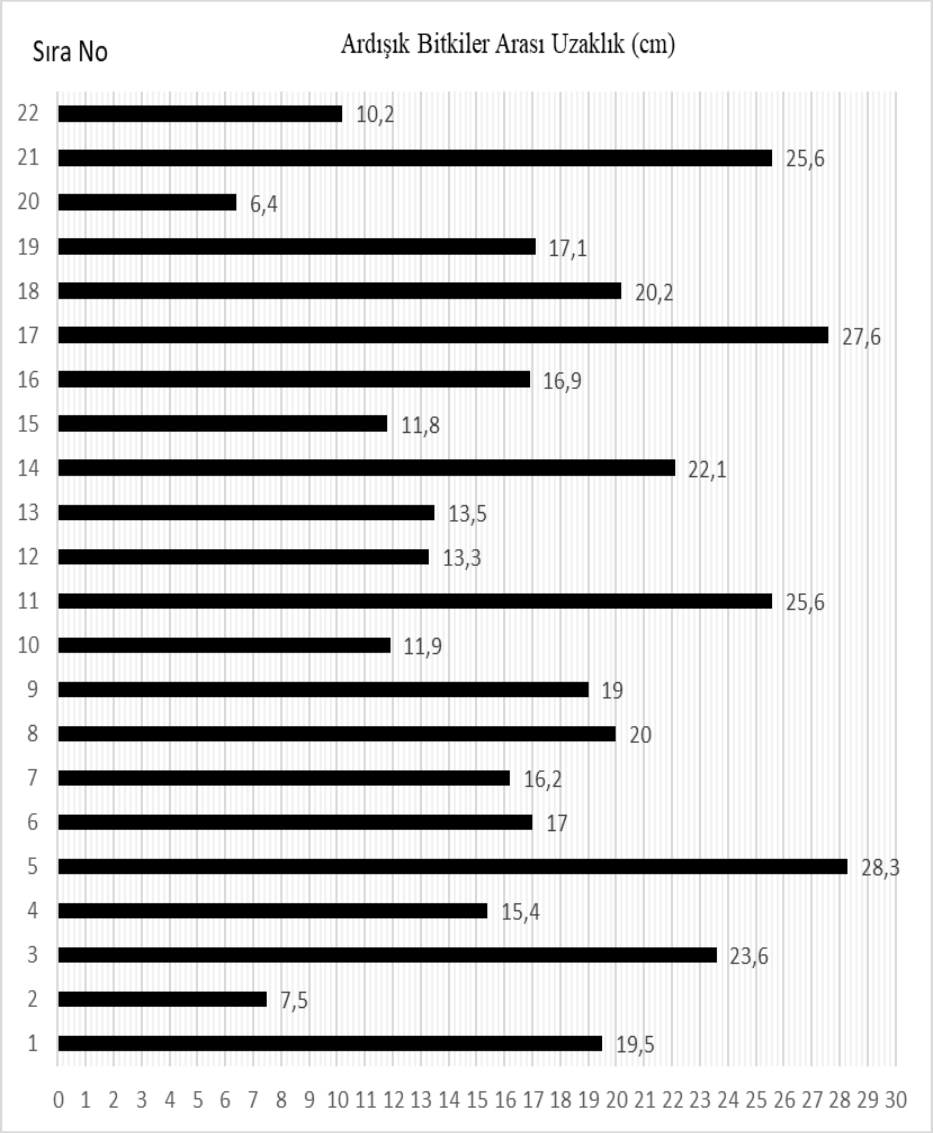


Şekil:4.5. İHA'yla görüntülenen mısır bitkileri merkezlerinin işaretlenmesi

Çizelge 4.3. İHA'yla Alınan Görüntülerin Piksel Cinsinden Değerleri (px)

59.385	50.143	2.467	29.365	41.958	11.650	25.951	0.3125	0.485
45.643	30.590	3.853	26.307	21.473	73.807	31.944	15.618	130.770
77.187	14.867	9.582	25.636	35.601	9.191	67.957	6.8211	13.419
122.060	70.815	1.532	103.330	2.600	6.762	45.667	28.58	11.682
22.327	73.400	3.279	50.273	6.222	4.400	5.809	0.8661	12.063
10.000	14.079	15.970	8.138	60.960	0.600	15.046	6.3802	114.900
65.088	4.629	0.292	59.127	30.534	112.510	54.300	22.496	136.880
82.254	74.375	13.034	20.073	18.658	7.505	26.529	10.079	70.277
75.383	18.170	18.321	3.477	85.915	35.546	10.723	24.574	26.893
21.300	1.786	9.347	67.097	21.928	29.276	10.216	34.471	13.635
17.250	14.897	43.848	34.200	9.197	61.830	1.5619	19.676	149.520
102.760	14.489	71.712	54.338	25.922	71.033	1.9286	4.909	15.137
								36.343

1 (px) = 1.46 cm olarak hesaplanmıştır.



Şekil:4.6. İA'yla alınan görüntülerde sıra üzeri uzaklık değerleri (cm)

Deneme parselindeki yersel ve İHA üzerinden alınan değerlerin karşılaştırılması Çizelge 4.4.'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Yersel Ölçüm ile İHA Ölçüm Değerlerinin Karşılaştırılması

Yersel Ölçümler (cm)	İHA Ölçümleri (cm)	Hata Payları (%)	Yersel / İHA Oranı (-)
20	19.5	2.58	1.03
9	7.5	17.00	1.20
24	23.6	1.87	1.02
15	15.4	-2.44	0.97
35	28.3	19.30	1.24
16	17.0	-6.07	0.94
17	16.2	4.71	1.05
21	20.0	4.97	1.05
22	19.0	13.84	1.16
14	11.9	15.00	1.18
30	25.6	14.60	1.17
16	13.3	16.68	1.20
11	13.5	-22.26	0.81
22	22.1	-0.61	1.00
17	11.8	30.45	1.44
21	16.9	19.35	1.24
30	27.6	8.10	1.09
20	20.2	-0.89	0.99
20	17.1	14.60	1.17
6	6.4	-7.23	0.94
28	25.6	8.64	1.09
9	10.2	-13.53	0.88
Ortalama: 19.23	17.66	6.30	1.08

Çizelge 4.4. incelendiğinde; yersel ölçümlerin ortalama değeri 19.23 cm ve İHA ölçümlerinin ortalama değeri 17.66 cm olarak belirlenmiştir. Yersel ölçümler ile İHA ölçümleri birbirlerine oranlandığında ortalama 1.08 değeri bulunmuştur. Bu nedenle, denemede İHA ölçümleri yersel ölçümlerden %8 daha az hesaplanmıştır.

Yersel ölçüm ve İHA'yla alınan fotoğrafların görüntü işleme uygulamasından sonraki ölçüm değerleri ile deneme parselindeki mısır bitkisinin sıra üzeri dağılım düzgünlüğünü değerlendirmede kullanılan KBAO, İO ve BO karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.5. Yersel Ölçümler ve İHA ölçümlerinde KBAO, BO ve İO değerleri

	Yersel Ölçüm	İHA Ölçümü
İkizleme Oranı(İ.O) (%)	4	5
Boşluk Oranı(B.O) (%):	32	27
Kabul Edilebilir Bitki Aralığı Oranı(KBAO) (%):	64	68

Çizelge 4.5. incelendiğinde, yersel ölçümde KBAO değeri %64 iken İHA ölçümlerinde bu değer %68 olarak hesaplanmıştır. Bu değerin %100 a yakın olması bitki sıra üzeri dağılım düzgünlüğünün doğruluğunu göstermektedir. Bu nedenle İHA'yla alınan verilerin görüntü işleme programı sonrasında daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Yersel ölçümlerde ölçüm yapan kişinin/kişilerin zamanla yorulduğu ve okuma/yazma hatası yapabileceği düşünülmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma, mısır bitkisinin sıra üzeri dağılım düzgünlüğünü yersel ölçümler ve İHA görüntülerinden elde edilen ölçümleri karşılaştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Denemede döner kanatlı dört rotorlu DJI Mavic Pro 4K RGB kameraya sahip İHA kullanılmıştır Deneme öncesinde SHGM tarafından İHA'lar için yayımlanan talimatlar dikkate alınmıştır.

Sonuç olarak, mısır ekilişlerinde sıra üzeri dağılım düzgünlüğünün İHA görüntüleriyle belirlenmesi üzerine yapılan bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

Deneme uçuşu sırasındaki meteorolojik koşullar kaydedilmiş ve meteorolojik koşulların İHA'yla uçuş gerçekleştirmeye uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Yersel ölçümlerde; deneme parselindeki (25 m^2) mısır bitkisi sıra üzeri dağılım düzgünlüğünü veren KBAO (%) değeri en düşük 32 ve en yüksek 68 olarak bulunmuştur. İO (%) değeri en düşük 0 en yüksek 13 olarak hesaplanmıştır. BO (%) değeri ise en düşük 32 ve en yüksek 63 olarak bulunmuştur.

Deneme parselindeki (25 m^2) mısır bitkisinin 1. sıra nosundaki sıra üzeri uzaklıkları karşılaştırıldığında;

- Yersel ölçümlerin ortalama değeri 19.23 cm ve İHA ölçümlerinin ortalama değeri 17.66 cm olarak belirlenmiştir. Yersel ölçümler ile İHA ölçümleri birbirlerine oranlandığında ortalama 1.08 değeri bulunmuştur. Bu nedenle, denemede İHA ölçümleri yersel ölçümlerden %8 daha az hesaplanmıştır.
- Yersel ölçümde KBAO değeri %64 iken İHA ölçümlerinde bu değer %68 olarak hesaplanmıştır. Bu değerin %100 a yakın olması bitki sıra üzeri dağılım düzgünlüğünün doğruluğunu göstermektedir. Bu nedenle İHA'yla alınan verilerin görüntü işleme programı sonrasında

daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Yersel ölçümlerde ölçüm yapan kişinin/kişilerin zamanla yorulduğu ve okuma/yazma hatası yapabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada İHA'nın mısır bitkisinde sıra üzeri dağılım düzgünlüğünü belirlemek amacıyla kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre aşağıdaki önerilerde bulunulabilir

- Bu çalışmada, mısır bitkisi 14 cm (z) sıra üzeri uzaklığında ekilmiştir. Bu denemenin gerçekleştirildiği arazide mısır bitkisi silajlık amacıyla ekildiğinden sıra üzeri uzaklıklar oldukça kısa mesafede tutulmuştur. Bu nedenle mısır bitkisinin yaprakları birbirini örtecek şekilde – hatta bazen – yaprakların bitki merkezini kapatacak şekilde görüntü alınmasından dolayı özellikle görüntü analizlerinde zorluklar yaşanmıştır. Bu zorlukları aşabilmek ve İHA'larla daha hassas görüntüler alabilmek amacıyla özellikle sık ekilen mısır bitkilerinin daha erken yetişme döneminde (2-4 yaprak) görüntülenmesi önerilmektedir.
- İHA kullanımının artması ve yaygınlaşmasını engelleyen faktörlerden birisi de üreticilerimizin hassas tarım ve bilişim teknolojilerine ilgisinin azlığıdır. Bu nedenle, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından üreticilere İHA desteği verilmelidir. Ayrıca, İHA ve tarım teknolojileri konusunda üreticilerin bilinç düzeyinin artırılması amacıyla Bakanlık-Üniversite-Sivil Toplum Kuruluşları tarafından bilgilendirme seminerleri düzenlenmeli ve farkındalık yaratılmalıdır.

KAYNAKLAR

Anonymous, 2016. https://www.dictionary.com/

Anonymous, 2017. https://www.dji.com/mavic/info

Anonymous, 2018b. http://www.tuik.gov.tr

Anonymous, 2019a. http://tuik.gov.tr

Anonymous, 2020a. https://www.igc.int/en/

Anonymous, 2020b. https://www.indexmundi.com

Anonymous, 2020c. http://tuik.gov.tr

Anonymous, 2020d. https://www.iha.com.tr

Anonymous, 2020e. web.shgm.gov.tr

Anonymous, 2020f. web.shgm.gov.tr

Akkamış, M., Çalışkan, S., 2020. İnsansız Hava Araçları ve Tarımsal Uygulamalarda Kullanımı. Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi, 2(1), 8-16

Bozdoğan, A.M., Sağlam, R., Deligönül, F., 2004. Türkiye'de Uçakla Süne Mücadelesi Tarımsal Mekanizasyon 22. Ulusal Kongresi Aydın Türkiye ss:185-193.

Bozdoğan, A.M., Bozdoğan, N.Y., Öztekin, M.E., Keiyinci, S. 2016. Hassas Tarımda İnsansız Hava Aracı Kullanımı. International Multidisciplinary Congress of Eurasia. Odessa, Ukraine. 11-13 July 2016. 686-691.

Bozdoğan, A.M., Yarpuz Bozdoğan, N., 2017. Sürdürülebilir Tarım Görüntülemesinde Dron 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 türlerinin sınıflandırılması. Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi, 16- 22.

Deligönül, F., 1999. Ekim, Dikim ve Gübreleme Mekanizasyonu. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: C-4, s. 140, Adana.

Ehsani, R., Maja, J.M., 2013. The rise of small UAVs in precision agriculture. Resource 20(4): 18- 19.

Freeman, P.K., Freeland, R.S., 2015. Agricultural UAVs in the US: potential, policy, and hype. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 2, 35-43.

Furukawa, F., Maruyama, K., Saito, Y.K., Kaneko, M., 2020. Corn Height Estimation Using UAV for Yield Prediction and Crop Monitoring. Unmanned Aerial Vehicle: Applications in Agriculture and Environment (e-book). 51- 69.

Geipel, J., Link, J., Claupein, W., 2014. Combined spectral and spatial modeling of corn yield based on aerial images and crop surface models acquired with an unmanned aircraft system. *Remote Sensing*, *6*(11), 10335-10355.

Hu, P., Chapman, S. C., Wang, X., Potgieter, A., Duan, T., Jordan, D., Zheng, B., 2018. Estimation of plant height using a high throughput phenotyping platform based on unmanned aerial vehicle and self-calibration: example for sorghum breeding. *European Journal of Agronomy*, *95*, 24-32.

Karayel, D., Özmerzi, A., 2000. Düşey Plakalı Hava Emişli Bir Hassas Ekim Makinasının Bazı Sebze Tohumları İçin Laboratuvar ve Tarla Koşullarında Sıra Üzeri Tohum Dağılım Değerlerinin Karşılaştırılması. Tarımsal Mekanizasyon 19.Ulusal Kongresi 1-2 Haziran 2000, Erzurum,ss:153-158.

Kavoosi, Z., Raoufat, M.H., 2020. Feasibility of Drone Imagery for Monitoring Performance of a Modified Drill in a Conservation Farming System. Journal of Agricultural Machinery, 10(1):23-35.

Kitano, B.T., Mendes, C.C., Geus, A.R., Oliveira, H.C., Souza, J.R., 2019. Corn Plant Counting Using Deep Learning and UAV Images. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*. 5 p.

Luna, I., Lobo, A., 2016. Mapping crop planting quality in sugarcane from UAV imagery: A pilot study in Nicaragua. *Remote Sensing*, *8*(6), 500.

Özcan, O., 2017. İnsansız Hava Aracı (İHA) ile Farklı Yüksekliklerden Üretilen Sayısal Yüzey Modellerinin (SYM) Doğruluk Analizi. Mühendislik ve Yer Bilimleri Dergisi, 2(1):1-7.

Öztürk, O., Bilgilioğlu, B.B., Çelik, M.F., Bilgilioğlu, S.F., Uluğ, R., 2017. İnsansız Hava Aracı (İHA) Görüntüleri ile Ortogörüntü Üretiminde Yükseklik ve Kamera Açısının Doğruluğa Etkisinin Araştırılması. Geomatik Dergisi, 2(3):135-141.

Reis, M., 2014. İnsansız Hava Araçları ile Bitki Koruma ve Tarım Uygulamaları. ISITES, (s. 1445-1449). Karabük.

Seki, M., Tiryakioğlu, İ., Uysal, M., 2017. Farklı Veri Toplama Yöntemleriyle Yapılan Hacim Hesaplarının Karşılaştırılması. Geomatik Dergisi, 2(2):106-111.

SHGM, 2016. İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı (SHT-İHA). Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, Ankara. 37 s.

Shuai, G., Martinez-Feria, R. A., Zhang, J., Li, S., Price, R., Basso, B., 2019. Capturing maize stand heterogeneity across yield-stability zones using unmanned aerial vehicles (UAV). Sensors, 19(20), 4446. 11 p.

Türker, U., Akdemir, B., Topakcı, M., Tekin, B., Aydın, İ.Ü.A., Özoğul, G., Evrenosoğlu, M., 2015. Hassas Tarım Teknolojilerindeki Gelişmeler. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, 295, Ankara.

Türkseven, S., Tekin B., Kızmaz, M.Z., Urkan, E., Serim, A.T., 2018. İnsansız hava araçları ile pamukta yabancı ot florasının tespit edilme olanakları. Türkiye VII. Bitki Koruma Kongresi (Uluslararası Katılımlı) Özet Bildiri Kitabı, 14-17 Kasım 2018, Muğla Türkiye, s: 135.

Ulvi, A., 2018. Analysis of the Utility of the Unmanned Aerial Vehicle (UAV) in Volume Calculation by Using Photogrammetric Techniques. International Journal of Engineering and Geosciences (IJEG), 3(2):43-49.

Yalçın, İ., Topuz, N., Yavaş, İ., Ünay, A., 2009. İkinci Ürün Mısırda Sırta Ekim Yönteminin Uygulanabilirliğinin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi , 6 (1) , 35-40.

Yıldız, Y., 1989. Ekim Dikim ve Gübreleme Makinaları. Çukurova Üniversitesi Ceyhan MYO Ders notları, No: 18, s. 129, Ceyhan.

Yu, N., Li, L., Schmitz, N., Tian, L., Greenberg, J., Diers, B., 2016. Development of Methods to Improve Soybean Yield Estimation and Predict Plant Maturity With An Unmanned Aerial Vehicle Based Platform. Remote Sensing of Environment, 91-101.

Yurdusever, E., 2006. Hassas Ekim Makinalarında İlerleme Hızının Farklı Küresellik Katsayısındaki Tohumların Dağılımı Üzerine Etkisi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Adana, 52 s.

Zhang, J., Basso, B., Price, R. F., Putman, G., Shuai, G., 2018. Estimating Plant Distance in Maize Using Unmanned Aerial Vehicle (UAV). *PloS one*, *13*(4).

ÖZGEÇMİŞ

1992 yılında Adana'da doğdu. 2011 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünde Lisans öğrenimine başladı. 2015 yılında aynı bölümden Ziraat Mühendisi ünvanı ile mezun oldu. Eylül 2017'de Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisansa başladı. 2017 yılında T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'nda Ziraat Mühendisi olarak çalışmaya başladı. Halen aynı Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine devam etmekte ve aynı Bakanlık'ta görev yapmaktadır.