



**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI**

**MARUL BAHÇELERİNDE GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİĞİ
KULLANILARAK YABANCI OT POPÜLASYONLARININ
TESPİTİ**

Yüksek Lisans Tezi

Mert EYİLİ

Danışman
Doç. Dr. Emine KAYA ALTOP

SAMSUN
2021

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI**



**MARUL BAHÇELERİNDE GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİĞİ
KULLANILARAK YABANCI POPÜLASYONLARININ
TESPİTİ**

Yüksek Lisans Tezi

Mert EYİLİ

Danışman

Doç. Dr. Emine KAYA ALTOP

SAMSUN
2021

TEZ KABUL VE ONAYI

Mert EYİLİ tarafından, Doç. Dr. Emine KAYA ALTOP danışmanlığında hazırlanan “Marul Bahçelerinde Görüntü İşleme Tekniği Kullanılarak Yabancı Ot Popülasyonlarının Tespiti” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 3.2.2021 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Hüsrev MENNAN Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/>
			Kabul
			<input type="checkbox"/>
			Ret
Üye (Danışman)	Doç. Dr. Emine KAYA ALTOP Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/>
			Kabul
			<input type="checkbox"/>
			Ret
Üye	Doç. Dr. Fırat PALA Siirt Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/>
			Kabul
			<input type="checkbox"/>
			Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY

... / ... / ...

Prof. Dr. Ali BOLAT
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım yüksek lisans/doktora/sanatta yeterlik tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

İmza

... / ... / 20...

Mert EYİLİ

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı : Marul Bahçelerinde Görüntü İşleme Tekniği Kullanılarak Yabancı Ot Popülasyonlarının Tespiti

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 22.12.2020 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 2

Tek kaynak oranı : % 1 çıkmıştır.

İmza

... / ... / 20...

Mert Eyili

ÖZET

MARUL BAHÇELERİNDE GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİĞİ KULLANILARAK YABANCI OT POPÜLASYONLARININ TESPİTİ

Mert EYİLİ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Bitki Koruma Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans, Şubat/2021

Danışman: Doç. Dr. Emine KAYA ALTOP

Kültür bitkilerinde önemli oranda verim kayıplarına neden olan yabancı otların kimyasal mücadelesi, insan ve çevre sağlığını olumsuz etkilemekte, üretim maliyetlerini artırmaktadır. Marul bitkisi gibi bazı kültür bitkilerinde ise yabancı ot mücadelesinde kullanılacak herhangi bir ruhsatlı bitki koruma ürünü bulunmamaktadır. Büyük üretim alanlarında bu durum önemli bir sorun arz etmektedir.

Yabancı otlar ile mücadeleye karar vermeden önce yabancı otun tür teşhisinin ve yoğunluk hesaplamasının yapılması gerekmektedir. Geleneksel olarak çerçeve atma yöntemi ile tür ve yoğunluk tespiti yapılabildiği gibi son zamanlarda konvansiyonel çalışmalara ikame olarak inovatif yaklaşımlar da söz konusudur. Görüntü işleme tekniği ve yapay sinir ağları, yabancı otların tür teşhisini, yoğunluk hesaplamasını ve bulunduğu konumların koordinatlarının hesaplanmasını mümkün kılacak yaklaşımlar arasında yer almaktadır.

Bu çalışma, Amasya ilinde İpekköy bölgesinde 4, Kayabaşı köyünde 1, Bulduklü köyünde 1, Karaköprü köyünde 2, Ovasaray köyünde 1, Samsun ilinde Bafra ilçesinde 1 olmak üzere 10 farklı marul ekim alanında gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda insansız hava aracı ile çekilen görüntüler kullanılmıştır. Sadece görüntü işleme tekniği kullanılarak marul ekim alanında yer alan yabancı otlar tespit edilmiş ve bu yabancı otların koordinat alanları hedef olarak gösterilmiştir. Dar ve geniş yapraklı yabancı otların ayrımı görüntü işleme tekniği ile sağlanmış, ancak tür teşhisi gerçekleştirilememiştir. Tekniğin, yapay sinir ağları ile desteklenmediğinde pratik olmadığı vurgulanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Görüntü işleme, yabancı ot, marul, yapay sinir ağları, insansız hava aracı

ABSTRACT

DETECTION OF WEED POPULATIONS USING IMAGE PROCESSING TECHNIQUE IN LETTUCE GARDENS

Mert EYİLİ

Ondokuz Mayıs University
Institute of Graduate Studies
Department of Plant Protection
Master, February/2021

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Emine KAYA ALTOP

The chemical struggle of weeds, which cause significant yield losses in cultivated plants, negatively affects human and environmental health and increases production costs. Some cultivated plants, such as lettuce, do not have any licensed plant protection products that can be used in weed control. In large production areas, this poses a significant problem.

Before deciding to weed control, it is necessary to make a species diagnosis and density calculation of weeds. Traditionally, species and density determination can be made by frame throwing method, and recently there are innovative approaches as a substitute for conventional studies. Image processing technique and artificial neural networks are among the approaches that can make it possible to diagnose the species of weeds, calculate density, and calculate the coordinates of the locations in which they are located.

This study was carried out in 10 different fields of lettuce cultivation, including 4 in Ipekköy, 1 in Kayabaşı Village, 1 in Bulduklu village, 2 in Karaköprü Village, 1 in Ovasaray Village district in Amasya province, 1 in Bafra district in Samsun province. In this context, images taken by Unmanned Aerial Vehicle were used. Only using image processing technique, weeds in the field of lettuce cultivation were identified and the coordinate areas of these weeds were shown as targets. Classification of narrow and broadleaf weeds was achieved by image processing technique, but no species diagnosis was made. It has been emphasized that the technique is not practical when it is not supported by artificial neural networks.

Keywords: Image processing, weed, lettuce, artificial neural networks, unmanned aerial vehicle

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Eğitimdir ki, bir milleti ya özgür, bağımsız, şanlı, yüksek bir topluluk halinde yaşatır; ya da esaret ve sefaletle terk eder.

MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

Günümüzde her geçen gün önemi katlanarak artan tarım sektöründe, sektörün ulaşabileceği noktaları gösterebilmek için bu çalışmayı yapmış bulunmaktayım. Yapılan çalışma ile çalışmayı geliştirebilecek bireylere yardımcı olabilmek en büyük onur kaynağım olacaktır.

Yenilikçi bir yaklaşım olan bu çalışmada, bana güvenen ve çalışma boyunca desteğini esirgemeyen sayın danışmanım Doç. Dr. Emine Kaya ALTOP'a, bugünlere gelmemi sağlayan ve maddi manevi her konuda destek olan aileme, çalışmayı başarabilmemde yol gösterici olan ve aynı zamanda yeni baba olan ağabeyim Mehmet Eyili'ye, bana her zaman inanan, umutsuzluğa kapıldığımda umut ışığı olan Ceren Dinç'e, zamanın ve yerin farketmediği daima yanımda olan Mehmet Burak Tuna ve Yunus Emre Eren dostlarıma, okul ve çalışma arkadaşlarıma, çalışmaya uygun arazilere yönlendiren bayilerimize ve ilgisini eksik etmeyen arazi sahibi çiftçilerimize sonsuz teşekkürü borç bilirim.

Mert EYİLİ

İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Marul Üretim Alanlarında Sorun Olan Yabancı Otlar	4
2.2. Görüntü İşleme Tekniği	5
2.3. Tarım Sektöründe Görüntü İşleme Tekniği	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM	11
3.1. Materyal	11
3.2. Yöntem.....	11
3.2.1. Konvensiyonel Yöntem ile Teşhisi Yapılan Yabancı Ot Türlerin Popülasyon Ölçümünün Hesaplanması	11
3.2.2. Görüntü İşleme Yöntemi ile Yabancı Otların Tespiti	14
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	16
4.1. Bulgular.....	16
4.1.1. Marul Ekim Alanlarında Konvensiyonel Yöntem ile Tür Teşhisi	
Yapılan Yabancı Ot Türleri, Rastlanma Sıklıkları ve Yoğunlukları.....	16
4.1.1.1. Semizotu (<i>Portulaca oleracea</i> L.)	19
4.1.1.2. Sirken (<i>Chenopodium album</i> L.)	20
4.1.1.3. Kırmızı Köklü Tilki Kuyruğu (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	22
4.1.1.4. Tarla Sarmaşığı (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)	23
4.1.1.5. Yabani Hardal (<i>Sinapis arvensis</i> L.)	25
4.1.1.6. Köpek Dişi Ayırığı (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.)	27
4.1.2. Marul Ekim Alanlarında Görüntü İşleme Tekniği ile Elde Edilen Katmanlar	28
4.1.2.1. İşlenmemiş Ham Görüntü	28
4.1.2.2. Toprak ve Sulama Sistemi Katmanı.....	34
4.1.2.3. Bitki Örtüsü Katmanı	39
4.1.2.4. Marul Bitkisi Katmanı.....	45
4.1.2.5. Yabancı Ot Katmanı.....	51
4.1.2.6. Orijinal Görüntü Üzerinde Hedeflenmiş Olan Yabancı Ot Popülasyonları	57
4.1.3. Görüntü İşleme Tekniği ile Tespit Edilen Yabancı Ot Popülasyonlarının Değerlendirilmesi.....	63
4.2. Tartışma	68
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	71
6. KAYNAKÇA	73
7. EKLER	76

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C: santigrat derece

cm: santimetre

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations

mm: milimetre

px: piksel

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

YSA: Yapay Sinir Ağları



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Görüntüde 7x6 piksel alanındaki RGB piksellerinin değerleri.....	7
Şekil 2. Çerçeve atma işlemi ile tür teşhisi ve popülasyon ölçümü	13
Şekil 3. Lokasyon 2 (a) ve Lokasyon 5'e (b) ait insansız hava aracı ile çekilmiş olan ekim alanı görüntüsü	14
Şekil 4. Lokasyon 3'e ait orijinal görüntü (a), toprak tespiti (b), bitki örtüsü katmanı (c), marul bitkisi katmanı (d), yabancı ot katmanı (e), orijinal görüntüde hedeflenmiş olan yabancı otlar (f)	15
Şekil 5. <i>Portulaca oleracea</i> tohumu (a) ve gelişme aşamaları (b,c)	19
Şekil 6.1. <i>Chenopodium album</i> kotiledon ve gerçek yaprak.....	20
Şekil 6.2. <i>Chenopodium album</i> tohumu (a) ve gelişme aşamaları (b,c)	21
Şekil 7.1. <i>Amaranthus retroflexus</i> kotiledon ve gerçek yaprak	22
Şekil 7.2. <i>Amaranthus retroflexus</i> tohumu (a) ve gelişme aşamaları (b,c)	23
Şekil 8.1. <i>Convolvulus arvensis</i> kotiledon ve gerçek yaprak.....	24
Şekil 8.2. <i>Convolvulus arvensis</i> tohumu (a) ve gelişme aşamaları (b,c)	25
Şekil 9.1. <i>Sinapis arvensis</i> kotiledon ve gerçek yaprak.....	26
Şekil 9.2. <i>Sinapis arvensis</i> tohumu (a) ve gelişme aşamaları (b,c).....	26
Şekil 10. <i>Cynodon dactylon</i> tohumu (a) ve gelişme aşamaları (b,c).....	27
Şekil 11.1. Lokasyon 1'e ait işlenmemiş görüntü.....	28
Şekil 11.2. Lokasyon 1'e ait işlenmemiş görüntü.....	29
Şekil 11.3. Lokasyon 2'ye ait işlenmemiş görüntü.....	29
Şekil 11.4. Lokasyon 3'e ait işlenmemiş görüntü.....	30
Şekil 11.5. Lokasyon 4'e ait işlenmemiş görüntü.....	30
Şekil 11.6. Lokasyon 5'e ait işlenmemiş görüntü.....	31
Şekil 11.7. Lokasyon 6'ya ait işlenmemiş görüntü.....	31
Şekil 11.8. Lokasyon 7'ye ait işlenmemiş görüntü.....	32
Şekil 11.9. Lokasyon 8'e ait işlenmemiş görüntü.....	32
Şekil 11.10. Lokasyon 9'a ait işlenmemiş görüntü.....	33
Şekil 11.11. Lokasyon 10'a ait işlenmemiş görüntü.....	33
Şekil 12.1. Lokasyon 1'e ait tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü	34
Şekil 12.2. Lokasyon 1'e ait, tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü	35
Şekil 12.3. Lokasyon 2'ye ait, tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü	35
Şekil 12.4. Lokasyon 3'e ait, tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü	35

.....	36
Şekil 12.5. Lokasyon 4'e ait, tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü	36
.....	36
Şekil 12.6. Lokasyon 5'e ait, tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü	37
.....	37
Şekil 12.7. Lokasyon 6'ya ait, tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü	37
.....	37
Şekil 12.8. Lokasyon 7'ye ait, tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü	38
.....	38
Şekil 12.9. Lokasyon 8'e ait, tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü	38
.....	38
Şekil 12.10. Lokasyon 9'a ait, tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü	39
.....	39
Şekil 12.11. Lokasyon 10'a ait, tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü	39
.....	39
Şekil 13.1. Lokasyon 1'e ait, elde edilen bitki örtüsü	40
.....	40
Şekil 13.2. Lokasyon 1'e ait, elde edilen bitki örtüsü	40
.....	40
Şekil 13.3. Lokasyon 2'ye ait, elde edilen bitki örtüsü	41
.....	41
Şekil 13.4. Lokasyon 3'e ait, elde edilen bitki örtüsü	41
.....	41
Şekil 13.5. Lokasyon 4'e ait, elde edilen bitki örtüsü	42
.....	42
Şekil 13.6. Lokasyon 5'e ait, elde edilen bitki örtüsü	42
.....	42
Şekil 13.7. Lokasyon 6'ya, elde edilen bitki örtüsü	43
.....	43
Şekil 13.8. Lokasyon 7'ye ait, elde edilen bitki örtüsü	43
.....	43
Şekil 13.9. Lokasyon 8'e ait, elde edilen bitki örtüsü	44
.....	44
Şekil 13.10. Lokasyon 9'a ait, elde edilen bitki örtüsü	44
.....	44
Şekil 13.11. Lokasyon 10'a ait, elde edilen bitki örtüsü	45
.....	45
Şekil 14. L*a*b* renk skalası	45
.....	45
Şekil 15.1. Lokasyon 1'e ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü	46
.....	46
Şekil 15.2. Lokasyon 1'e ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü	47
.....	47
Şekil.15.3. Lokasyon 2'ye ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü	47
.....	47
Şekil.15.4. Lokasyon 3'e ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü	48
.....	48
Şekil.15.5. Lokasyon 4'e ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü	48
.....	48
Şekil 15.6. Lokasyon 5'e ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü	49
.....	49
Şekil 15.7. Lokasyon 6'ya ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü	49
.....	49

Şekil 15.8. Lokasyon 7'ye ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü.....	50
Şekil 15.9. Lokasyon 8'e ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü.....	50
Şekil 15.10. Lokasyon 9'a ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü.....	51
Şekil 15.11. Lokasyon 10'a ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü.....	51
Şekil 16.1. Lokasyon 1'e ait, elde edilen yabancı otlar	52
Şekil 16.2. Lokasyon 1'e ait, elde edilen yabancı otlar	52
Şekil 16.3. Lokasyon 2'ye ait, elde edilen yabancı otlar	53
Şekil 16.4. Lokasyon 3'e ait, elde edilen yabancı otlar	53
Şekil 16.5. Lokasyon 4'e ait, elde edilen yabancı otlar	54
Şekil 16.6. Lokasyon 5'e ait, elde edilen yabancı.....	54
Şekil 16.7. Lokasyon 6'ya ait, elde edilen yabancı otlar	55
Şekil 16.8. Lokasyon 7'ye ait, elde edilen yabancı otlar	55
Şekil 16.9. Lokasyon 8'e ait, elde edilen yabancı otlar	56
Şekil 16.10. Lokasyon 9'a ait, elde edilen yabancı.....	56
Şekil 16.11. Lokasyon 10'a ait, elde edilen yabancı.....	57
Şekil 17.1. Lokasyon 1'e ait, hedeflenen yabancı otlar	58
Şekil 17.2. Lokasyon 1'e ait, hedeflenen yabancı otlar	58
Şekil 17.3. Lokasyon 2'ye ait, hedeflenen yabancı otlar	59
Şekil 17.4. Lokasyon 3'e ait, hedeflenen yabancı otlar	59
Şekil 17.5. Lokasyon 4'e ait, hedeflenen yabancı otlar	60
Şekil 17.6. Lokasyon 5'e ait, hedeflenen yabancı otlar	60
Şekil 17.7. Lokasyon 6'ya ait, hedeflenen yabancı otlar	61
Şekil 17.8. Lokasyon 7'ye ait, hedeflenen yabancı otlar	61
Şekil 17.9. Lokasyon 8'e ait, hedeflenen yabancı otlar	62
Şekil 17.10. Lokasyon 9'a ait, hedeflenen yabancı otlar	62
Şekil 17.11. Lokasyon 10'a ait, hedeflenen yabancı otlar	63
Şekil 18.1. Çerçeve atma yöntemi	63
Şekil 18.2. Görüntü işleme tekniği.....	64
Şekil 18.3. Görüntü işleme tekniğinde tespit edilen yabancı otlar.....	64
Şekil 18.4. Görüntü işleme tekniği ile tespit edilen yabancı otların birbiri üzerine örtüştüğü ve marul bitkisine temas ettiği kısımlardaki tespiti	65
Şekil 18.5. Görüntü işleme tekniği ile dar ve geniş yapraklı yabancı otların tespiti.....	68
Şekil 19.1. Lokasyon 1'e ait işlenmemiş görüntü.....	79
Şekil 19.2. Lokasyon 1'e ait işlenmemiş görüntü.....	79

Şekil 19.3. Lokasyon 2'ye ait işlenmemiş görüntü.....	80
Şekil 19.4. Lokasyon 2'ye ait işlenmemiş görüntü.....	80
Şekil 19.5. Lokasyon 3'e ait işlenmemiş görüntü.....	81
Şekil 19.6. Lokasyon 8'e ait işlenmemiş görüntü.....	81
Şekil 20.1. Lokasyon 1'e ait tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü	82
Şekil 20.2. Lokasyon 1'e ait tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü	82
Şekil 20.3. Lokasyon 2'ye ait tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü	83
Şekil 20.4. Lokasyon 2'ye ait tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü	83
Şekil 20.5. Lokasyon 3'e ait tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü	84
Şekil 20.6. Lokasyon 8'e ait tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü	84
Şekil 21.1. Lokasyon 1'e ait, elde edilen bitki örtüsü.....	85
Şekil 21.2. Lokasyon 1'e ait, elde edilen bitki örtüsü.....	85
Şekil 21.3. Lokasyon 2'ye ait, elde edilen bitki örtüsü.....	86
Şekil 21.4. Lokasyon 2'ye ait, elde edilen bitki örtüsü.....	86
Şekil 21.5. Lokasyon 3'e ait, elde edilen bitki örtüsü.....	87
Şekil 21.6. Lokasyon 8'e ait, elde edilen bitki örtüsü.....	87
Şekil 22.1. Lokasyon 1'e ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü.....	88
Şekil 22.2. Lokasyon 1'e ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü.....	88
Şekil 22.3. Lokasyon 2'ye ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü.....	89
Şekil 22.4. Lokasyon 2'ye ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü.....	89
Şekil 22.5. Lokasyon 3'e ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü.....	90
Şekil 22.6. Lokasyon 8'e ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü.....	90
Şekil 23.1. Lokasyon 1'e ait, elde edilen yabancı otlar	91
Şekil 23.2. Lokasyon 1'e ait, elde edilen yabancı otlar	91
Şekil 23.3. Lokasyon 2'ye ait, elde edilen yabancı otlar	92
Şekil 23.4. Lokasyon 2'ye ait, elde edilen yabancı otlar	92
Şekil 23.5. Lokasyon 3'e ait, elde edilen yabancı otlar	93
Şekil 23.6. Lokasyon 8'e ait, elde edilen yabancı otlar	93
Şekil 24.1. Lokasyon 1'e ait, hedeflenen yabancı otlar	94
Şekil 24.2. Lokasyon 1'e ait, hedeflenen yabancı otlar	94
Şekil 24.3. Lokasyon 2'ye ait, hedeflenen yabancı otlar	95

Şekil 24.4. Lokasyon 2'ye ait, hedeflenen yabancı otlar	95
Şekil 24.5. Lokasyon 3'e ait, hedeflenen yabancı otlar	96
Şekil 24.6. Lokasyon 8'e ait, hedeflenen yabancı otlar	96



TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1. Çalışma için belirlenen lokasyonların etiket ve koordinat bilgileri	11
Tablo 2. Lokasyonlardaki marul ekim alanı büyüklüğü ve örnekleme sayısı.....	12
Tablo 3. Amasya ili Merkez ilçede marul ekim alanlarında bulunan yabancı ot türleri ve bu bölgedeki rastlanma sıklıkları (%)	17
Tablo 4. Lokasyonlarda bulunan yabancı ot türlerinin yoğunlukları (bitki/m ²).....	18
Tablo 5. Lokasyondaki oplam görüntü alanı, yabancı otların kaplama alanı ve yabancı otların kaplama oranı.....	66
Tablo 6. Tespti yapılan yabancı otların sayısını, kapladığı alanı, şekil özelliğini, benzerlik oranı ve genişlik verilerinin gösterildiği ekran	67



1. GİRİŞ

Yaprağı yenen sebzeler grubunda yer alan marul, tek yıllık bir bitki olup ılıman iklimde yetişmektedir. 2-3 ay içerisinde olgunlaşan marul, açıkta veya örtü altında yılın 12 ayı da yetiştirilebilmektedir.

Marul yetiştiriciliği için en uygun sıcaklık 15,5 °C ile 18,3 °C arasındadır. Sıcaklıklar 18 °C üzerine çıktığında vegetatif gelişim yerini generatif gelişime bırakmaktadır. Soğuğa ise -4 °C'ye kadar dayanabilmektedir.

Doğrudan tohum veya fide ile yetiştirilmektedir. Fide ile dikilecek marullar masura usulü yetiştirilecek ise domuz burnuyla veya listerle masuraların sıra arası 40 ile 80 cm aralığında olacak şekilde ayarlanmaktadır. Sıra üzeri ise 15 ile 20 cm aralığında ayarlanarak dikim gerçekleştirilmektedir. Fideler düze dikilecek ise aynı mesafeler uygulanarak genişliği 120 ile 130 cm aralığındaki şeritlerde ve her bir şeritte 3 ile 4 marul fidesi olacak şekilde dikim gerçekleştirilmektedir.

Marul yetiştiriciliğinde verim marul sayısı olarak hesaplanmaktadır. Ülkemizde dönümden ortalama 7-8 bin adet marul elde edilmektedir. Ağırlık bazında ise dönemde 3-4 tona tekabül etmektedir (Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2015).

Dünyada 2018 yılı FAO verilerine göre 1.270.138 hektar alanda, 27.256.487 ton marul yetiştirilmiştir. Çin, dünyadaki toplam üretimin %57'si olan 15.541.717 ton marul üretimi ile 1. sırada yer almaktadır. Sıralamayı ABD (3.677.323 ton) ile Hindistan (1.222.323 ton) takip etmektedir. Türkiye ise 2018 yılı FAO verilerine göre 487.543 ton ile 8. sırada yer almaktadır (FAO, 2018).

Ülkemizde kıvırcık, göbekli ve aysberg olmak üzere üç tip marul üretilmektedir.

Türkiye'de 2019 yılı TÜİK verilerine göre kıvırcık 198.491 ton, göbekli 215.758 ton ve aysberg 85.547 ton olmak üzere toplam 499.796 ton marul yetiştirilmiştir. Yaprağı yenen sebzeler grubunda, bu üretim miktarı ile lahanadan sonra ikinci sırada yer almaktadır.

TÜİK, 2019 illere göre marul üretimine bakıldığında ise, kıvırcık marulda Tokat (24.454 ton), göbekli marulda Adana (49.231 ton) ve aysberg marulda Ankara (43.363 ton) 1. sırada yer almaktadır.

Marul yetiştiriciliğinde yabancı otlar, marul bitkisinin kalitesini düşürerek verim kayıplarına neden olmaktadır. Marulda baş sertliği, yaprak boyutu, nitrat ve karoten içeriğine olan etkisi de göreceli olarak bilinmektedir (Shrefler et al., 1996).

Yabancı otların bu özelliği nedeniyle, mücadeleye yabancı otlar gelişimini tamamlamadan erken dönemde başlanmalıdır. Fakat yabancı otların tespitini erken dönemde yapabilmek nispeten zordur. Etkin bir mücadele yöntemi uygulanabilmesi için yabancı otların tür teşhisinin doğru yapılması gerekmektedir.

Geleneksel olarak yabancı ot tür teşhisi ve yoğunluk hesaplaması yapılırken çerçeve atma yöntemi kullanılmaktadır. Marul ekim alanlarında 1 dekarlık alanda 4 kez, 2-10 dekarlık alanda 8 kez, 11-20 dekarlık alanda 12 kez, tercihen köşegenleri doğrultusunda hareket ederek 1 metre karelik çerçeve atılarak çerçevenin iç kısmında kalan yabancı otların tür ve sayıları belirlenip yoğunluk hesabı yapılmaktadır. Yoğunluğu hesaplanan yabancı ot türünün ekonomik zarar eşiğine ulaşıp ulaşmadığı tespit edilip mücadele zamanına karar verilmektedir (Odum, 1971).

Görüntü işleme ve analizi, hayatımızdaki pek çok alanda hızla büyümeye devam eden bir alandır. Tıp, tarım, imalat, ulaşım, iletişim sistemleri ve uzay araştırmaları gibi alanlar, uygulama alanlarından sadece birkaçıdır. Bilgisayar ile görüntüleme olarak da adlandırılan dijital görüntü işleme, görsel bilgilerin bilgisayar tarafından elde edilmesi ve işlenmesi olarak tanımlanabilmektedir. Dijital görüntü işlemenin önemi, birincil duyumuzun görme duyusu olduğu gerçeğinden kaynaklanmaktadır. Görme duyumuz, fiziksel etkileşime ihtiyaç duymadan bilgi toplamamıza olanak tanımakta; her türlü bilgiyi doğrudan resimlerden veya videolardan analiz edebilmemizi sağlamaktadır. Dijital görüntü işleme; uydu görüntülerinde arazi tipinin otomatik olarak belirlenmesi, bir Mars gezginin robotik kontrolü ve tıbbi görüntülerdeki anormalliklerin otomatik sınıflandırılması gibi örnek uygulamalarda kullanılmaktadır (Dougherty, 2020).

Günümüzde ilerleyen teknoloji sayesinde yabancı otların tür tespiti ve yoğunluk hesaplaması bilgisayar ortamında yapılabilmektedir. “Matlab” gibi özel bilgisayar yazılımlarının tarım alanlarında yabancı otların tespiti için kullanılabilmesi mümkündür. İnsansız hava aracı ile çekilen görüntünün, yazılıma aktarılması ve Görüntü İşleme Tekniği ile bulunan materyallerin katmanlara ayrılması sonucunda yabancı otlar tespit edilebilmektedir. Toprak, kültür bitkisi ve yabancı ot ayrı ayrı katmanlara ayrılabilir. Görüntü İşleme Tekniği, Yapay Sinir Ağları (YSA) ile birleştiğinde ise yabancı ot katmanında tür teşhisi de yapılabilmektedir.

YSA insan beynini temel alarak öğrenme işlemini gerçekleştiren sistemdir. Öğrenme işlemini öncesinden elde edilen örnekler sayesinde gerçekleştirmektedir. Her örneklerin birbiri içerisinde bağlantılı olduğu yapay sinir hücreleri mevcuttur. Her

bağlantının da birbirinden farklı ağırlık değeri bulunmaktadır. YSA bu değerleri saklı tutarak ağlara yaymaktadır. YSA'nın hesaplama yöntemi diğer hesaplama yöntemlerinden farklı bir şekilde çalışmaktadır. Eksik bilgi ile çalışabilmekte, ortamda bulunan belirsizliklerde karar verebilen, karşılaşılan hatalara tolerans gösterebilen bir hesaplama yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır (Öztemel, 2003).

Teşhis etmek istenilen yabancı ot türünün farklı koşullarda, farklı boyutlardaki örneklerinin farklı açılarda görüntülenip yazılıma yüklenerek YSA ile bilgisayara yabancı ot türünün öğretilmesi mümkündür. Sonrasında yapılacak görüntülemelerde ortak ağlar sonucu yabancı ot türünün tespit edilebilir. Araştırmacılar tarafından yapılacak yazılım desteğiyle Görüntü İşleme Tekniği sayesinde, kimyasal mücadelenin önüne geçilerek, ekim alanında bulunan tüm yabancı otlar için ortak mücadele yöntemi çatısı altında toplayan eradikasyon sistemi veya lazer benzeri sistem ile yabancı otların imhası hedeflenmektedir.

Bu bağlamda değerlendirildiğinde çalışmada, ekim/dikim şeklinden dolayı görüntüleme yaşanabilecek olası sorunların önüne geçmek ve ekim alanlarında sorun olan yabancı otlara karşı herhangi bir bitki koruma ürünü bulunmamasından dolayı marul bitkisi tercih edilmiştir. Araştırma kapsamında marul ekim alanlarındaki yabancı ot popülasyonlarının ve yoğunluklarının belirlenmesi, geleneksel bir yöntem olan çerçeve atma yöntemi ve yenilikçi bir yöntem olarak düşünülen Görüntü İşleme Tekniği kullanılarak tekniklerin birbirlerini destekleme oranlarının belirlenmesi hedeflenmiştir.

Sadece Görüntü İşleme Tekniği kullanılarak gerçekleştirilen, yabancı otları dar ve geniş yapraklı olarak ayırma işleminden bahsedilmiştir. YSA çalışmada kullanılmadığı için tür teşhisine girilmemiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Marul Üretim Alanlarında Sorun Olan Yabancı Otlar

Samsun, Karadeniz Araştırma Enstitüsü'nde 2004-2005 yılları arasında Işık vd., 2009 tarafından organik marul üretimi üzerinde yürütülen bir çalışmada, yazlık örtücü bitkilerin, yabancı otları baskılayıcı özelliğine değinilmiştir. Deney alanında ağırlıklı olarak bulunan yabancı ot türlerinin, darıcan (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.B.) (%10), tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis* L.) (%8), köpek dişi ayrığı (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) (%6), semizotu (*Portulaca oleracea* L.) (%6), köygöçüren (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) (%5), kırmızı köklü horozibiği (*Amaranthus retroflexus* L.) (%5) ve sirken (*Chenopodium album* L.) (%5) oldukları, diğer türlerin nispi oranının ise %5'ten az olduğu belirtilmiştir.

Erzurum ilinde yapılan bir çalışmada yabancı ot mücadelesi için kritik zamanın marul dikiminden itibaren 13. gün olduğu hesaplanmıştır. Çalışmada yabancı otların metrekaresindeki ortalama yoğunluğu 34 adet olup, en yoğun bulunan yabancı otun kırmızı köklü horozibiği (*Amaranthus retroflexus* L.) bunu sırasıyla sirken (*Chenopodium album* L.), köygöçüren (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) ve kirpi darı (*Setaria viridis* (L.) Beauv.) izlediği bildirilmiştir (Kaymakçı, 2007).

Hatay ilinde, 2017 yılında, 75 marul bahçesinde Soylu vd. tarafından yapılan çalışmada marul bahçelerinde en sık rastlanan yabancı otlar tespit edilmiştir. Her marul bahçesinde 1 dekarlık alan belirlenip 1 metrekaresel çerçeve atılarak çerçeve alanındaki yabancı ot türleri ve sayıları tespit edilerek yabancı ot yoğunluğu ve rastlanma sıklığı hesaplanmıştır. Çok yaygın >%50, orta yaygın %25-49, az yaygın %12,5-24 ve nadir yaygın <%12,5 olarak ifade edilmektedir. Yapılan çalışma sonucunda çok yaygın yabancı ot türleri, kırmızı köklü tilki kuyruğu (*Amaranthus retroflexus* L.), kısır yabani yulaf (*Avena sterilis* L.), sirken (*Chenopodium album* L.), tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis* L.), yabani hardal (*Sinapis arvensis* L.); orta yaygın yabancı ot türleri, papatya (*Anthemis* spp.), çoban çantası (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), delice (*Lolium multiflorum* Lam.), ebegümece (*Medicago* spp.), semiz otu (*Portulaca oleracea* L.), adi kanarya otu (*Senecio vernalis* Waldst. & Kit.), köpek üzümü (*Solanum nigrum* L.), adi eşek marulu (*Sonchus oleraceus* L.), kanyaş (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), üçgül (*Trifolium* spp.), yabani fiğ (*Vicia sativa* L.) ve domuz pıtrağı (*Xanthium strumarium* L.) olarak tespit edilmiştir (Soylu vd., 2017).

Amerika Birleşik Devletleri, Ames bölgesinde, 2013-2014 yılları aynı marul ekim

alanı üzerinde yapılan çalışmada, toprakta baskın olarak bulunan yabancı ot türlerinin sarıl tilki kuyruğu (*Setaria pumila* (Poir.) Roem. & Schult.), kır karabiber otu (*Lepidium densiflorum* Schrad.), sirken (*Chenopodium album* L.), kirpi darı (*Setaria viridis* (L.) Beauv.), *Polygonum pensylvanicum* L., dikenli yabani marul (*Lactuca serriola* (L.)) ve çoban çantası (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.) olduğu bildirilmiştir. Ek olarak çalışmaya başlanılmadan önce bu alanda patates yetiştiriciliği yapıldığı, arazinin %2 ile %6'lık eğime sahip olduğu ve ince, tınlı bir toprak yapısında olduğu belirtilmiştir (Kruse and Nair, 2016).

Brezilya'ya ait 2020 yılında yapılan bir çalışmada, marul ekim alanlarında, farklı gübreleme yönetim sisteminin, yabancı otlar üzerindeki değişiklikleri fitososyolojik analiz ile değerlendirilmiştir. İncelenen arazide 11 familyaya ait 25 yabancı ot türünü temsilen 3.000'den fazla sayıda yabancı ot örneği toplanmıştır. Toplanan örneğin %88'ini dikotiledon, %22'sini ise monokotiledon yabancı ot türleri oluşturmuştur. Astereaceae, Brassicaceae ve Poaceae familyaları yoğunluk değeri en yüksek yabancı ot familyaları olduğu belirtilmiştir. Bölgede en yaygın bulunan yabancı ot türlerinin ise topalak (*Cyperus rotundus* L.), beşpat çiçeği (*Galinsoga parviflora* Cav.), *Richardia brasiliensis* Gomes, orman pembe kuzukulağı (*Oxalis latifolia* HB & K.), köpek dişi ayrığı (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) ve Kanada şifa otu (*Conyza canadensis* (L.) Cronq.) olduğu tespit edilmiştir (de Freitas et al., 2020).

2.2. Görüntü İşleme Tekniği

İnsanlar çevremizdeki dünyayı anlamlandırmak için görme gücüne güvenmektedir. Nesnelere sadece onları tanımlamak ve sınıflandırmak için bakmayıp aynı zamanda farklılıkları da tarayabilmekte ve hızlı bir bakışla sahne için genel bir his elde edebilmekteyiz. İnsanlar çok hassas görsel beceriler geliştirmektedir; bir yüzü anında tanımlayabilmekte, renkleri ayırt edebilmekte, büyük miktarda görsel bilgiyi çok hızlı bir şekilde işleyebilmektedir.

Bir görüntü, bir şeyi temsil eden tek bir resimdir. Bir kişinin, bir hayvanın, bir dış mekanın görüntüsü veya bir elektronik bileşenin bir mikro fotoğrafı ya da tıbbi bir görüntüleme olabilir. Görüntü işleme, görüntünün doğasını değiştirerek resimsel bilgiyi insan yorumu için iyileştirmeyi veya bağımsız makine algısı için daha uygun hale getirmeyi içermektedir (McAndrew, 2004).

Görüntü işlemenin temel görevleri;

Görüntü geliştirme: Bu işleme, kenar bilgisi gibi görüntü bilgilerinin kalitesinin

öznel olarak iyileştirilmesini içermektedir.

Görüntü restorasyonu: Bulanık görüntüleri ve görüntüyü bozan efektleri genellikle objektif olarak aslına uygun ölçülerde düzeltilmesini sağlayan işleme tipidir.

Görüntü algılama ve tahmin etme: Görüntü sahnesindeki bir nesnenin ya da nesne sınıfının varlığına veya yokluğuna karar verme ve nesnenin belirli özelliklerini ve parametrelerini tahmin etmeyi sağlayan işleme tipidir.

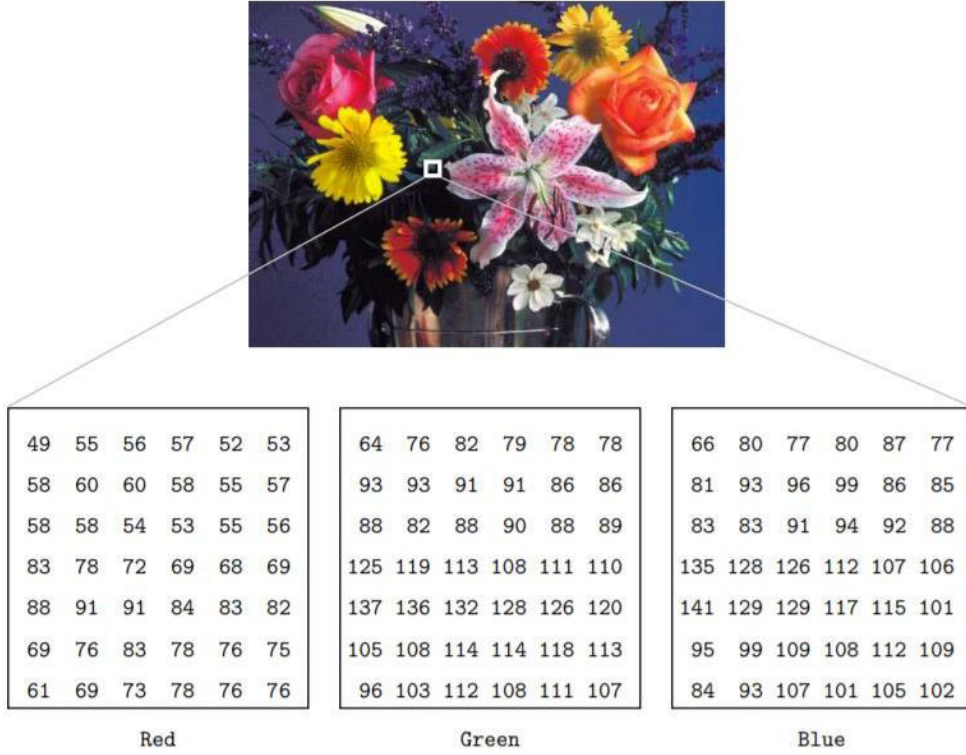
Görüntünün yeniden yapılandırılması: İki boyutlu bir alanın tek boyutlu projeksiyonlarından, projeksiyonun nesneye göre farklı açılarda alınıp yeniden yapılandırılmasını sağlamaktadır.

Görüntü verisini sıkıştırmak: Görüntünün veri depolama/aktarma gereksinimlerini azaltırken, genel doğruluğunu koruyarak bilgi yedekliğine dayalı kodlamasıdır.

Görüntü spektral tahmini: Görüntü alanları için iki boyutlu spektrallerin güç yoğunluk tahminleri geliştirmek için kullanılmaktadır.

Görüntü analizi: Otomatikleştirilmiş, makine tabanlı işlemeyle uyumlu bir biçimde, genellikle yorumlayıcı bir bağlamda görüntü bilgilerini temsil etmektedir (Ekstrom, 2012).

RGB görüntüler, kavramsal olarak 2 boyutlu 3 farklı katman olarak düşünebileceğimiz kırmızı (Red), yeşil (Green) ve mavi (Blue) renk kanallarının her birine karşılık gelen 3 boyutlu dizilerdir. RGB, monitörlerde veya benzer cihazlarda görüntülenmek üzere karıştırılan üç ana renge uygun şekilde karşılık geldiğinden, dijital görüntü gösterimi için kullanılan en yaygın renk alanıdır. Her renk eksenini aynı 0-1 aralığına sahiptir. Bu da renk kanalı başına 1 bayt, 24-bit görüntü gösterimi için 0-255 ile ölçeklendirilmektedir. Şekil 1'de 7x6 piksel alanda piksellerin RGB katmanlarında örnek değerleri belirtilmektedir. Siyah renk 0-0-0 olarak gösterilmektedir, yani üç rengin de yokluğunu ifade etmektedir. Beyaz renk ise 1-1-1 olarak gösterilmektedir, yani üç rengin de maksimum miktarları ile gösterilmektedir. RGB renk alanı, elektromanyetik spektrumun insanlar tarafından görülebilen kısmına dayanır. Yaklaşık olarak 400-700nm aralığındaki dalga boyunu kapsamaktadır (Solomon and Breckon, 2011).



Şekil 1. Görüntüde 7x6 piksel alanındaki RGB piksellerinin değerleri

Açılımı ‘‘matris laboratuvarı’’ olan Matlab, görüntüleri matris olarak üç farklı katmanı renk değerleriyle görebilmektedir. Üç farklı katmanın birleştiği her bir nokta ise pikselleri oluşturmaktadır. Toprak ile bitki örtüsü görüntüsünü ayıran en önemli faktör renk faktörüdür. Bu noktada kahverengi değerini oluşturan piksel değerleri hesaplanarak toprak görüntüsü ayıklanabilmektedir. Ayrıca 1 metrekarelik alanda bulunan piksel sayısı hesaplanarak ayıklanan toprak görüntüsünün alanı da piksel sayısı üzerinden bulunabilmektedir.

Görüntü İşleme Tekniği günümüzde birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Bu teknik ile var olan resimlerin analizi gerçekleştirilerek görüntünün farklı bilgilerinin elde edilmesi hedeflenmektedir. Gıda kalitesi değerlendirilmesinde kullanımı çok yaygındır. 2004 yılında yapılan bir çalışmada şarj edilebilir cihaz kamerası, ultrason, manyetik rezonans görüntüleme, bilgisayarlı tomografi ve görüntü elde etmek için elektriksel tomografi içeren bir sistem yapılmıştır. Kalite değerlendirilmesi için Görüntü İşleme Tekniği kullanılmıştır. Nesne boyut ölçümü, şekil, renk ve doku özellikleri istatistiksel bilgiler ve yapay sinir ağları kullanılarak sınıflandırılmıştır (Du and Sun, 2004).

Hayvancılık küçükbaş ve büyükbaş olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Küçükbaş hayvanlara kümes hayvanları, koyunlar, keçiler vb. hayvanları

içermektedir. Küçükbaş hayvanların ağırlığının ölçülmesi, büyükbaş hayvanlara göre çok daha kolay olduğundan direkt doğrudan tartım olabilir. Büyükbaş hayvanların, özellikle sığırların ağırlığını ölçmek için bazı farklılıklar mevcuttur. Doğru, verimli sonuçlar sığırların vücut uzunluğu, göğüs durumu, yüksekliği ve genişliğine göre değişmektedir. Dijital görüntü işleme ile sığır ağırlığının analizi için teknik bilgiler kullanılabilir (Pradana et al., 2016).

Çatlak değerlendirilmesi, beton yapıların bakımında önemli bir süreçtir. Genel olarak çatlaklar, manuel olarak gözlemlenmekte ve denetçilerin deneyimine bağlı olduğundan öznel sonuçlar elde edilmektedir. Ayrıca erişilmesi güç yapısal elemanların değerlendirilmesi zaman almakta, pahalı ve genelde güvensizdir. Kore’de yapılan bir çalışmada, dijital görüntü işleme ile birleştirilen insansız hava aracı teknolojisi, manuel olarak görsel incelemenin dezavantajlarının üstesinden gelmek için çatlakların değerlendirilmesinde kullanılmıştır (Kim et al., 2017)

Birleşik Krallık’ta 2017 yılında 10.000 gönüllüden oluşan insanların beyin görüntüleri kullanılarak gerekli verilerin elde etmeyi sağlayan ve çekilen görüntülerin kalite ölçümü sağlayan sistem geliştirilmiştir (Alfaro-Almagro et al., 2018).

Ülkemizde yapılan bir çalışmada, kayaçların adlandırılması için kayaçta bulunan mineraller ve bu minerallerin bulunma miktarı yüzdesinin tespit edilmesi gerektiği belirtilmektedir. Kayaçların göz ile analizin zor gerçekleştiği, asıl incelemenin mikroskop ile kayaçtan alınan kesitlerin gözlemlenmesi sonucunda yapıldığı eklenmektedir. Fakat sonuçların elde edilmesi uzun sürmekte ve gözlemlenmeyi yapan kişiye göre sonuçlar değişken olabilmektedir. Çalışmada kayaçların dijital ortamda adlandırılmasını sağlamak üzere Çok Katmanlı YSA kullanılmıştır. Kayaç yapıcı minerallerden olan muskovit, klorit, kuvars, biyotit ve opak minerallerinin; tek nikol ve çift nikol görüntüleri kullanılarak tespiti gerçekleştirilmiştir (Baykan, 2010).

Escherichia coli bakterilerinin içme suyunda tespiti için Görüntü İşleme Tekniğinin kullanıldığı çalışma mevcuttur. İçme suyunda bulunan hastalık yapıcı bir bakteri olan *E. coli* bakterisinin göz ile tespiti için yaklaşık olarak 20-24 saat süre gerekmektedir. Bu süreçte içme suyundan numune alınıp endo agar besi ortamına aktarılan bakteriler, metabolik faaliyetleri devamında besi ortamında meydana gelen renk değişikliği gözle incelenmektedir. Yapılan çalışmada bu süreci kısaltacak bir sistem ve Görüntü İşleme tabanlı bir analiz yöntemi geliştirilmiştir. Farklı ekim teknikleri ile de test edilmiştir. Çalışma sonucunda, geliştirilen yöntem ile 8-10 saat süre içerisinde bakteri tespitinin yapılabileceği gösterilmiştir (Değirmenci et al.,

2019).

Ses telleri üzerine yapılan çalışmada, ses tellerindeki vibrasyon hakkında bilgilerin elde edilmesi; görüntülerin yüksek hızla gelişmesi ve verilerin büyüklüğü nedeniyle manuel olarak mümkün gözükmediği belirtilmektedir. Önerilen Gauss Karışım Modeli temel alınan sistem ile derin YSA'nın piksel tabanlı sınıflandırma modelini temel alınan sistem kıyaslanarak endoskopik kamera ile çekilen ses telleri görüntülerinde glottis tespiti ve segmentasyonu gerçekleştirilmiştir (Yılmaz vd., 2020).

Tıpta x-ışınları ve biyomedikal görüntüler, coğrafyada hava tahminleri, eski siyah beyaz veya bulanık görüntülerin restorasyonu, elektron mikroskobu görüntüleri, radar görüntüleri, gece görüş sistemleri, yüz ve parmak izi tanıma, plaka okuma, ürünlerin sınıflandırılması gibi konularda da Görüntü İşleme Tekniği kullanılmaktadır.

2.3. Tarım Sektöründe Görüntü İşleme Tekniği

Kaliforniya eyaletinde yapılan bir çalışmada, görünür ve kızılötesi bölgede 384 ile 810 nm arasındaki dalga boylarının, yaprak yansımalarının multispektral görüntüleri, marul ile yabancı otları ayırabilmek için kullanılmıştır. Ortalama %90,3'lük mahsul/yabancı ot sınıflandırma doğruluğu elde edilmiştir. Sınıflandırma doğruluğunu arttırmak amacıyla, yaprak sınırlarını belirlemek için makine görüşü kullanılmıştır (Slaughter et al., 2008).

Kalite kontrol sistemlerinde görüntü işleme tekniği ve YSA kullanarak patates yumruları sınıflandırılmıştır. Matlab yazılımı kullanılarak yapılan çalışmada şekil bozukluğu görülen patatesler morfolojik işlemler ve Otsu metodu kullanılarak tespit edilmiş, aynı zamanda sınıflandırma işlemine de tabi tutulmamıştır (Sabancı vd. (2012).

Sabancı vd. (2014), şeker pancarı ekimi yapılan yerlerde sıra arasında bulunan yabancı otları Görüntü İşleme Tekniği ile tespit ederek tespiti yapılan yabancı otların ilaçlanmasını sağlayan robot geliştirmişlerdir.

Bir kiraz çeşidi olan Napolyon kirazının boyut hesaplamasında Görüntü İşleme Tekniği kullanılmıştır. Fotoğrafları çekilen Napolyon kirazının görüntüleri Matlab yazılımına aktararak kirazların kalibre hesaplaması yapılmıştır. Hesaplamalar sonucunda, kiraz sınıflara ayrılmıştır (Balcı vd., 2016).

Solak vd. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, Görüntü İşleme Tekniği kullanılarak fındık meyvesinin sınıflandırılması amaçlanmıştır. Çalışma düzeneğinde

bulunan fındık görüntüleri elde edildikten sonra, Görüntü İşleme Tekniği yardımı ile fındık meyvesinin kapladığı alan ve boyutu hesaplanmıştır. Hesaplanan veriler kullanılarak küçük, orta ve büyük olmak üzere farklı 3 sınıfa ayrılmaktadır.

Hindistan'da 2017 yılında, dijital görüntü işleme teknikleri kullanılarak yaprak hastalıklarının tespiti ve sınıflandırılmasına yönelik bir çalışma mevcuttur. Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. 1. aşama görüntü işlemeden, 2. aşama segmentasyonundan, 3. aşama özellik çıkartmadan, 4. aşama ise hastalıkların sınıflandırılmasından oluşmaktadır (Prakash et al., 2017).

Çin'de yapılan bir çalışmada yer tabanlı makine görüşü kullanılarak yabancı ot tespitini sağlayan sistem geliştirilmiştir. Bitki örtüsünü katmanlara ayırmak, mahsul içerisindeki yabancı otları tespit etmek çeşitli teknikler uygulanmıştır. Yer tabanlı makine ile elde edilen görüntülerde, Görüntü İşleme Tekniklerinden ön işleme, bölümlenme, özellik çıkartma ve sınıflandırma kullanılmıştır. Bitki örtüsünü arka plandan ayırmak için farklı renk indeksine, eşik temeline ve öğrenmeye dayalı sınıflandırma yaklaşımları geliştirilmiştir. Yabancı otlar ile benzer özelliklere sahip mahsüllerde, yaprakların örtüştüğü görüntülerde, farklı aydınlatma koşullarının sonuçlarında ve yabancı otların farklı büyüme aşamalarında olması gibi zorlukların yabancı ot tespitini zorlaştırdığına değinilmiştir (Wang et al., 2019).

Amerika Birleşik Devletleri gibi gelişmiş ülkelerde işgücü kıtlığı, gıda üretim maliyetlerinde bir artışa yol açtığından, mahsul verimliliği artırmak adına el ile ayıklamadan kaçınmak için sebzelerde robotik olarak yabancı ot kontrolü gerekmektedir. Bununla birlikte, sebzeler için gerçek zamanlı olarak yabancı ot kontrolü için güvenilir, akıllı bir robotik geliştirilmesi, yabancı otların mahsullerden ayrılması sırasında sorunların ortaya çıkması nedeniyle zordur. Yapılan çalışmada gerçek zamanlı makine görüşü kullanılarak, karmaşık doğal senaryolarda mahsulü yabancı otlardan ayırmak amaçlı yeni mahsul sinyalizasyon tekniği sunulmaktadır. Bu teknik marul ile yabancı otları ayırabilmektedir. Marul tarlasında yabancı ot kontrolü için mikro jet herbisit püskürtme sistemi ile donatılmış, makine görüşüne dayalı bir ayıklama robotu geliştirilmiştir (Raja et al., 2020).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini marul bitkisi ve burada sorun olan yabancı ot popülasyonları oluşturmuştur. Bu bağlamda Amasya ilinde İpekköy köyünde 4, Kayabaşı köyünde 1, Bulduklu köyünde 1, Karaköprü köyünde 2, Ovasaray köyünde 1, Samsun ilinde Bafra ilçesinde 1 olmak üzere 10 farklı marul ekim alanında çalışma yürütülmüştür. Tablo 1’de çalışmanın gerçekleştirildiği lokasyonların GPS koordinatları belirtilmiştir.

Tablo 1. Çalışma için belirlenen lokasyonların etiket ve koordinat bilgileri

İL	KÖY	LOKASYON NUMARASI	ENLEM	BOYLAM
AMASYA	İPEKKÖY	1	40;36;3.888199	35;48;7.240600
		2	40;36;4.090999	35;48;6.733099
		3	40;36;4.093699	35;48;7.145300
		4	40;36;4.672599	35;48;4.783800
	KAYABAŞI	5	40;34;0.651799	35;45;49.82910
	BULDUKLU	6	40;36;5.984700	35;47;58.66929
	KARAKÖPRÜ	7	40;32;12.10839	35;45;9.294500
		8	40;32;12.54600	35;45;11.62840
	OVASARAY	9	40;31;32.48290	35;44;59.44319
	SAMSUN	BAFRA (Merkez)	10	41;34;37.19109

3.2. Yöntem

Çalışma iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlki konvansiyonel yöntem olarak adlandırdığımız çerçeve atarak tür tespiti ve popülasyon yoğunluğunun belirlenmesi esasına dayalı olan yöntem, ikincisi ise inovatif yöntem olarak düşünülen ve bölge için pilot uygulama niteliği taşıyacak olan Görüntü İşleme Yöntemi ile yabancı otların tespiti.

3.2.1. Konvansiyonel Yöntem ile Tespiti Yapılan Yabancı Ot Türlerinin Popülasyon Ölçümünün Hesaplanması

Çalışılan 10 farklı lokasyon toplam 27 dekar marul ekim alanını kapsamaktadır. Çalışmada 1 metrekarelik kare çerçeve kullanılmıştır. 1 dekara kadar olan alanlarda 4 kez, 2-10 dekarlık alana sahip olan lokasyonlarda 8 kez, tercihen ekim alanının

köşegenleri yönünde hareket ederek çerçeve atımı gerçekleştirilmiştir. Buna göre 72 örnekleme sayısına ulaşılmıştır. Tablo 2’de lokasyonların ekim alanı büyüklüğü ve ekim alanı büyüklüğü dikkate alınarak gerçekleştirilen örnekleme sayısı verilmiştir. (Odum, 1971).

Tablo 2. Lokasyonlardaki marul ekim alanı büyüklüğü ve örnekleme sayısı

LOKASYON ETİKETİ	ALAN (da)	ÖRNEKLEME SAYISI
Lokasyon 1	3	8
Lokasyon 2	2	8
Lokasyon 3	2	8
Lokasyon 4	1	4
Lokasyon 5	7	8
Lokasyon 6	1	4
Lokasyon 7	2	8
Lokasyon 8	3	8
Lokasyon 9	4	8
Lokasyon 10	2	8
TOPLAM	27	72

Çerçevenin iç kısmında kalmış olan yabancı otların tür teşhisi yapılarak türlerin sayım işlemi gerçekleştirilmiştir. Yapılan her örnekleme için yabancı otların tür teşhisi ve sayım işlemi tekrar edilmiştir. Şekil 2’de atılmış olunan çerçeve örneklerinden bir tanesi gösterilmektedir.



Şekil 2. Çerçeve atma işlemi ile tür teşhisi ve popülasyon ölçümü

Her lokasyonda ayrı ayrı teşhisi yapılan yabancı ot türlerinin rastlanma sıklıkları ve yoğunlukları belirtilen formüle göre hesaplanmıştır.

- $RS = M/T \times 100$

RS = Rastlanma sıklığı

M = Yabancı ot türünün bölgedeki örnekleme sırasında bulunduğu lokasyon sayısı

T = Bölgede örnekleme yapıldığı toplam lokasyon sayısı

- $Y (\text{bitki/ m}^2) = B/\Ç$

B = Bir lokasyondaki bir yabancı ot türünün toplam sayısı

Ç = Lokasyonda atılan toplam çerçeve sayısı

Rastlanma sıklığı bir bölgedeki yabancı ot türünün, bulunduğu lokasyon sayısının toplam lokasyon sayısına bölümü şeklindedir. Amasya ilinde çalışılan tüm köyler Merkez ilçede bulunmaktadır. Dolayısıyla bir yabancı ot türünün rastlanma sıklığı, Amasya Merkez ilçesinde rastlanma sıklığını ifade etmektedir. Samsun ilinde 1 lokasyon üzerinde çalışıldığı için rastlanma sıklığı tanımlanmamaktadır.

Bir yabancı ot türünün yoğunluk hesaplaması ise bir lokasyondaki yabancı ot türünün toplam sayısının toplam çerçeve atım sayısına bölümü şeklindedir (Odum, 1971). Bu noktada yoğunluk hesaplaması lokasyon bazında bitki/m² olarak hesaplanmıştır.

3.2.2. Görüntü İşleme Yöntemi ile Yabancı Otların Tespiti

Örnekleme işleminin gerçekleştiği lokasyonlarda, 20 megapiksel çözünürlüğe sahip, 5472x3078 görüntü boyutunda fotoğraf alabilen bir kameralı insansız hava aracı yardımıyla bu lokasyonlar görüntülenmiştir. Şekil 3'te çalışmada kullanılan örnek arazi görüntüleri gösterilmektedir.



Şekil 3. Lokasyon 2 (a) ve Lokasyon 5'e (b) ait insansız hava aracı ile çekilmiş olan ekim alanı görüntüsü

Görüntülerin çekilmiş olduğu alanlarda sıra arasının marulların sıklığı nedeniyle kapalı olmamasına dikkat edilmiştir. Açık alanda ve kapalı sera koşullarında çekimler gerçekleştirilmiştir. Sulama sistemi, toprak yapısı, marul bitkisinin olgunluğu, marul cinsi gibi farklılıkların bulunduğu marul ekim alanları tercih edilmiştir.

Elde edilen görüntüler bilgisayar ortamında "Matlab" yazılımına aktarılmıştır. İncelenen lokasyonlarda fazla sayıda görüntülerin elde edilmesine karşın, yazılımın tespit edebileceği farklı durumlar denenmek üzere değişik koşulları içinde barındıran görüntülerin aktarımı tercih edilmiştir (Şekil 4. (a)).

Görüntü işlemeye öncelikle toprak, sulama sistemi, taş vb. bitki örtüsü haricinde kalan kısımların tespiti ile başlanmıştır. Bu katmanı elde etmek için renk faktörü kullanılmıştır (Şekil 4. (b)). Diğer katmanların tespitinde renk faktörü güvenli bir faktör olmamasına karşın, toprak renklerinde bir bitki örtüsünün incelenen lokasyonlarda bulunmaması veya yeşil renkte bir toprağın doğada var olmayışı, renk faktörünün bu katmanın tespitinde güvenle kullanılabilmesini sağlamaktadır.

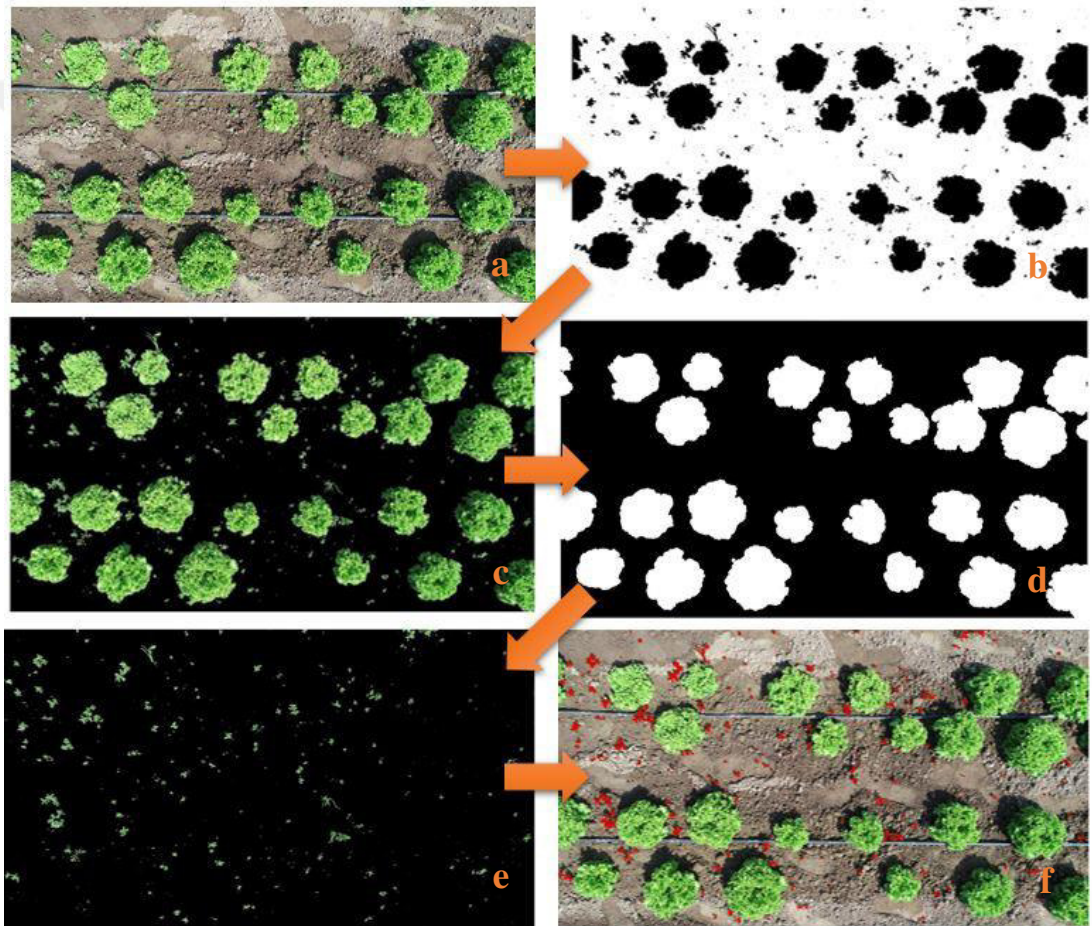
Tespiti gerçekleştirilen toprak katmanının resimden ayıklanması ile bitki örtüsü elde edilmektedir (Şekil 4. (c)).

Bitki örtüsü katmanında marul bitkisi ile yabancı otların ayrı ayrı tespit edilmesi çalışmayı zorlaştıran işlem olarak karşımıza çıkmaktadır. RGB renk formatında olan bitki örtüsü görüntüsü L^*a^*b formatına dönüştürülmüştür. Görüntü segmentasyonu

işlemi ile “Graph cut” tekniği uygulanmıştır. Bu kısımda benzer özellikteki nesnelere tespit edilmiştir. Renk ve şekil yapısı özellikleri bir arada kullanılmıştır. Tespit edilen marul bitkisi siyah-beyaz formata dönüştürüldükten sonra iç kısımları doldurulmuş, sınır alanları genişletilmiştir. Bu şekilde marul bitkisi katmanı elde edilmiştir (Şekil 4. (d)).

Tespiti yapılan marul bitkisi katmanı, bitki örtüsü katmanından ayıklanması ile geriye yabancı ot katmanı kalmaktadır (Şekil 4. (e)).

Tespiti gerçekleştirilen yabancı ot katmanındaki her bir yabancı otun kapladığı alan, orijinal görüntüdeki konumlarında kırmızı renk ile belirtilmektedir (Şekil 4. (f)).



Şekil 4. Lokasyon 3'e ait orijinal görüntü (a), toprak tespiti (b), bitki örtüsü katmanı (c), marul bitkisi katmanı (d), yabancı ot katmanı (e), orijinal görüntüde hedeflenmiş olan yabancı otlar (f)

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bulgular

4.1.1. Marul Ekim Alanlarında Konvansiyonel Yöntem ile Tür Teşhisi Yapılan Yabancı Ot Türleri, Rastlanma Sıklıkları ve Yoğunlukları

Amasya ili Merkez ilçesinde bulunan İpekköy, Kayabaşı, Bulduklı, Karaköprü ve Ovasaray köylerinde toplam 9 farklı lokasyonda, Samsun ili Bafra ilçesinde 1 lokasyonda olmak üzere marul ekim alanlarında sorun olan yabancı otların tür teşhisi, rastlanma sıklığı ve yoğunluk hesaplanması için toplam 10 farklı lokasyonda çalışma yürütülmüştür.

Yapılan çalışmada marul ekim alanlarındaki sorun olan geniş yapraklı yabancı ot türlerinin; Portulacaceae familyasına ait semizotu (*Portulaca oleracea* L.), Amaranthaceae familyasından sirken (*Chenopodium album* L.) ve kırmızı köklü tilki kuyruğu (*Amaranthus retroflexus* L.), Convolvulaceae familyasına bağlı sirken (*Convolvulus arvensis* L.) ve Brassicaceae familyasından yabancı hardal (*Sinapis arvensis* L.) olduğu, dar yapraklı yabancı ot türlerinin ise; Poaceae familyasına ait köpek dişi ayrığı (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) ve Cyperaceae familyasına ait *Cyperus* spp. türleri olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca göre toplamda 6 familyaya ait 7 farklı yabancı ot türü belirlenmiştir. *P. oleracea* ve *C. album* rastlanma sıklığı %77 olarak bulunurken, %11 ile en düşük rastlanma sıklığı *S. arvensis*'e ait olmuştur.

Tespit edilen türlerin Amasya ili Merkez ilçesindeki rastlanma sıklıkları Tablo 3'te belirtilmiştir.

Tablo 3. Amasya ili Merkez ilçede marul ekim alanlarında bulunan yabancı ot türleri ve bu bölgedeki rastlanma sıklıkları (%)

FAMİLYA	YABANCI OT TÜRÜ	RASTLANMA SIKLIĞI
Geniş Yapraklı Yabancı Ot Türleri		
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	%77
Amaranthaceae	<i>Chenopodium album</i>	%77
	<i>Amaranthus retroflexus</i>	%44
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i>	%44
Brassicaceae	<i>Sinapis arvensis</i>	%11
Dar Yapraklı Yabancı Ot Türleri		
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	%66
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> spp.	%22

Çalışmanın yapıldığı lokasyonlardaki yabancı ot türlerinin yoğunlukları bitki/m² olarak Tablo 4’te verilmiştir.

Çalışılan tüm lokasyonlar bazında ortalama popülasyon yoğunluklarına bakıldığında *P. oleracea* 4,35 bitki/m² oranıyla marul ekim alanlarında sorun olan en yoğun tür olarak belirlenirken, bunu sırasıyla 2,67 bitki/m²’lik oranla *C. album*, 1,65 bitki/m² ile *A. retroflexus*, 1,60 bitki/m² ile *C. arvensis*, 1,32 bitki/m²’lik oranla *C. dactylon* ve 0,60 bitki/m²’lik oranla *S. arvensis* ve *Cyperus* cinsine ait yabancı ot türlerinin izlediği belirlenmiştir.

Tablo 4. Lokasyonlarda bulunan yabancı ot türlerinin yoğunlukları (bitki/m²)

LOKASYON ETİKETİ	<i>Portulaca oleracea</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Sinapis arvensis</i>	<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Cyperus spp.</i>
Lokasyon 1	12	1,5	-	-	-	1	-
Lokasyon 2	14,5	2	0,5	-	-	2,5	2
Lokasyon 3	4,5	-	-	3	-	1	-
Lokasyon 4	7	1,5	-	-	-	0,5	-
Lokasyon 5	-	4,5	2,5	3	2	2	-
Lokasyon 6	2	0,5	-	-	-	-	-
Lokasyon 7	1,5	1	0,5	-	-	-	-
Lokasyon 8	2	1,25	-	0,5	-	-	-
Lokasyon 9	-	7,5	7	4	-	3	1,5
Lokasyon 10	-	7	6	5,5	4	3,25	2,5
ORTALAMA	4,35	2,67	1,65	1,6	0,6	1,32	0,6

Genel olarak değerlendirildiğinde geniş yapraklı yabancı ot türlerinden semiz otu (*Portulaca oleracea* L.) ve sirkenin (*Chenopodium album* L.), dar yapraklı yabancı ot türlerinden ise köpek dişi ayrığının (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) hem rastlanma sıklığı olarak hem de yoğunluk olarak Amasya ili Merkez ilçesinde marul ekim

alanlarında önemli bir sorun olarak gözükmektedir. Sorun olan türlere ait detaylı bilgilere aşağıda yer verilmiştir.

4.1.1.1. Semizotu (*Portulaca oleracea* L.)

Portulacaceae familyasına ait tek yıllık geniş yapraklı bir yabancı ot türüdür. Bitki boyu ortalama 15 cm olarak ifade edilmektedir. Taban kısımda sık sık dallanmaktadır.

Gövde yuvarlak, kalın ve etlidir. Rengi açık yeşilden kırmızımsı kahverengiye kadar değişmektedir.

Yapraklar birbirini izleyen şekilde veya neredeyse zıt şekilde dizilmekte ve gövde boyunca sapsızdır. 2,5 cm uzunluğunda 1,25 cm genişliğinde, ters yumurta şeklinde, tüysüz ve kenarlar boyunca pürüzsüzdür. Yapraklar da gövde gibi oldukça kalın ve etlidir. Genellikle parlak yeşildir, bazen parlak güneş ışığında kırmızımsı mor olmaktadır. Yaprakların, gövdelerin tepesine doğru kümelenme eğilimi bulunmaktadır (Şekil 5. (b)).



Şekil 5. *Portulaca oleracea* tohumu (a) ve gelişme aşamaları (b,c)

Sarı çiçekler tek başlarına veya küçük kümeler halinde olabilmektedir (Şekil 5. (c)). Tamamen açıldığında, her çiçek yaklaşık 6 mm boyundadır ve çiçeğin ortasında

bir araya toplanmış 5 sarı taç yaprak, 2 yeşil çanak yaprak, çok sayıda erkek organ ve birkaç dişi organdan oluşmaktadır. Güneşli geçen sabahlardaki birkaç saat hariç taç yaprakları sarkıktır. Çiçeklenme dönemi, yaz ortasından sonbaharın başlarına kadar, yaklaşık 1-2 ay sürmektedir. Her çiçeğin yerini, çok sayıda küçük tohumları serbest bırakmak üzere ortadan ikiye ayrılan bir tohum kapsülü almaktadır.

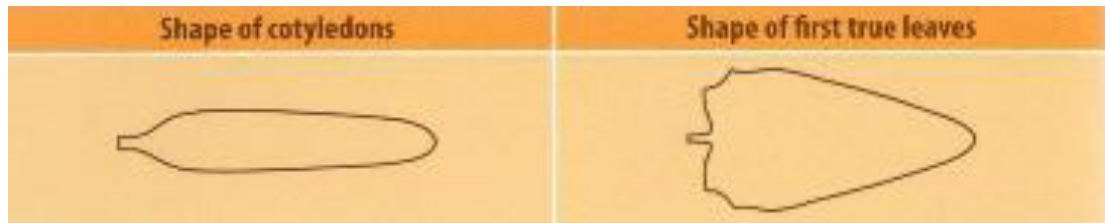
Her bir tohum, koyu kahverengi veya siyah, biraz basık ve neredeyse yuvarlak veya böbrek şeklindedir. Yüzey tanecikli ve biraz kıvrımlı görünmektedir (Şekil 5. (a)).

Kök sistemi bir kazık kökten oluşmaktadır. Bitki kendi kendine veya vegetatif olarak yayılabilmektedir (Hilty, 2016).

4.1.1.2. Sirken (*Chenopodium album* L.)

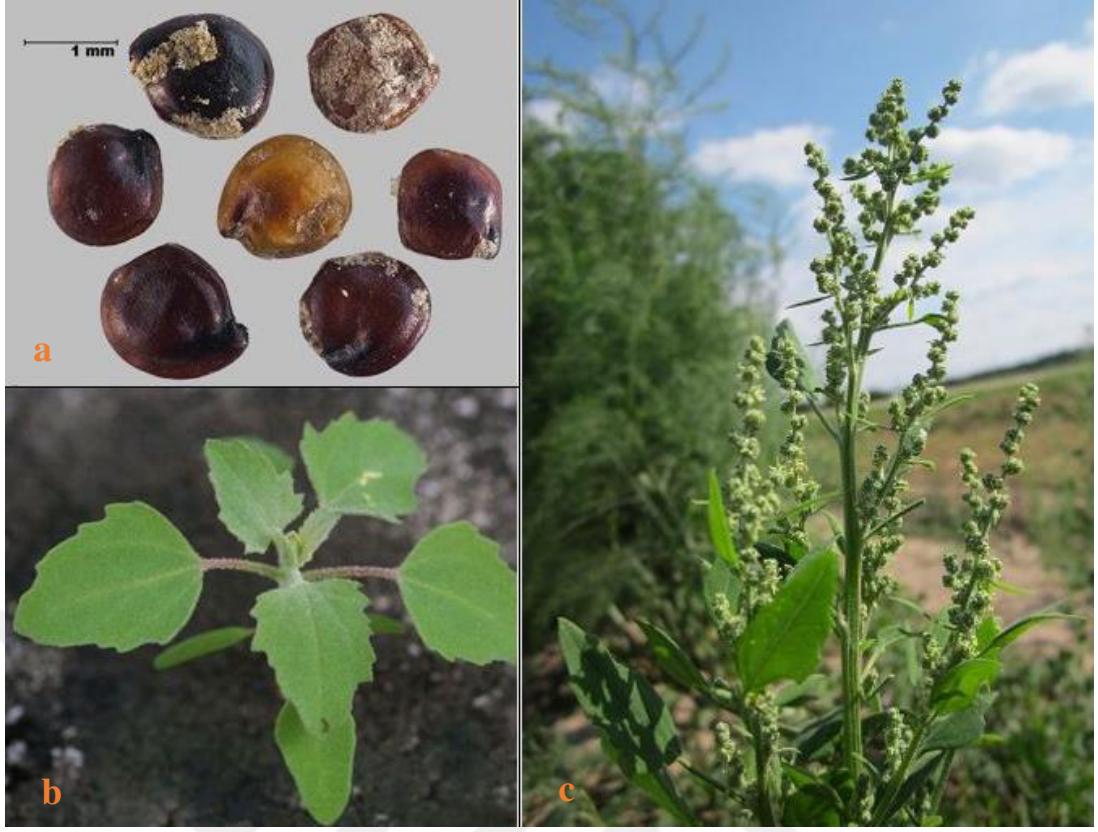
Amaranthaceae familyasına ait tek yıllık geniş yapraklı bir yabancı ot türüdür. Bitki başlangıçta soluk, sonradan yeşil, gövde 2 metre yüksekliğe kadar dallanabilmektedir. Yeşil bazen ise kıvılc damarlıdır. Elverişli olmayan koşullarda bitki boyu 10 cm iken bile meyve verir (Hamouz and Hamouzova, 2016).

Gerçek yapraklar başlangıçta karşılıklı, sonradan birbirini izleyen şekilde dizilmektedir (Stubbendieck, 2003).



Şekil 6.1. *Chenopodium album* kotiledon ve gerçek yaprak

Yapraklar çok değişik şekillerde olabilmektedir. Uzun saplı, koyu yeşil, genelde düzensiz, uç nokta dişli, oval ile mızrağımsı arası değişken, kenarları paralel olmayan şekildedir. Yaprak ayası yaprak sapına doğru daralmakta, taban kısmında kalp şeklindedir (Şekil 6.2. (b)). Gövdenin üst kısmındaki yapraklar mızrağımsı ile doğrusal arası değişmektedir.



Şekil 6.2. *Chenopodium album* tohumu (a) ve gelişme aşamaları (b,c)

Çiçekler küçük, çiçeklenme genişçe piramit şeklinde, 5 parçalı çiçek yaprağı ile çevrilmiş, beyazımsı yeşil, solgundur. Çiçeklenme periyodu haziran-eylül aylarındadır.

Meyve ince tohum kabuğu ve çiçek yaprağı ile tamamen kaplıdır. Tohumlar yuvarlak, 0,7-1,5 mm çapında, siyahtır (Şekil 6.2. (a)). Yaklaşık her bitki 3.000 tohum üretmektedir. Bazen 20.000 ve daha fazlasını da üretebilmektedir.

Çimlenme 0,5-3 cm aralığında gerçekleşmektedir. Kuru ve havalanan topraklarda 8 cm derinliğe kadar çimlenebilmektedir. Ana çimlenme vakti nisan-mayıs aylarıdır fakat geç vakitlerde de çimlenebilmektedir. Tohumları toprakta uzun yıllar canlı kalabilmektedir.

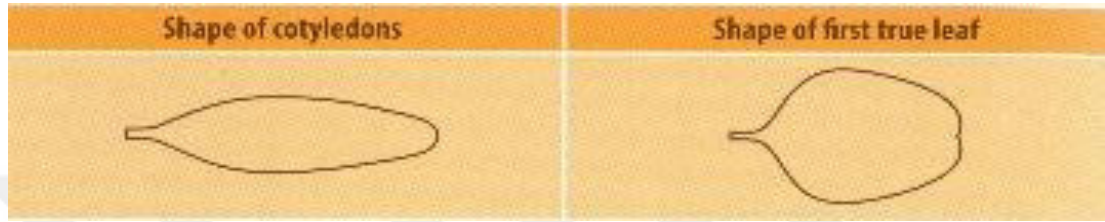
Özellikle bahçelerde, sebzelerde ve bahar aylarında tahıllarda tüm dünyada sorun oluşturmaktadır. Gevşek, nemli, azotça zengin, humuslu ve kumlu toprakları sevmektedir. Toprakta hatırı sayılır miktarda besin alımı yapmaktadır (Hamouz and Hamouzova, 2016).

4.1.1.3. Kırmızı Köklü Tilki Kuyruğu (*Amaranthus retroflexus* L.)

Amaranthaceae familyasına ait tek yıllık geniş yapraklı bir yabancı ot türüdür. Bitki boyu 20 ile 100 cm arasındadır (Hamouz and Hamouzova, 2016).

Hipokotil silindirik, kızıl ve tüysüzdür.

Kotiledonlar mızrağımsı, tabanda kama şeklinde, üst kısımda kahverengimsi yeşil, alt kısımda morumsu renktedir. Orta damar üst kısımda ön plana çıkmaktadır. Yaprak sapı başlangıçta kısa sonradan yaprağın yarısı boya ulaşmaktadır.



Şekil 7.1. *Amaranthus retroflexus* kotiledon ve gerçek yaprak

Sonraki yapraklar kademeli olarak genişlemektedir. Yapraklar genişçe yumurta şeklinde, uç kısımda ince çentikli, kenarları gevrek, tabanda seyrek tüylüdür. Alt kısmının morluğu kademeli olarak azalmaktadır (Şekil 7.2. (b)). Daha sonraki yapraklarda alt ve üst kısımlarda tüylenme artmaktadır (Stubbendieck, 2003).



Şekil 7.2. *Amaranthus retroflexus* tohumu (a) ve gelişme aşamaları (b,c)

Epikotil çok kısa, yoğun ve kısa tüylüdür (Stubbenieck, 2003).

Gövde soluk yeşil veya kırmızımsı, dik, dallı ve tüylü olabilmektedir (Hamouz and Hamouzova, 2016).

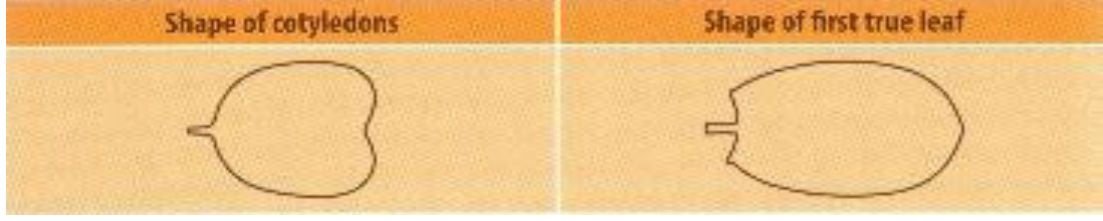
Gerçek yapraklar birbirini izleyen şekilde dizilmektedir. İlk yaprak genişçe oval veya bazen eliptik, uçta çentikli, taban kısmında kamalı şekildedir. Üst kısım zeytin yeşili, alt kısım morumsu, tüm yaprak tüsüzdür. Damar düzeni curvipinnate düzenindedir. Orta damar çok net gözükmemektedir. Yaprak sapı oluklu, kısa tüylü, başlangıçta kısa, sonrasında yaprakla aynı boydadır.

4.1.1.4. Tarla Sarmaşığı (*Convolvulus arvensis* L.)

Convolvulaceae familyasına ait çok yıllık geniş yapraklı bir yabancı ot türüdür. Bitki boyu 20-100 cm arasında değişmektedir (Hamouz and Hamouzova, 2016).

Hipokotil silindirik, kırmızımsı, tüsüzdür.

Kotiledonlar yuvarlak ile genişçe ters yumurta şeklinde, tabanda kama veya küt şeklinde, kenarları tüsüzdür. Damar düzeni curvipinnate damar düzenindedir. Yaprak sapı oluklu, tüsüzdür (Stubbenieck, 2003).



Şekil 8.1. *Convolvulus arvensis* kotiledon ve gerçek yaprak

Gövde tüysüz, yatık, rastgele 6 farklı açıda yayılmaktadır. Asma gövdesine benzer gövdesi diğer bitkilere doğru yönelerek ayrılmaktadır. Kökleri birkaç metre derinliğe ulaşabilmekte ve çok fazla sayıda sürünücü gövdesi ile 2 m mesafeye ulaşabilmektedir. Böylece bitki çok geniş alanlara yayılabilmektedir (Hamouz and Hamouzova, 2016).

Kök sisteminden yetişen sürgünlerde yapraklar birbirini izleyen biçimde dizilmektedir. Bu yapraklar eliptik veya yumurta şeklinde, uçta geniş, tabanda başlangıçta kama şeklinde sonra mızrağımsı olmaya başlamaktadır.

Gerçek yapraklar birbirini izleyen biçimde dizilmektedir. İlk yaprak eliptik, ucu yuvarlak, tabanda küt veya ok ucu şeklinde, iki yüzeyi de tüsüzdür. Damar düzeni pinnate damar düzeninde ve çok net gözükmektedir. Yaprak sapı oluklu, kısadır (yaklaşık 20 mm). Sonraki yapraklar daha uzun, eliptik ile yumurta şekli arasında değişmekte, uç kısmı keskin, taban kısmında ok ucu veya mızrağımsıdır (Şekil 8.2. (b)) (Stubbendieck, 2003).

Çiçekler beyaz ya da pembe, pembemsi kırmızı çizgili, huni şeklindedir. Çiçek tacı genelde belirli belirsiz loblara ayrılmıştır (Şekil 8.2. (c)). Çiçeklenme periyodu mayıs-ekim ayları arasındadır. Her bir bitki yaklaşık 550 tohum üretmektedir. Yılın her zamanı çimlenebilmektedir.



Şekil 8.2. *Convolvulus arvensis* tohumu (a) ve gelişme aşamaları (b,c)

En ısrarcı, mücadelesi zor yabancı ot türlerinden birisidir. Dünyanın her yerinde bulunabilmektedir. Özellikle ılıman iklim noktalarında daha fazla bulunmaktadır. Kuru, ılık, azotça zengin, gevşek toprakları tercih etmektedir (Hamouz and Hamouzova, 2016).

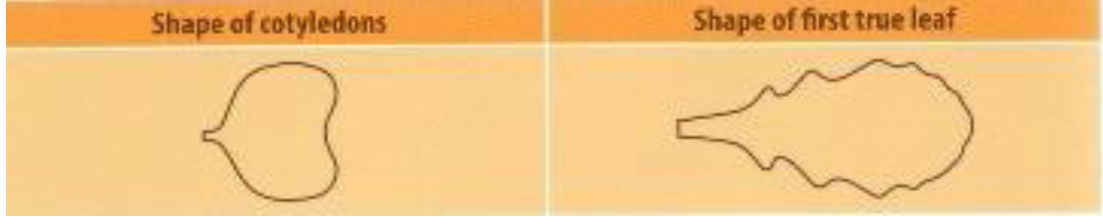
4.1.1.5. Yabani Hardal (*Sinapis arvensis* L.)

Brassicaceae familyasına ait tek yıllık geniş yapraklı bir yabancı ot türüdür. Bitki boyu 30 ile 60 cm arasındadır.

Hipokotil silindirik, kırmızımsı kahverengi, tüsüzdür.

Epikotil başlangıçta belirsiz, bitki gevşek rozet formundadır.

Kotiledonlar ters böbrek şeklinde, tabanda genişçe kama şeklinde, iki yüzeyde de tüsüz, başlangıçta üst kısım koyu yeşil, alt kısım morumsudur. Orta ana damar ve 2 ile 5 arası yanal damar üst kısımda bazen gözükebilmektedir. Yaprak sapı başlangıçta kısa sonra yaprak ile aynı boyda ve tüsüzdür.



Şekil 9.1. *Sinapis arvensis* kotiledon ve gerçek yaprak

Gövde genelde alt kısımda kıllı, nadiren tamamen kılsızdır, dallanmıştır.

Gerçek yapraklar birbirini izleyen şekilde dizilmektedir. İlk yaprak eliptik veya ters yumurta şeklinde, uçta geniş, tabanda kama şeklinde, kenarlar düzensiz olarak zikzaklı-dişli, iki tarafta da seyrek kısa tüylüdür. Damar düzeni curvipinnate damar düzenindedir. Yaprak sapı alt kısımda dikenlidir. İkinci yaprak daha geniş, kenarları zikzaklı-dişlidir. Sonraki yapraklar daha geniş, dikenli, kenarları daha çok segmentlidir (Şekil 9.2. (b)) (Stubbendieck, 2003). Üst yapraklar genelde bütün ve sapsızdır (Hamouz and Hamouzova, 2016).

Çiçekler kükürt sarısıdır (Şekil 9.2. (c)). Çiçeklenme periyodu mayıs-sonbahar ayları arasındadır. Bazen kışın da devam edebilmektedir.



Şekil 9.2. *Sinapis arvensis* tohumu (a) ve gelişme aşamaları (b,c)

Tohumları yuvarlak, yumuşak, çok koyu kahverengi, 1-1,3 mm çapındadır

(Şekil 9.2. (a)). Her bir bitki yaklaşık 1200 adet tohum üretebilmektedir. Çimlenme 0-2 cm derinlikte gerçekleşmektedir.

Güzel havalandırılan, azotça zengin, alkali, sulu toprakları tercih etmektedir. Verimli ve humuslu toprak indikatörüdür. Derin köke sahip olduğundan besin için güçlü bir rekabetçidir (Hamouz and Hamouzova, 2016).

4.1.1.6. Köpek Dişi Ayrığı (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.)

Poaceae familyasına ait çok yıllık dar yapraklı bir yabancı ot türüdür. Dik gövdeler 30 cm boyuna ulaşabilmektedir.

Yapraklar kısadır, genellikle 2–15 cm uzunluğunda ve pürüzlü kenarlara sahiptir (Walker et al., 2001). Yapraklar genellikle tüysüzdür, nadiren üst kısım tüylü olabilmektedir (Şekil 10. (b)). Genç yapraklar 'V' şeklindedir. Kulakçık yoktur (Uygur vd., 1986).

Gövde hafifçe yassılaştırmıştır.

Derin bir kök sistemine sahiptir. Kök sistemi 2 metre derinliğe kadar büyüyebilir fakat genelde 60 cm'den daha az derinliktedir. Rhizom ve stolon ile çimlenme tüpünün temas ettiği bölgelerde ve tohumla çoğalmaktadır (Walker et al., 2001).



Şekil 10. *Cynodon dactylon* tohumu (a) ve gelişme aşamaları (b,c)

Çiçek açan sap 8 ile 30 cm arası boyda olmaktadır. Başak 3-7 parçaya ayrılmış

kaz ayağı biçimindedir (Şekil 10. (c)) (Uygur ve ark., 1986). Parçalarının her biri 2-5 cm uzunluğundadır (Walker vd., 2001). Başakçık genelde tek çiçekli olup başak ekseninin iki tarafında dizilmiştir. Dış ve iç kavuz kılçıksızdır (Uygur ve ark., 1986).

Büyüme, optimum olarak 24 ile 37 °C arasındadır. 15 °C üzerindeki sıcaklıklarda büyüme başlamaktadır. Kışın hareketsiz hale gelir ve kahverengi renge döner ve büyüme güneşle desteklenir (Walker et al., 2001).

4.1.2. Marul Ekim Alanlarında Görüntü İşleme Tekniği ile Elde Edilen Katmanlar

4.1.2.1. İşlenmemiş Ham Görüntü

Bu aşamada görüntü çekim yüksekliği, güneş açısı, yabancı ot ile marul bitkisinin yeşil aksamlarının üst üste örtüşmesi gibi farklılıkların test edileceği farklı görüntüler tercih edilmiştir. Seçilen görüntüler Matlab ortamına aktarılmıştır. Aktarılan görüntülerin 5472x3078 görüntü boyutunda olması önem arz etmektedir.



Şekil 11.1. Lokasyon 1'e ait işlenmemiş görüntü

Sulama sisteminin var olduğu ve damlama sulama sisteminden ötürü toprakta oluşan ton farkının, önerilen yöntemle etkisi test edilmiştir (Şekil 11.1.).



Şekil 11.2. Lokasyon 1'e ait işlenmemiş görüntü

Aynı ekim lokasyonunda çekim yüksekliğinin önerilen yöntemle etkisi gözlemlenmiş olup yazılımda birkaç değişiklik haricinde sonucu etkilemediği gözlemlenmiştir (Şekil 11.2.).



Şekil 11.3. Lokasyon 2'ye ait işlenmemiş görüntü

Taş parçalarının önerilen tekniğe etkisi test edilmiştir (Şekil 11.3.).



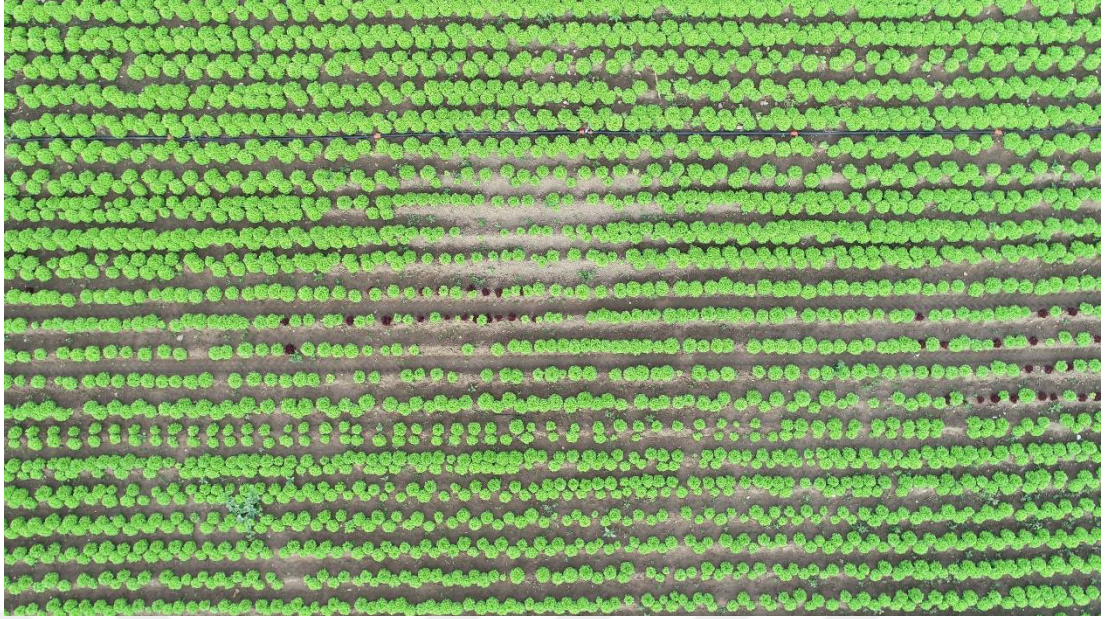
Şekil 11.4. Lokasyon 3'e ait işlenmemiş görüntü

Islak, nemli toprakta oluşan renk farkının önerilen tekniğe etkisi test edilmiştir (Şekil 11.4.).



Şekil 11.5. Lokasyon 4'e ait işlenmemiş görüntü

Kıvırcık marulda kullanılan yöntemin, yedikule tipi marulda da kullanılabildiği gözlemlenmiştir (Şekil 11.5.).



Şekil 11.6. Lokasyon 5'e ait işlenmemiş görüntü

Yükseklik, sıkışık sıra arası, kırmızı marul varlığı, yabancı ot ile marul bitkisinin yeşil aksamının örtüştüğü noktaların varlığı gibi faktörlerin her birinin bir arada bulunduğu çıplak göz ile tespiti çok zor olduğu ekim alanında test edilmiştir (Şekil 11.6.).



Şekil 11.7. Lokasyon 6'ya ait işlenmemiş görüntü



Şekil 11.8. Lokasyon 7'ye ait işlenmemiş görüntü

Güneş açısından dolayı oluşan marul bitkisi gölgelerinin, yöntem üzerine etkisi edilmiştir (Şekil 11.8.).



Şekil 11.9. Lokasyon 8'e ait işlenmemiş görüntü

Henüz olgunlaşmamış marul ekim alanları önerilen yöntemde kullanılmak üzere yazılıma aktarılmıştır (Şekil 11.9).



Şekil 11.10. Lokasyon 9'a ait işlenmemiş görüntü

Kapalı sera koşullarında, insansız hava aracının kullanılabilirliği ve yöntemeye uygun görüntülerin elde edilebilirliği test edilmiştir (Şekil 11.10.).

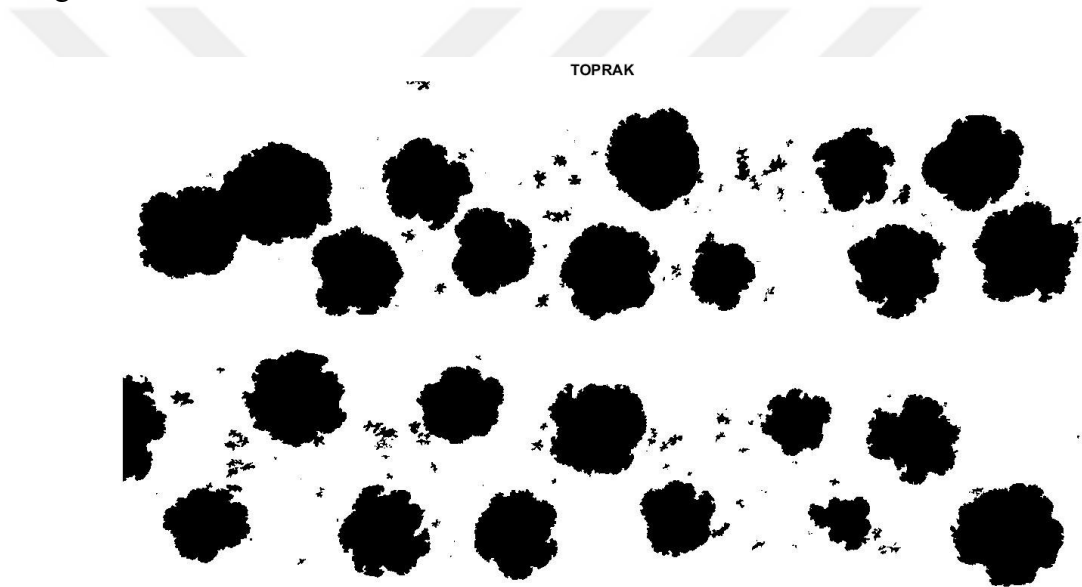


Şekil 11.11. Lokasyon 10'a ait işlenmemiş görüntü

Elde edilen gözlem ve değerlendirmeler neticesinde yabancı ot popülasyonunun çok yoğun olarak bulunduğu ve yabancı ot ile bitki örtüsünün çok sık olarak örtüştüğü lokasyonda (Şekil 11.11.) önerilen yöntemin çalışmadığı saptanmıştır.

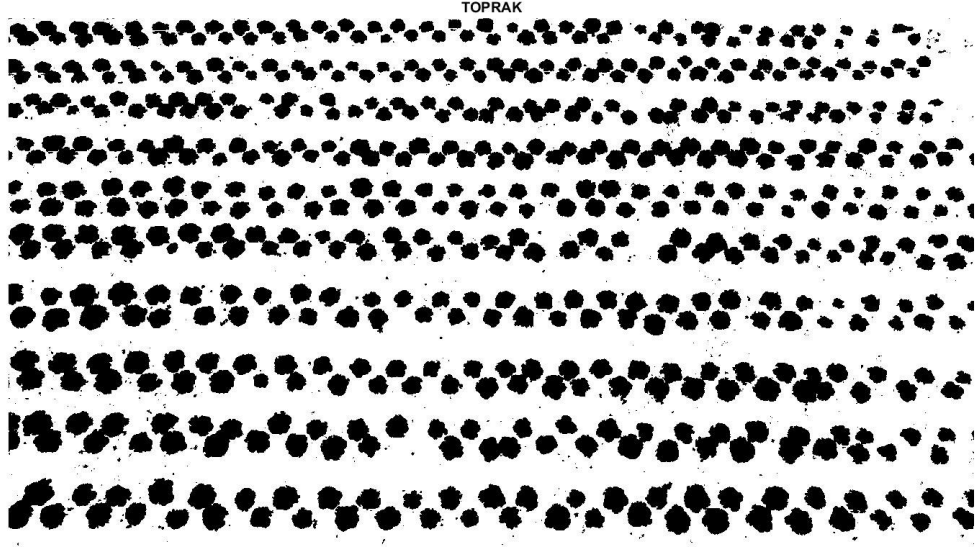
4.1.2.2. Toprak ve Sulama Sistemi Katmanı

Toprak ve sulama sistemini bitki örtüsünden ayırabilmenin en kolay yolu renk faktörüdür. Marul ekim alanlarında kahverengi veya siyah renk tonlarında bitki örneği bulunmadığı için renk faktörü güvenli bir şekilde kullanılabilir. Belirlenen renk aralığından toprak ve sulama sistemi görüntüden ayıklanmıştır. Bulunan toprak ve sulama sistemi görüntüsü siyah-beyaz görüntü şekline dönüştürülmektedir (Ek 1). Siyah-beyaz görüntülerde piksel değeri 0 veya 1'dir. "0" siyah rengi yani hiçliği, "1" ise beyaz rengi yani varlığı temsil etmektedir. Siyah-beyaz görüntü haline getirilen toprak ve sulama sistemi görüntüsünde toprağın ve sulama sisteminin bulunduğu kısımlar "1" yani beyaz renk olarak gösterilmektedir.

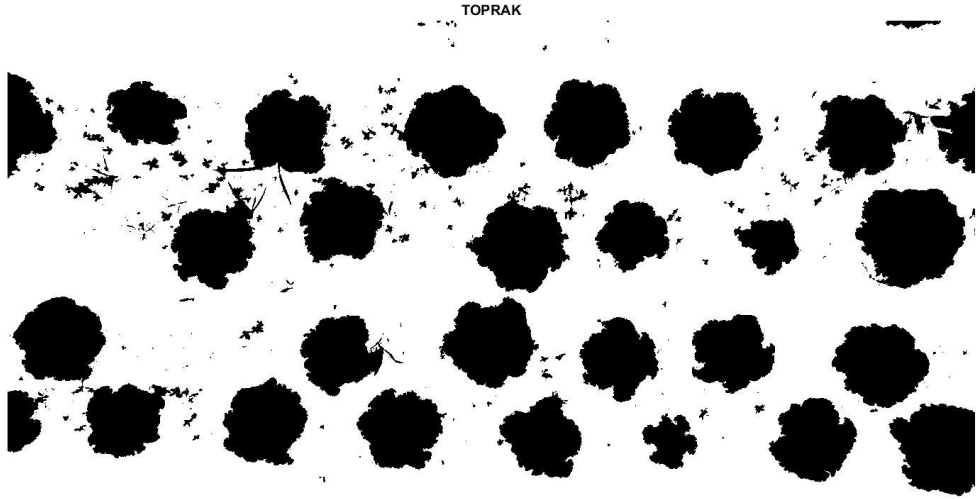


Şekil 12.1. Lokasyon 1'e ait tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü

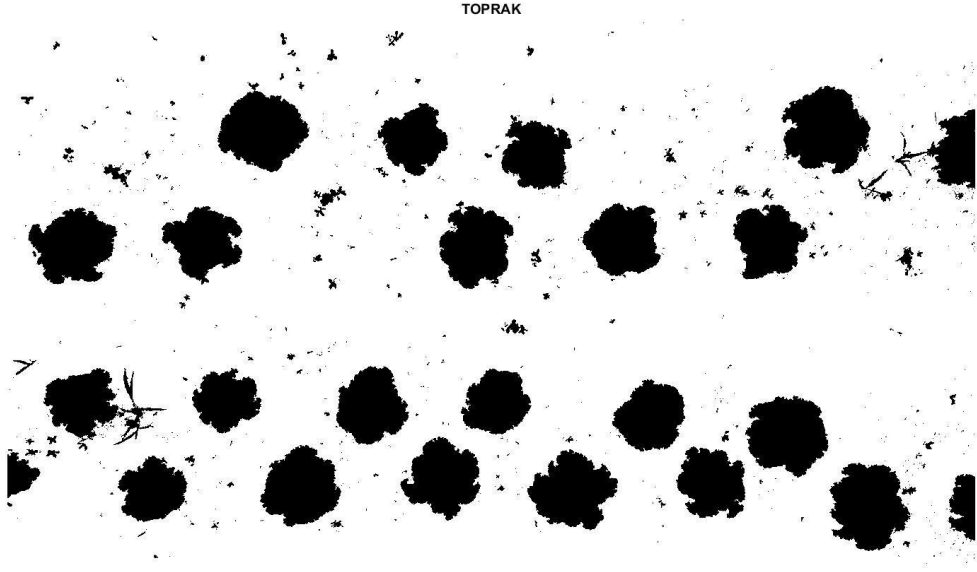
Şekilde 12.1.'de de görüldüğü üzere toprak, sulama sistemi ve taş parçaları gibi bitki örtüsüne ait olmayan kısımlar bütün bir katman olarak ortaya çıkmaktadır.



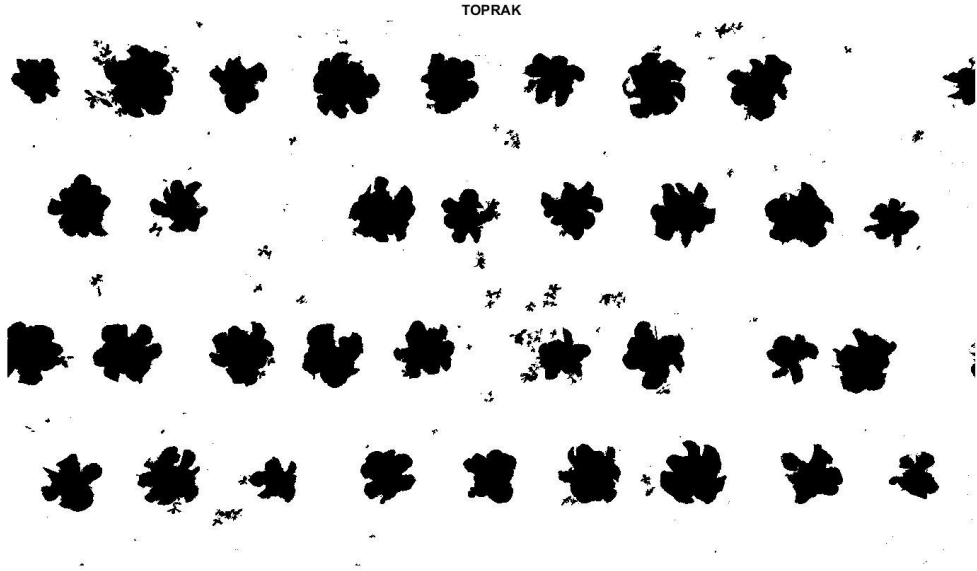
Şekil 12.2. Lokasyon 1'e ait, tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü



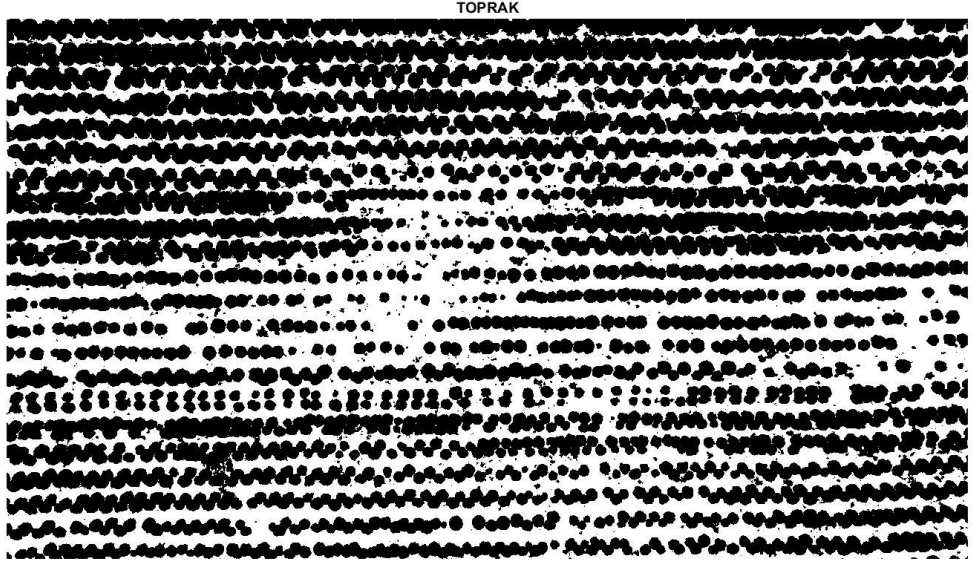
Şekil 12.3. Lokasyon 2'ye ait, tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü



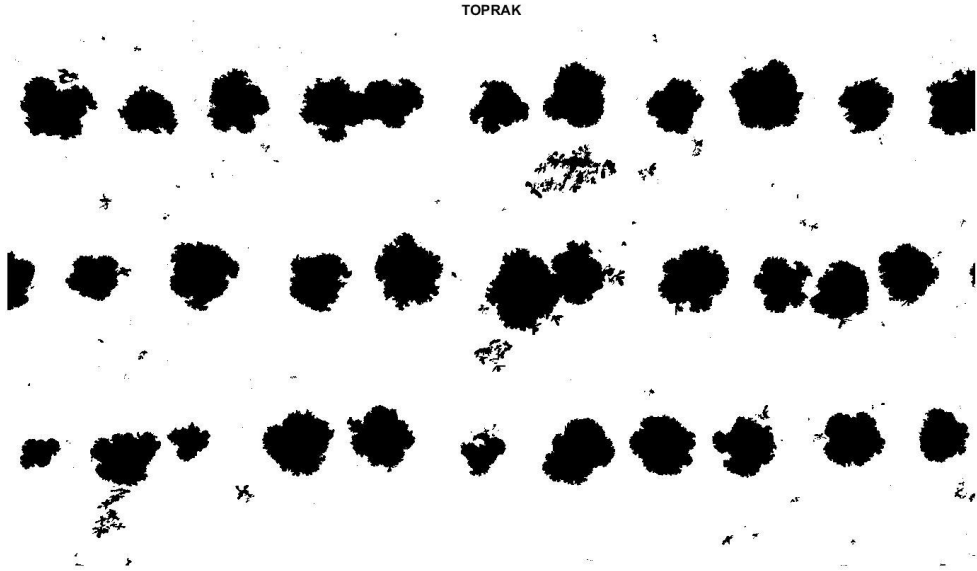
Şekil 12.4. Lokasyon 3'e ait, tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü



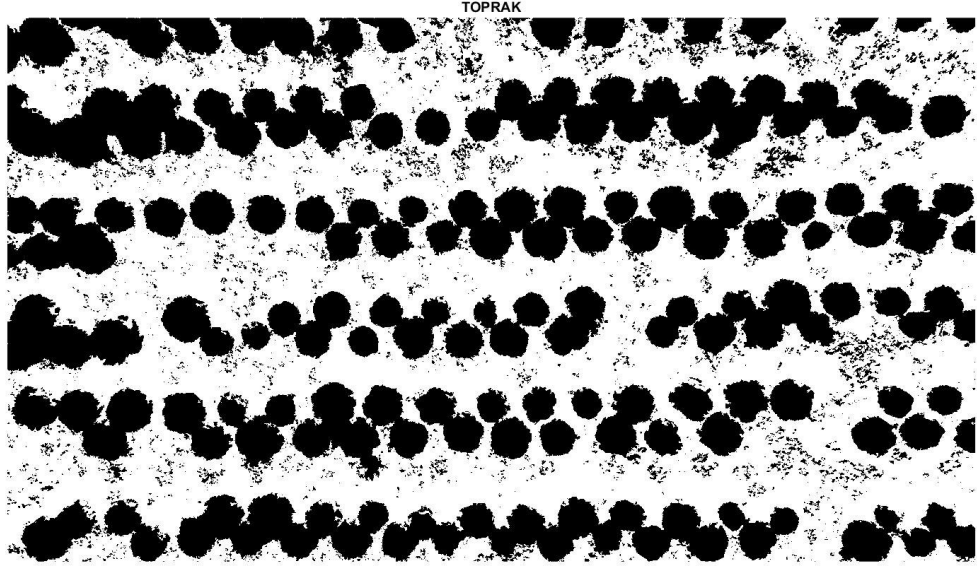
Şekil 12.5. Lokasyon 4'e ait, tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü



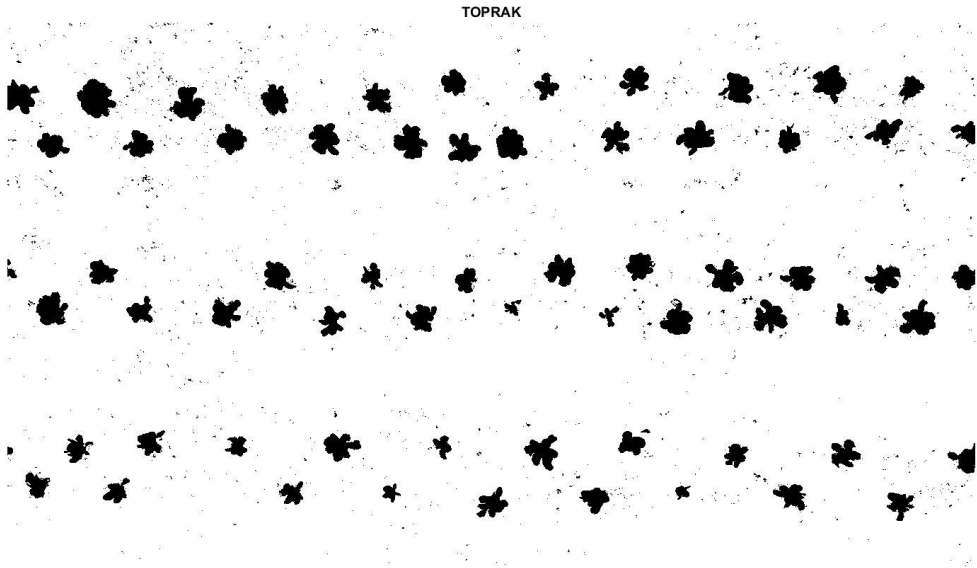
Şekil 12.6. Lokasyon 5'e ait, tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü



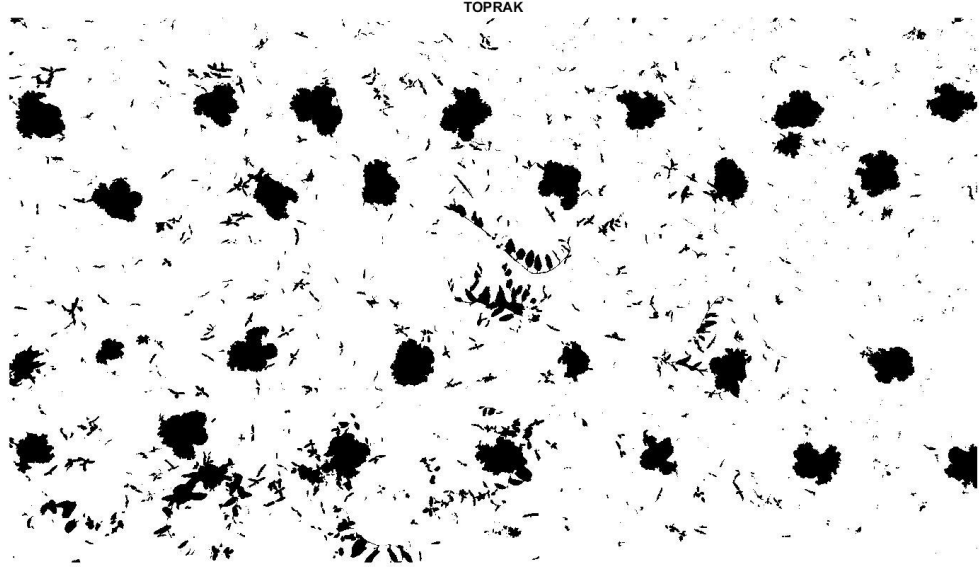
Şekil 12.7. Lokasyon 6'ya ait, tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü



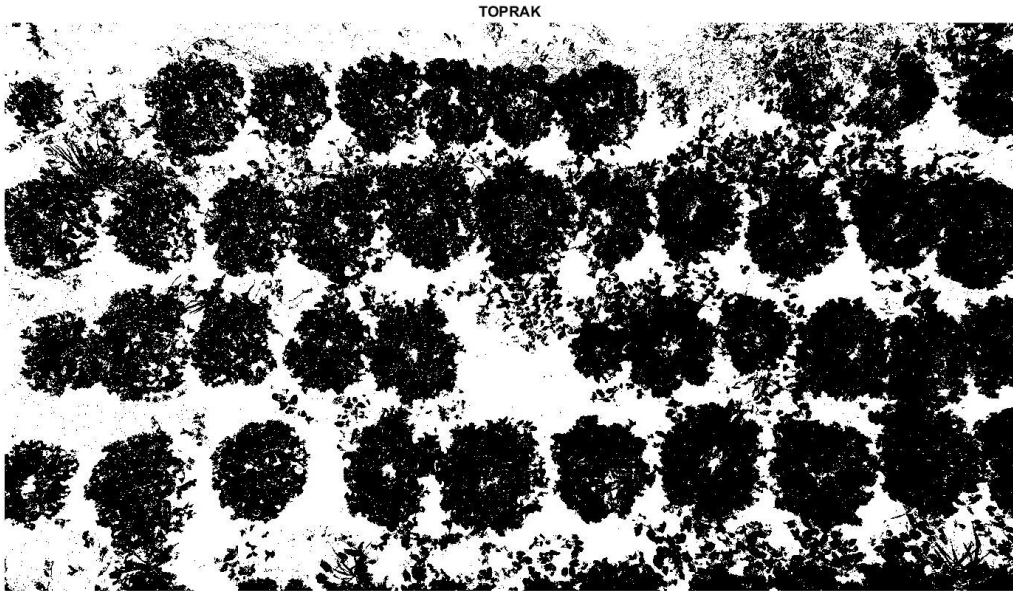
Şekil 12.8. Lokasyon 7'ye ait, tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü



Şekil 12.9. Lokasyon 8'e ait, tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü



Şekil 12.10. Lokasyon 9'a ait, tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü

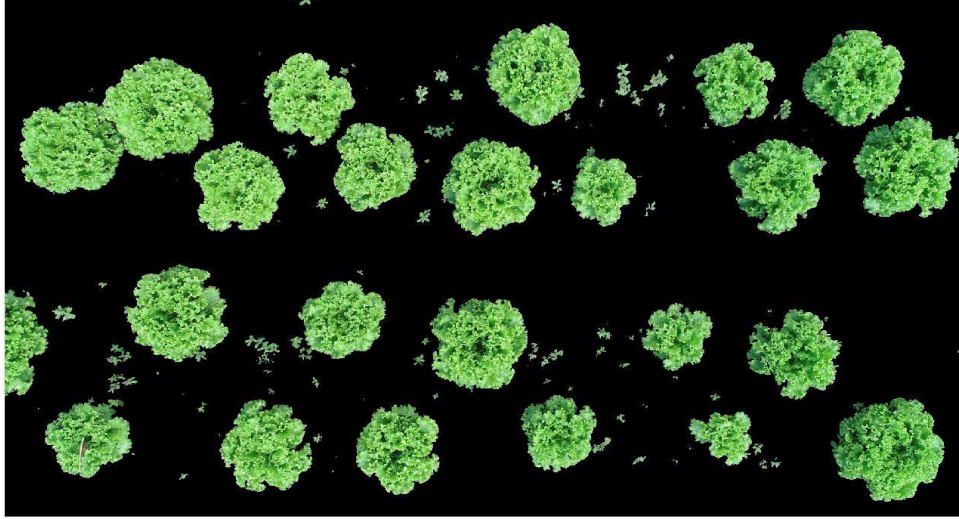


Şekil 12.11. Lokasyon 10'a ait, tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü

4.1.2.3. Bitki Örtüsü Katmanı

Siyah-beyaz görüntüsü elde edilen toprak ve sulama sisteminin varlığını gösteren yani değeri "1" olan her bir pikselin değeri, orijinal RGB görüntüde değerinin "0" yani "hiçlik" olarak gösterilmesi komutu verildiğinde, orijinal RGB görüntüde olarak bitki örtüsü kalacaktır (Ek 2).

BİTKİ ÖRTÜSÜ



Şekil 13.1. Lokasyon 1'e ait, elde edilen bitki örtüsü

BİTKİ ÖRTÜSÜ

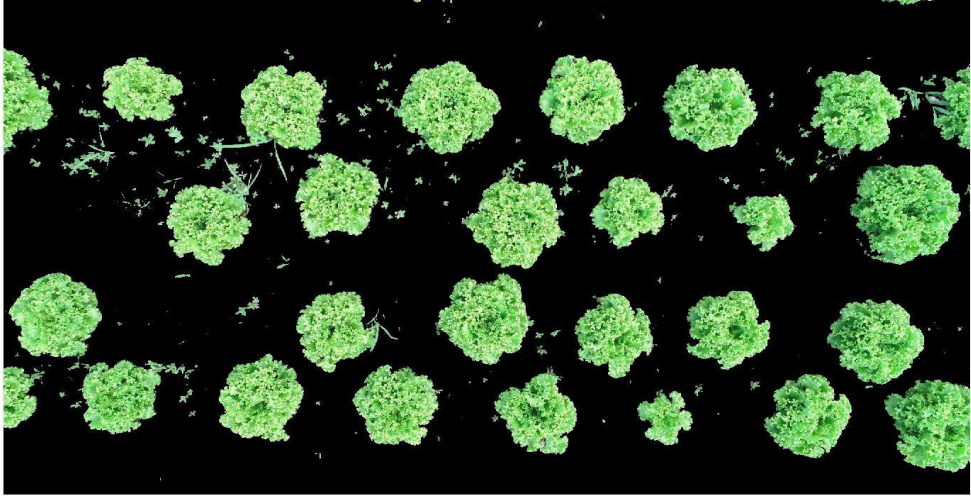


Şekil 13.2. Lokasyon 1'e ait, elde edilen bitki örtüsü

Elde edilen bitki örtüsü katmanı renkli formatta incelendiğinde, toprak ayıklama işleminin başarısı daha net gözükmemektedir. Marul bitkisinde oluşan hastalıklar ve zararlar bu kısımda daha rahat incelenebilmektedir.

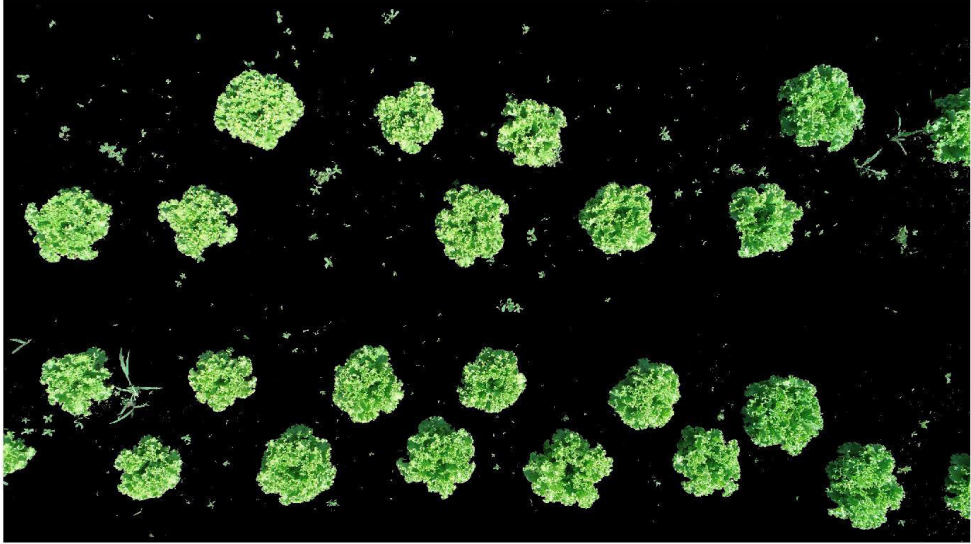
Marul bitkisi ve yabancı otların renk ile ayırabilmek mümkün değildir fakat görüntülerde de görüldüğü üzere aynı ekim alanlarında bulunan marul bitkileri belirli bir şekil yapısı homojen şekilde dağılmıştır. Yapay zekadan faydalanarak birbirine şekil ve renk olarak benzerliği yüksek nesnelerin belirlenmesi hedeflenerek marul bitkisi ve yabancı otların ayrımı hedeflenmiştir.

BİTKİ ÖRTÜSÜ

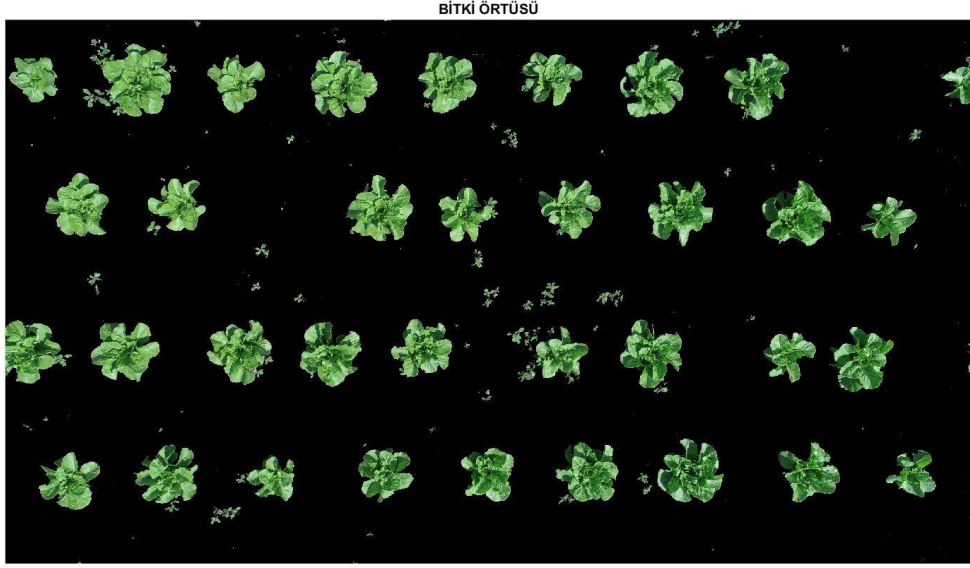


Şekil 13.3. Lokasyon 2'ye ait, elde edilen bitki örtüsü

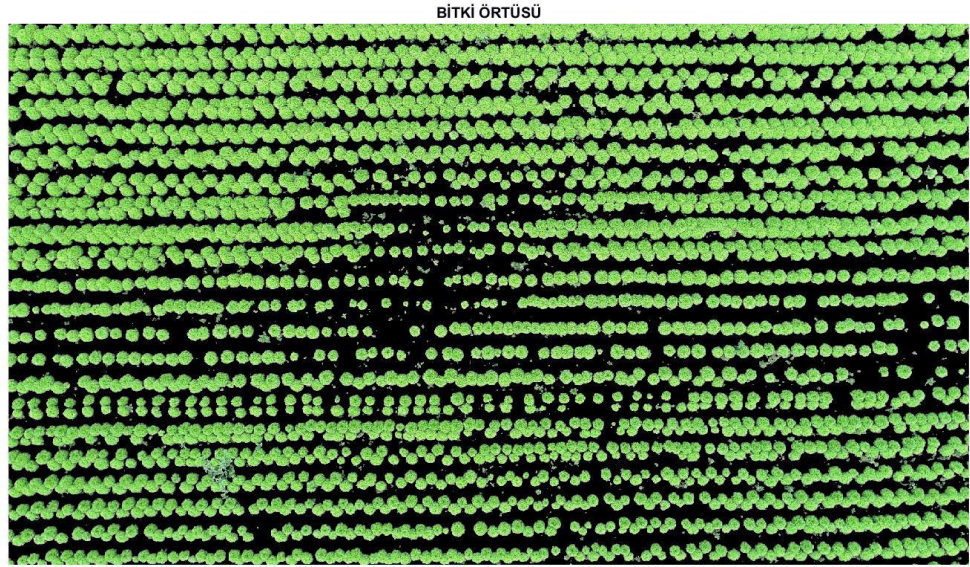
BİTKİ ÖRTÜSÜ



Şekil 13.4. Lokasyon 3'e ait, elde edilen bitki örtüsü



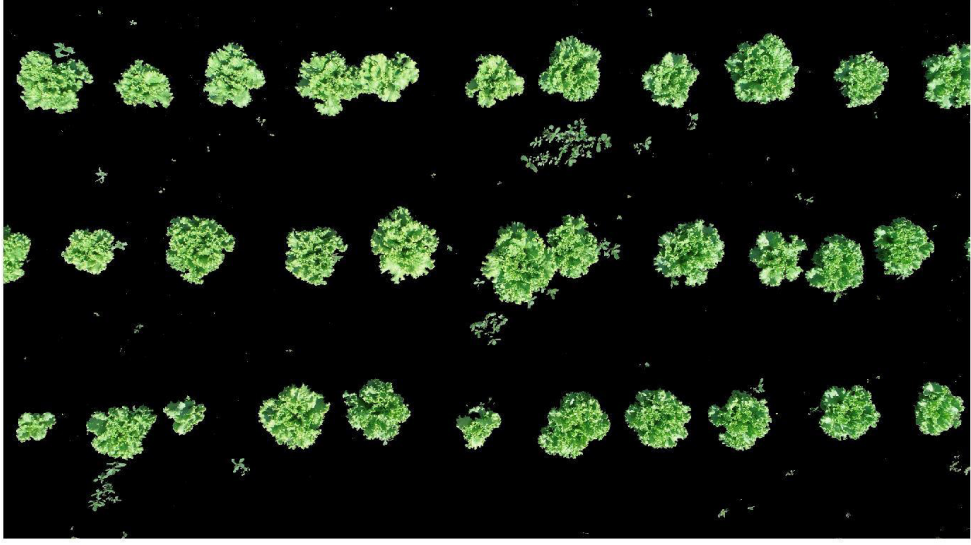
Şekil 13.5. Lokasyon 4'e ait, elde edilen bitki örtüsü



Şekil 13.6. Lokasyon 5'e ait, elde edilen bitki örtüsü

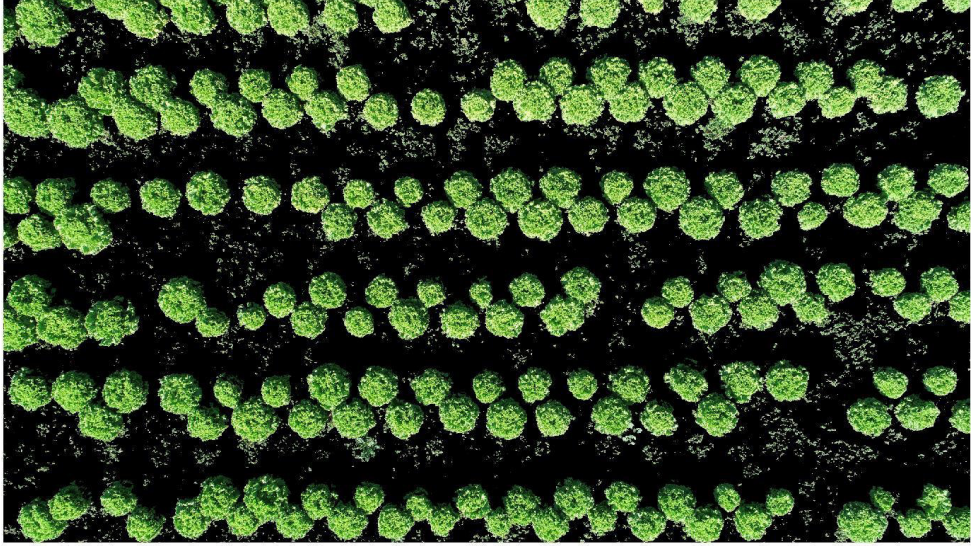
Yetiştirme esnasında yaşanan kayıplar, ekim veya dikim sırasında yapılan hatalı işlemler de bu aşamada gözlemlenebilmektedir (Şekil 13.6.).

BİTKİ ÖRTÜSÜ



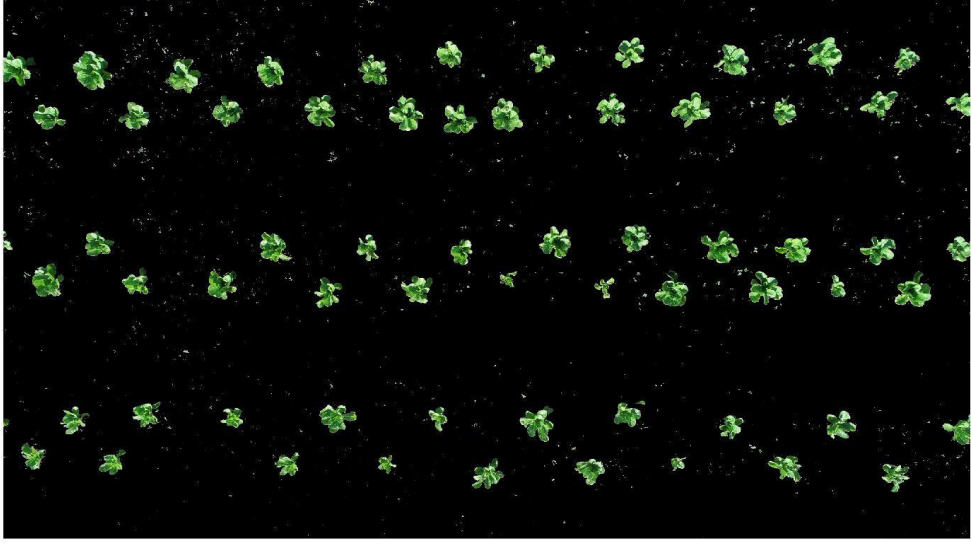
Şekil 13.7. Lokasyon 6'ya, elde edilen bitki örtüsü

BİTKİ ÖRTÜSÜ



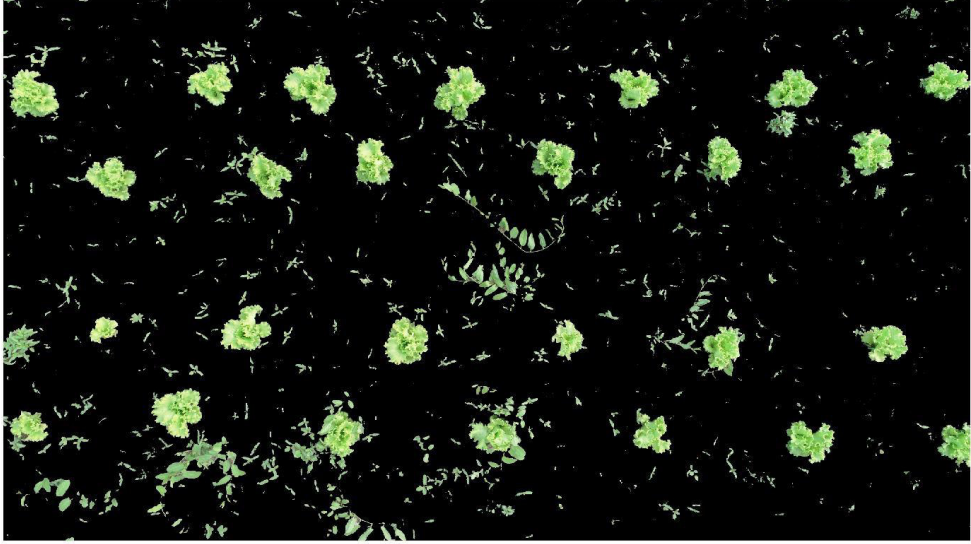
Şekil 13.8. Lokasyon 7'ye ait, elde edilen bitki örtüsü

BİTKİ ÖRTÜSÜ

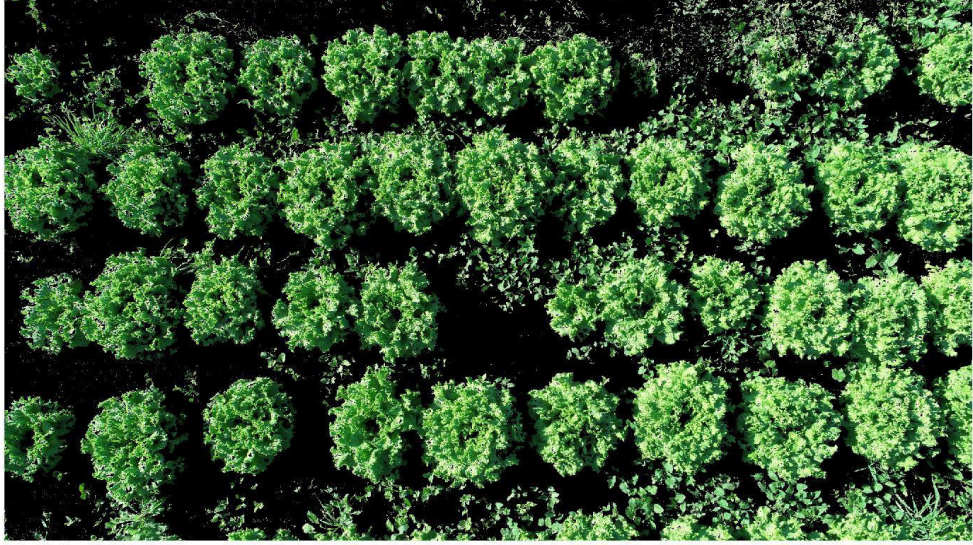


Şekil 13.9. Lokasyon 8'e ait, elde edilen bitki örtüsü

BİTKİ ÖRTÜSÜ



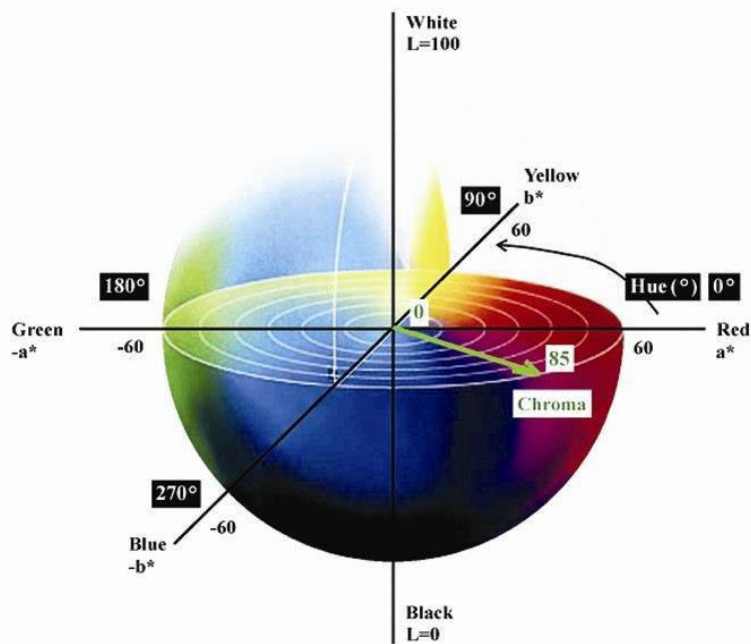
Şekil 13.10. Lokasyon 9'a ait, elde edilen bitki örtüsü



Şekil 13.11. Lokasyon 10'a ait, elde edilen bitki örtüsü

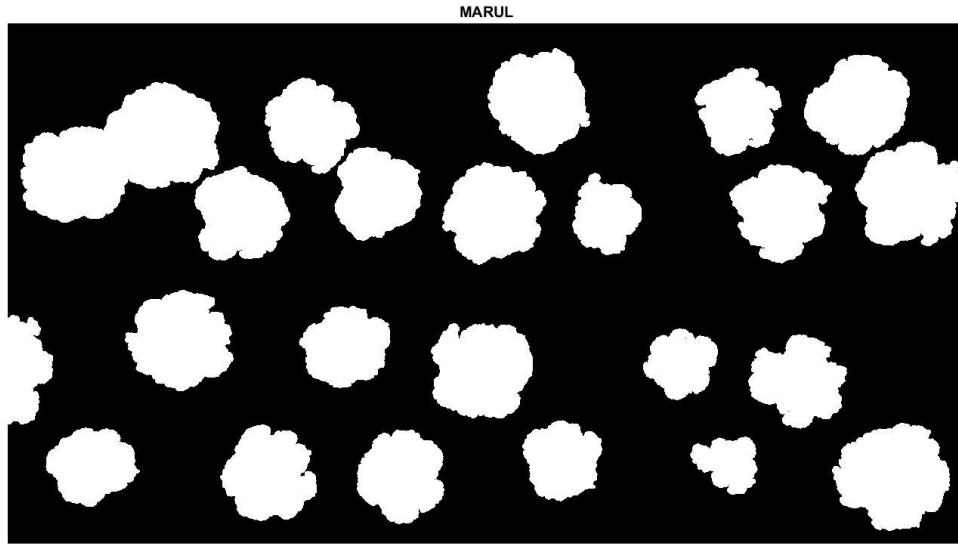
4.1.2.4. Marul Bitkisi Katmanı

Marul bitkisi tespit edilirken birden fazla teknik uygulanmaktadır. Öncelikle RGB görüntü $L^*a^*b^*$ renk formatına çevrilmektedir. $L^*a^*b^*$ renk formatında renklerin ayıklanması RGB görüntüye göre daha kolay gerçekleşmektedir. Renklerin 3 boyutlu koordinat sisteminde gösterimini ifade etmektedir. L^* (lightness) parlaklık/açıklık koordinatını, a^* kırmızı-yeşil koordinatını, b^* sarı-mavi koordinatını temsil etmektedir (Şekil 14.).

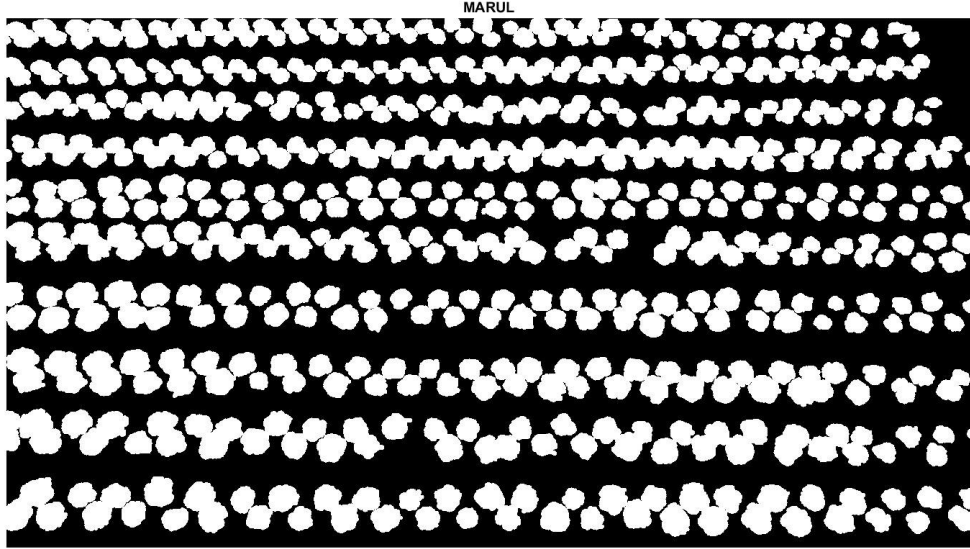


Şekil 14. $L^*a^*b^*$ renk skalası

L*a*b formatına dönüştürüldükten sonra görüntü segmentasyonu işlemi uygulanmaktadır. ‘‘Graph cut’’ tekniği uygulanarak renk aralığı ve şekil yapısı benzer olan marul bitkileri ön plana, benzer olmayan yabancı otlar arka plana atılmaktadır. Marul bitkisi devamında yapılacak işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için siyah-beyaz renk formatına dönüştürülmektedir. Marul bitkisinin sınır çizgileri içerisinde kalan alanlardaki boşluklar doldurulmuştur. Güvenlik amaçlı marul bitkisi sınır alanı genişletilmiştir. Marul bitkisi dışında kalan yabancı otlar görüntüden temizlenmiştir. Gözden kaçabilecek durumlar için belirlenen piksel alanının altında kalan nesnelere görüntüden kaldırılmıştır (EK 3). Marul bitkisi görüntüde tespit edilmiş olup varlığı gösteren beyaz renk yani ‘‘1’’ değerinde gösterilmektedir.



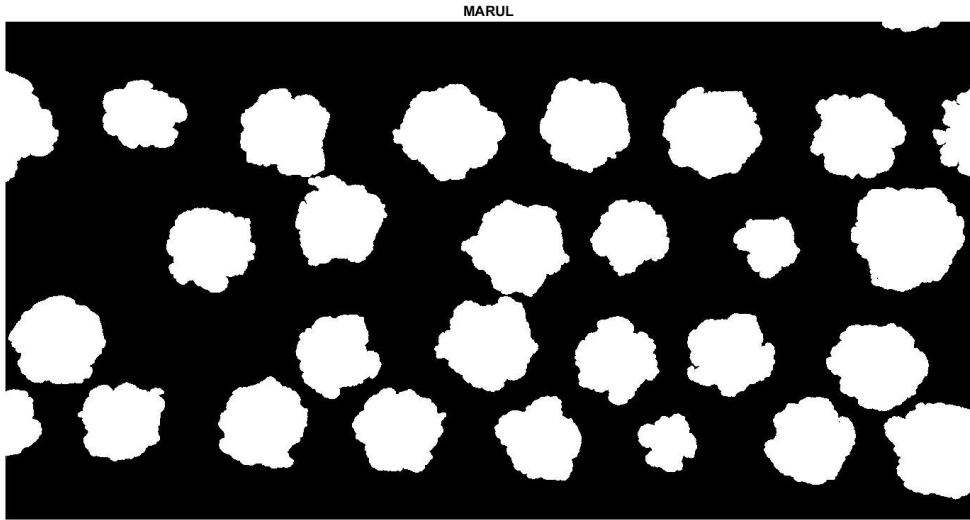
Şekil 15.1. Lokasyon 1'e ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü



Şekil 15.2. Lokasyon 1'e ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü

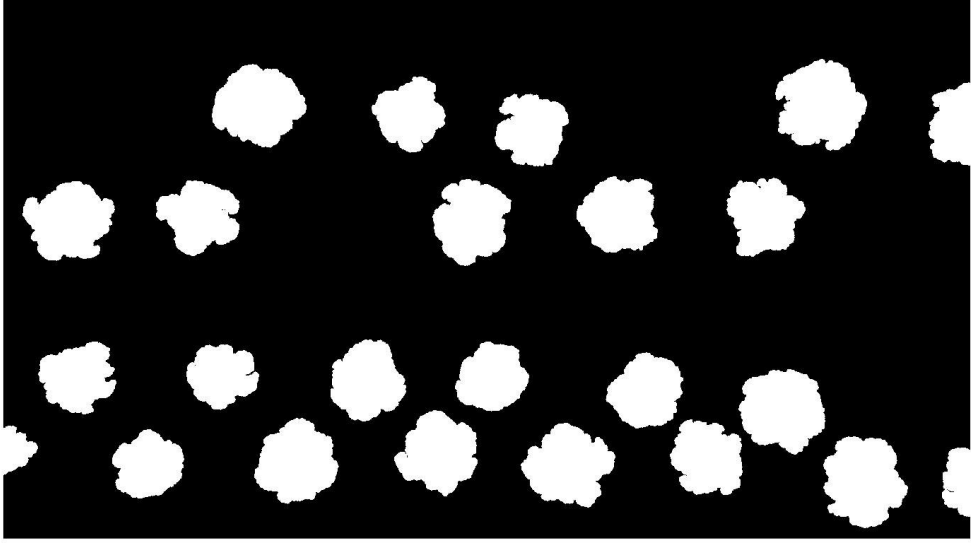
Yaprak gübrelemesi vb. durumlarda ihtiyaç dahilinde elde edilen marul bitkisinin koordinatları kullanılabilir. Marul bitkisinin kapladığı alan bu kısımda hesaplanabilir.

Marul bitkisinde verim, baş sayısı olarak hesaplandığı için elde edilecek toplam marul sayısı, marul katmanı bölümünde rahatça gözükmemektedir (Şekil 15.2.).



Şekil.15.3. Lokasyon 2'ye ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü

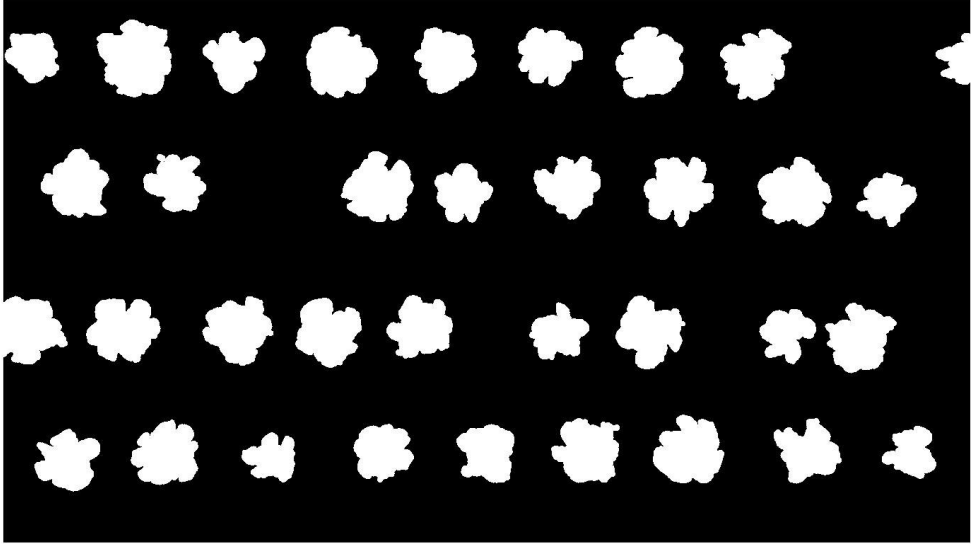
MARUL



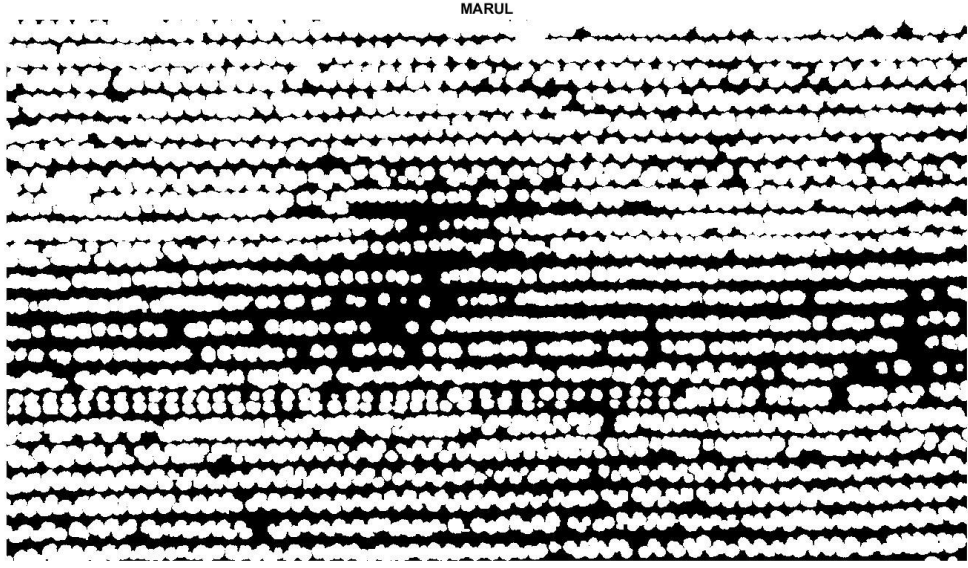
Şekil 15.4. Lokasyon 3'e ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü

Marul bitkisinin sınırları güvenlik amaçlı genişletildiği için sınır çizgileri keskin değil yumuşak bir şekilde gözükmektedir. Bazen göbek kısmında toprak birikintileri olabilmekte ve yazılım bu kısımları toprak olarak göreceğinden boşluklar oluşmaktadır. Verilen komut ile bu boşluklar da temizlenmiştir (Şekil 15.4.).

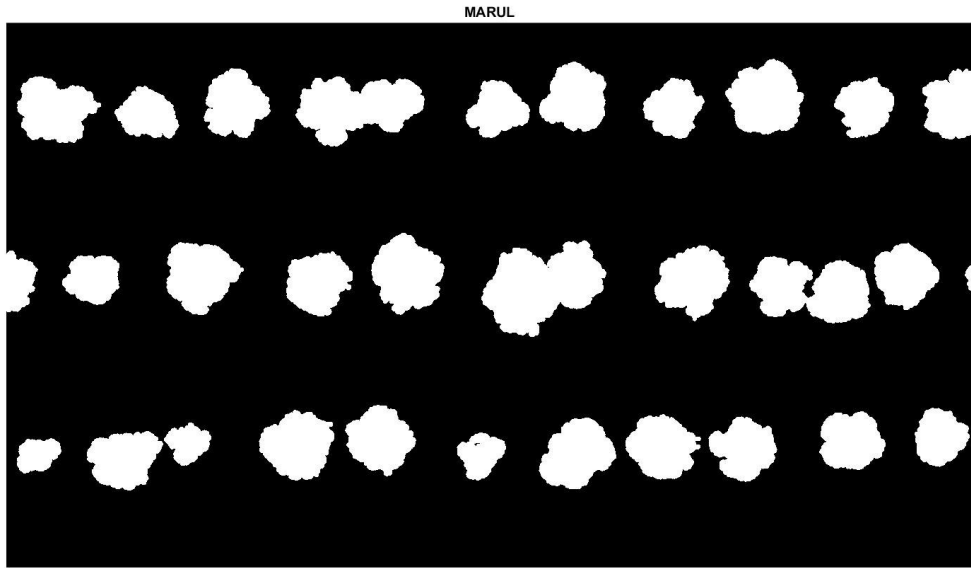
MARUL



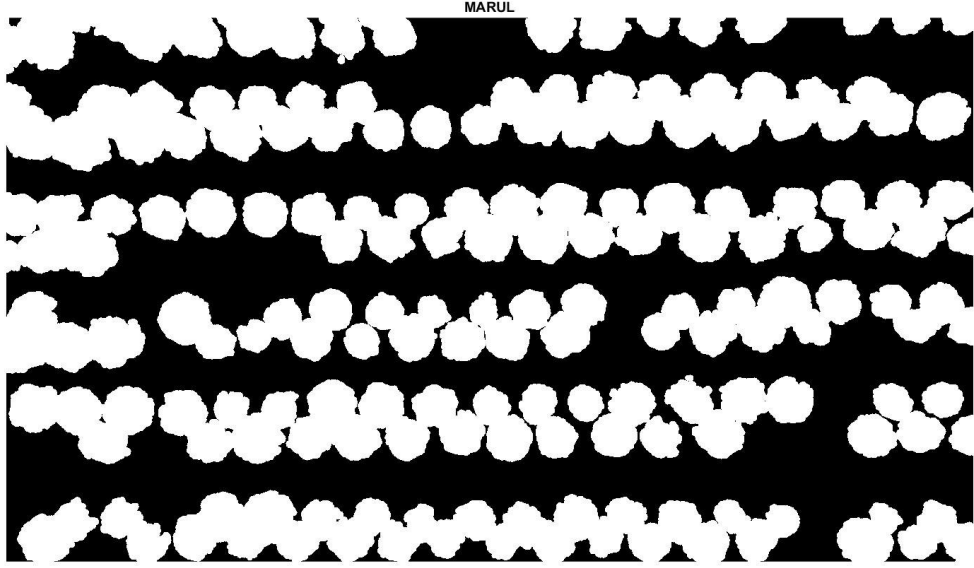
Şekil 15.5. Lokasyon 4'e ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü



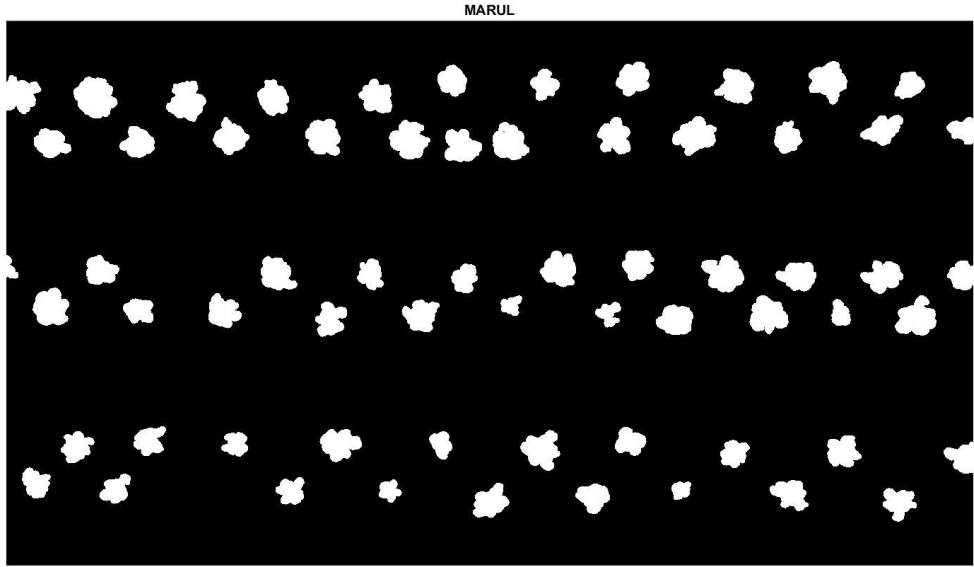
Şekil 15.6. Lokasyon 5'e ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü



Şekil 15.7. Lokasyon 6'ya ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü



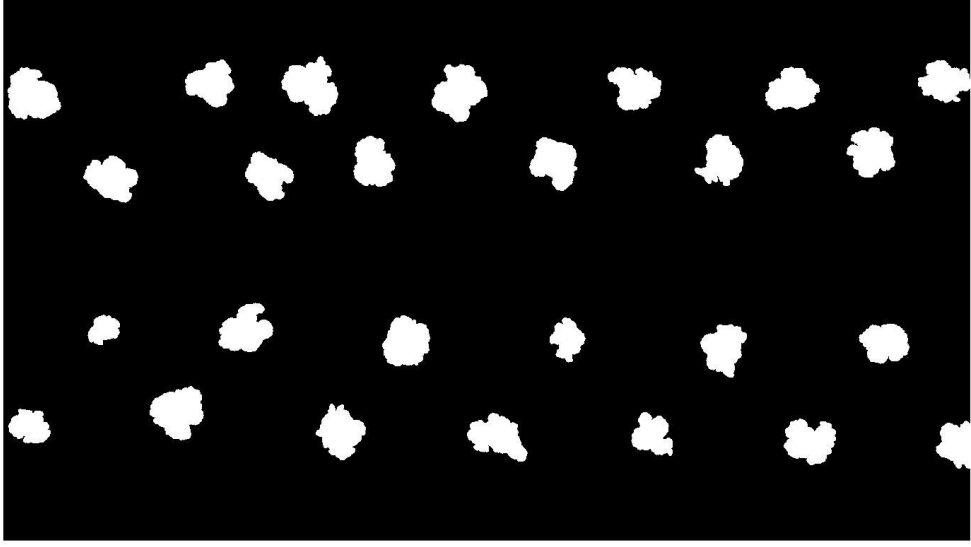
Şekil 15.8. Lokasyon 7'ye ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü



Şekil 15.9. Lokasyon 8'e ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah beyaz görüntüsü

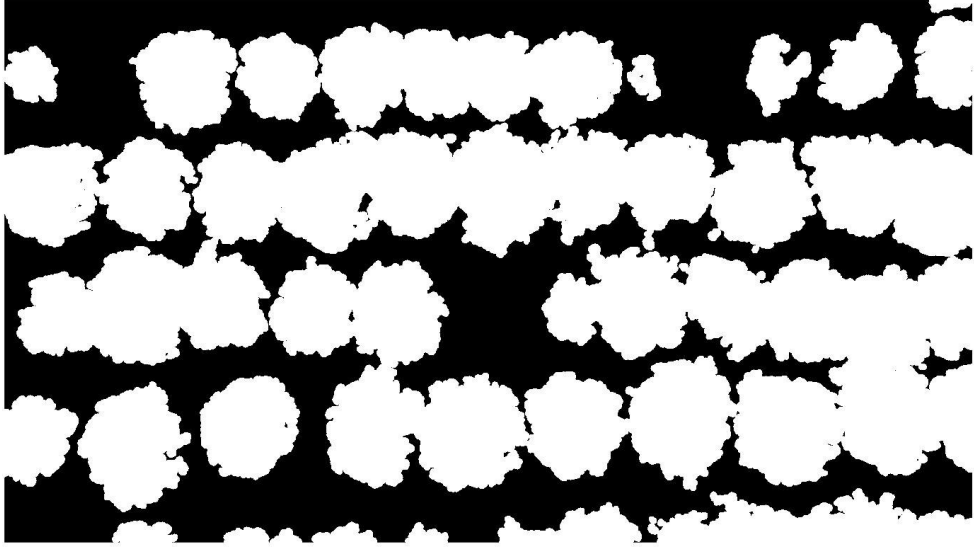
Marul bitkisi henüz gereken olgunluğa gelmiş olmamasına rağmen tespit edilmesinde herhangi bir sorun yaşanmamıştır (Şekil 15.9.).

MARUL



Şekil 15.10. Lokasyon 9'a ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü

MARUL

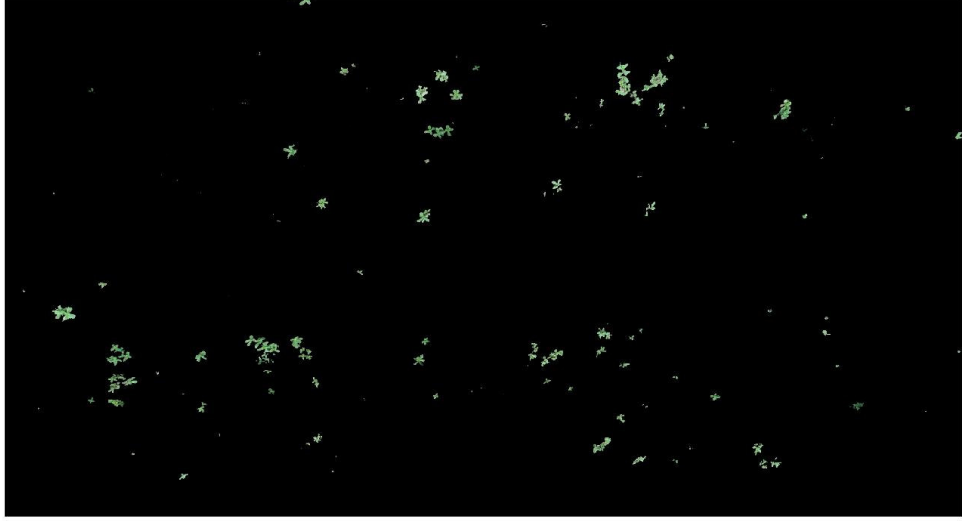


Şekil 15.11. Lokasyon 10'a ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü

4.1.2.5. Yabancı Ot Katmanı

Marul bitkisinin değeri "1" olduğu her piksel, bitki örtüsü ismini vermiş olduğumuz görüntüde "0" değerine dönüştürülerek görüntüden ayıklanmaktadır (EK 4). Sonuç olarak geriye RGB formatında yabancı otlar kalmaktadır.

YABANCI OT



Şekil 16.1. Lokasyon 1'e ait, elde edilen yabancı otlar

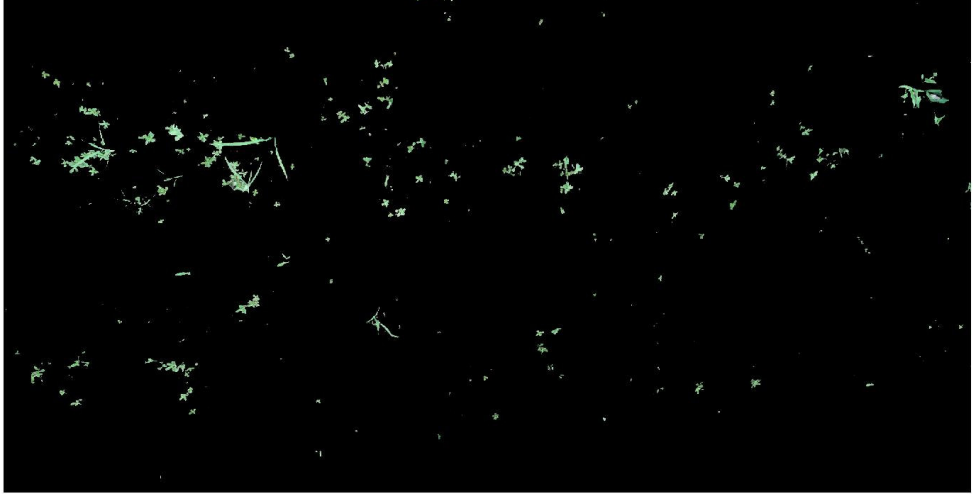
Görüntülerde göz ile gözlemlenmesi çok zor yabancı ot popülasyonlarının bile tespit edildiği gözlemlenmektedir (Şekil 16.1.).

YABANCI OT



Şekil 16.2. Lokasyon 1'e ait, elde edilen yabancı otlar

YABANCI OT

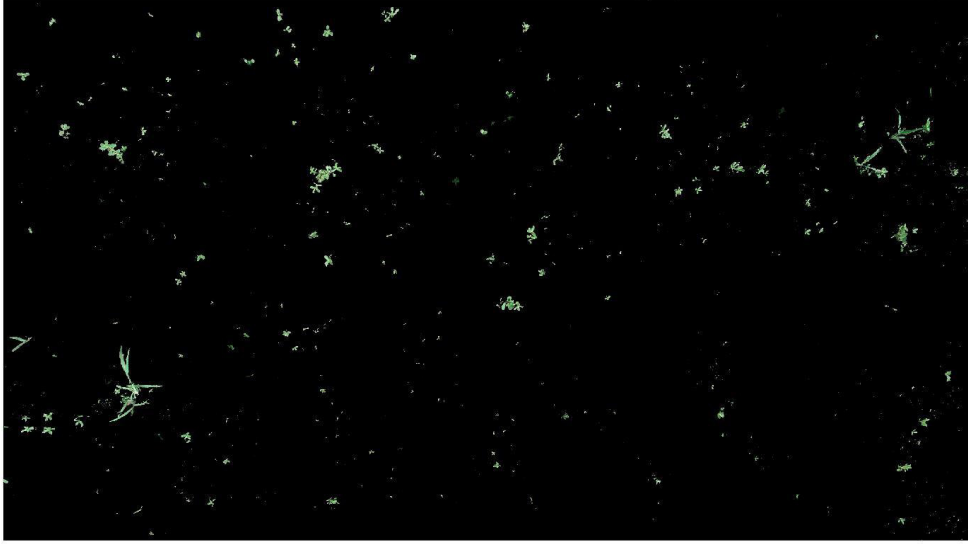


Şekil 16.3. Lokasyon 2'ye ait, elde edilen yabancı otlar

Görüntülerde yabancı otların kapladığı toplam alan hesaplanabilmektedir fakat doğru bir yabancı ot sayısı elde edilememekte ve bunun sonucu olarak yoğunluk hesaplanamamaktadır.

Ekim alanına girilmeden, çerçeve ihtiyacı duyulmadan 1 metrekairelik alan bu kısımda işaretlenebilir ve görüntü incelenerek yabancı ot tespiti yapılabilmektedir.

YABANCI OT



Şekil 16.4. Lokasyon 3'e ait, elde edilen yabancı otlar

YABANCI OT



Şekil 16.5. Lokasyon 4'e ait, elde edilen yabancı otlar

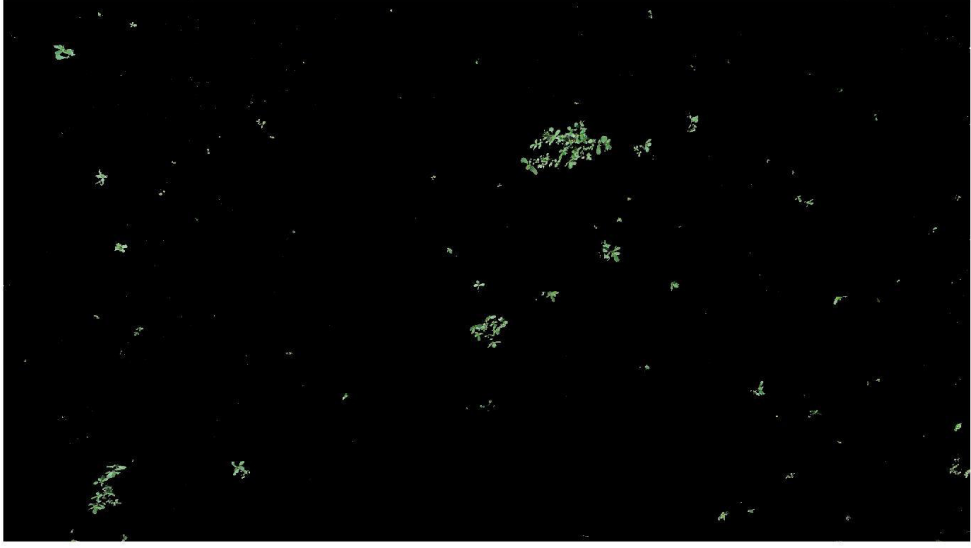
YABANCI OT



Şekil 16.6. Lokasyon 5'e ait, elde edilen yabancı otlar

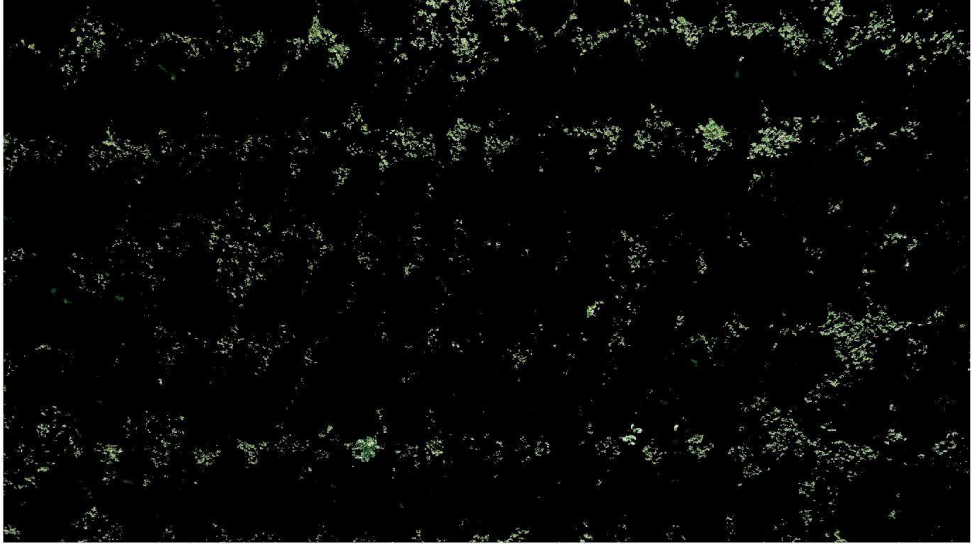
Çok yüksek noktalardan çekilen görüntülerde, insan gözüyle tespiti mümkün olmadığı noktalarda, yabancı ot tespiti başarıyla gerçekleştirilmiştir.

YABANCI OT



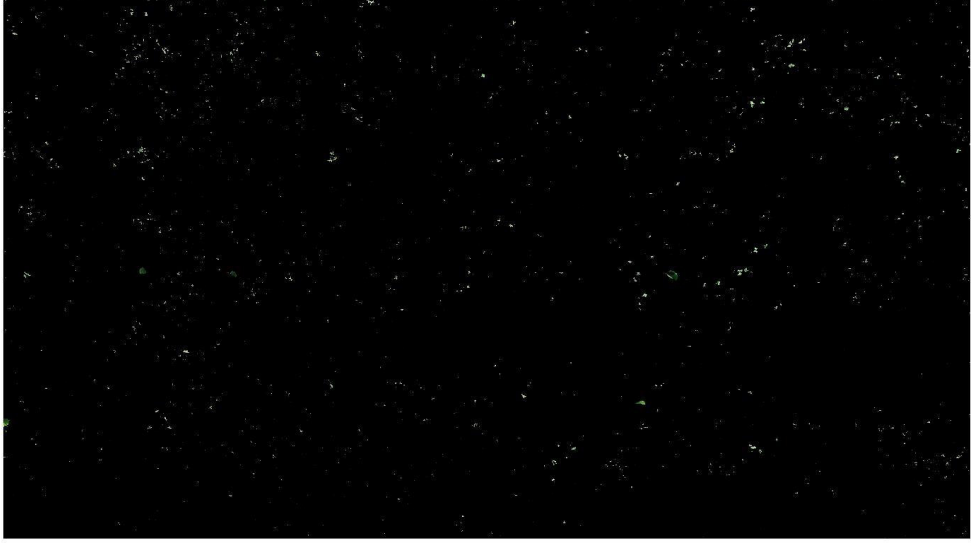
Şekil 16.7. Lokasyon 6'ya ait, elde edilen yabancı otlar

YABANCI OT



Şekil 16.8. Lokasyon 7'ye ait, elde edilen yabancı otlar

YABANCI OT

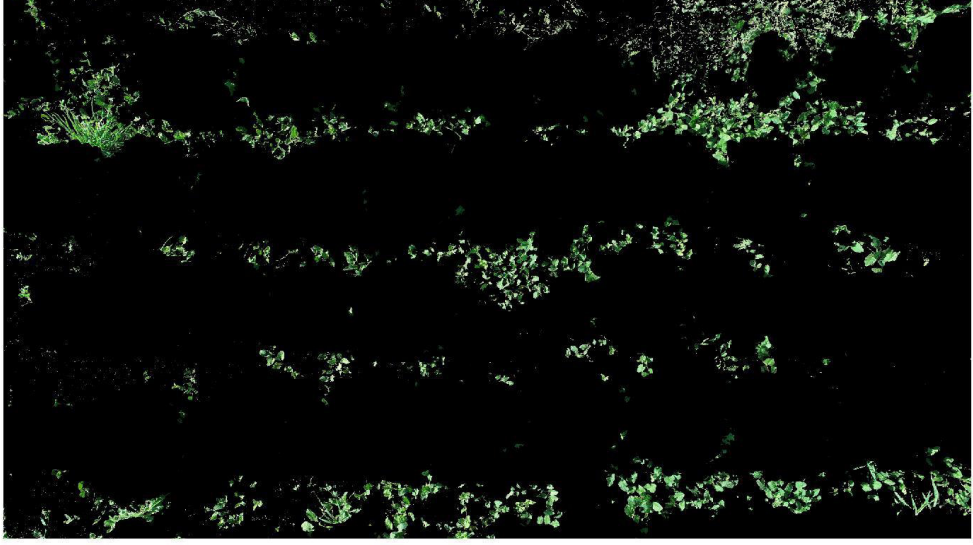


Şekil 16.9. Lokasyon 8'e ait, elde edilen yabancı otlar

YABANCI OT



Şekil 16.10. Lokasyon 9'a ait, tespit edilen yabancı otlar



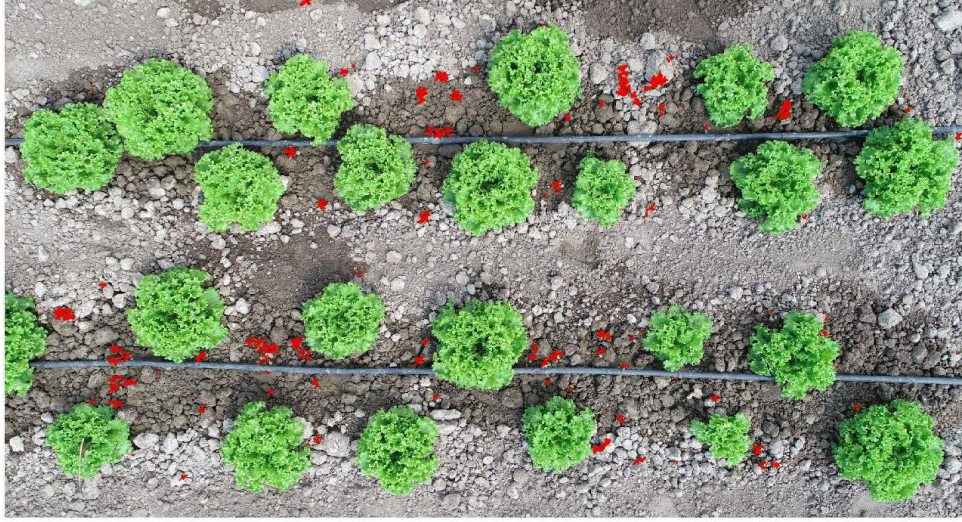
Şekil 16.11. Lokasyon 10'a ait, elde edilen yabancı otlar

Çok yoğun yabancı ot popülasyonlarının görüldüğü, marul bitkisi ile yeşil aksamın çakışmış olduğu görüntülerde de yabancı ot popülasyonu başarıyla tespit edilmiştir (Şekil 16.11.).

RGB renk formatında görüntüsü elde edilen yabancı ot görüntüsü siyah-beyaz formata dönüştürülmektedir.

4.1.2.6. Orijinal Görüntü Üzerinde Hedeflenmiş Olan Yabancı Ot Popülasyonları

Siyah-beyaz formata dönüştürülen yabancı ot görüntüsünde, yabancı otların bulunduğu ve değeri '1' olan her piksel orijinal görüntüde RGB formatında R=240, G=0 ve B=0 değerinde gösterilmektedir. Hedef olarak belirlenen yabancı otlar, orijinal görüntüde kırmızı renk olarak işaretlenmektedir (Ek 5).



Şekil 17.1. Lokasyon 1'e ait, hedeflenen yabancı otlar



Şekil 17.2. Lokasyon 1'e ait, hedeflenen yabancı otlar

Elde edilen sonuçlarda yabancı otların tespiti yapılabilmiş fakat tür teşhisi yapılamamıştır.



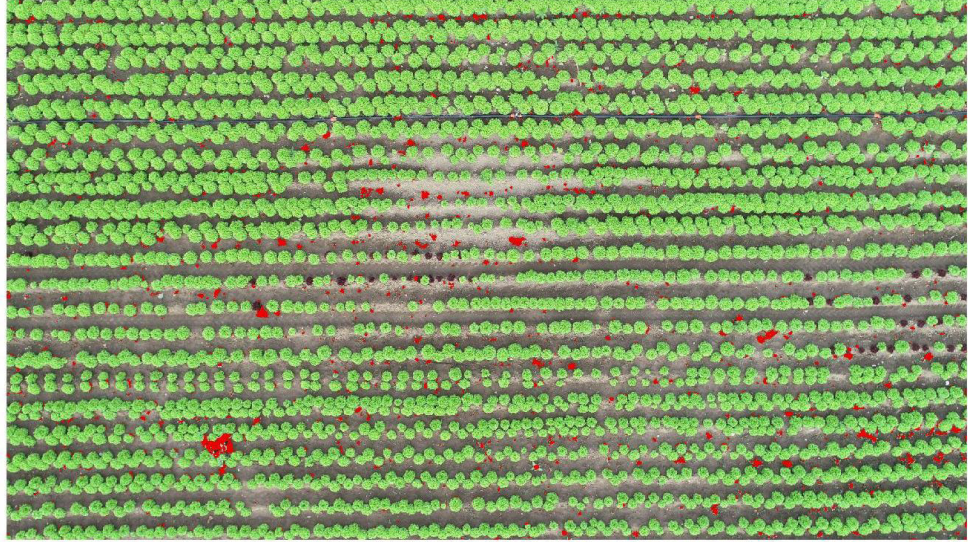
Şekil 17.3. Lokasyon 2'ye ait, hedeflenen yabancı otlar



Şekil 17.4. Lokasyon 3'e ait, hedeflenen yabancı otlar



Şekil 17.5. Lokasyon 4'e ait, hedeflenen yabancı otlar

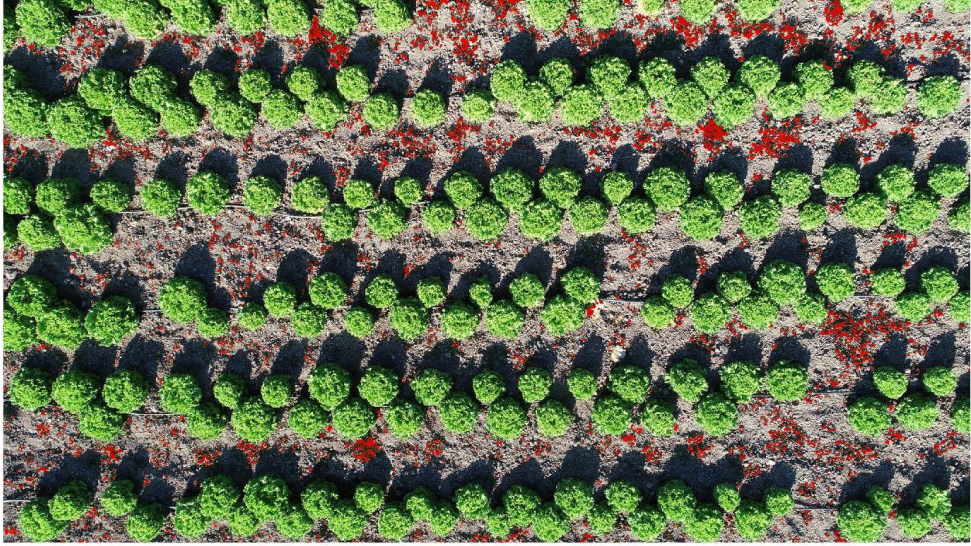


Şekil 17.6. Lokasyon 5'e ait, hedeflenen yabancı otlar

Bazı marul ekim alanlarında tek bir fotoğraf karesi ile tüm marul ekim alanında yer alan yabancı ot popülasyonlarının tespitinin mümkün olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 17.6.).



Şekil 17.7. Lokasyon 6'ya ait, hedeflenen yabancı otlar



Şekil 17.8. Lokasyon 7'ye ait, hedeflenen yabancı otlar



Şekil 17.9. Lokasyon 8'e ait, hedeflenen yabancı otlar



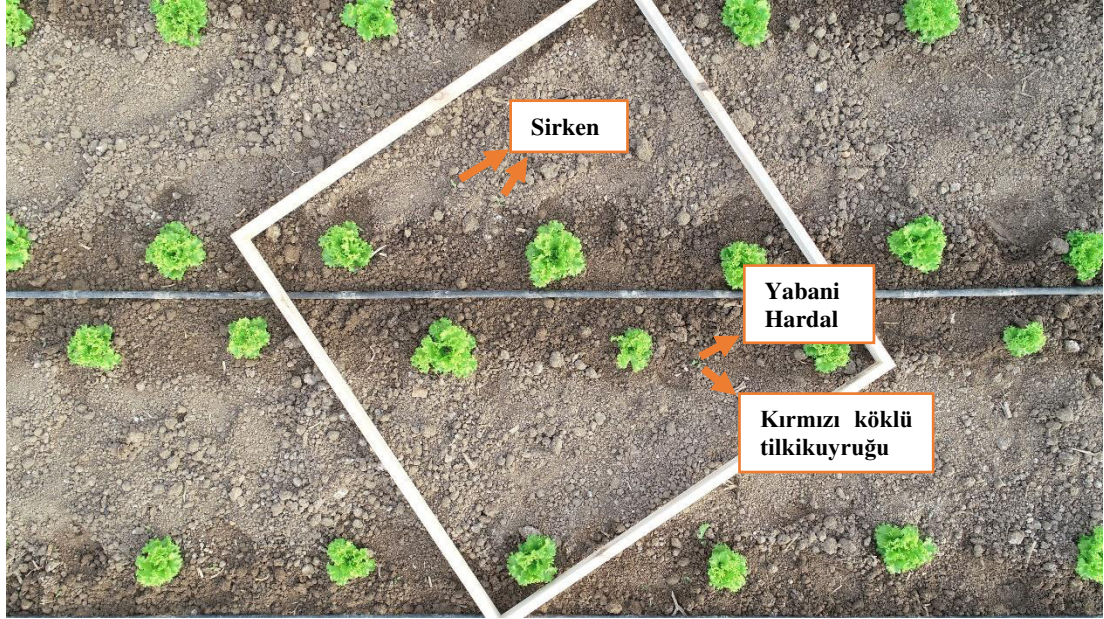
Şekil 17.10. Lokasyon 9'a ait, hedeflenen yabancı otlar



Şekil 17.11. Lokasyon 10'a ait, hedeflenen yabancı otlar

4.1.3. Görüntü İşleme Tekniği ile Tespit Edilen Yabancı Ot Popülasyonlarının Değerlendirilmesi

Görüntü işleme tekniği ile yabancı otların tespit edilip, konum bilgileri, kapladığı alanlar hesaplanmıştır. Gözden kaçan yabancı otlar dahil tespit edilebilmektedir. Ancak konvansiyonel yöntemde saptanabilen yabancı otların tür teşhisleri bu yöntemle gerçekleştirilememiştir.



Şekil 18.1. Çerçeve atma yöntemi



Şekil 18.2. Görüntü işleme tekniği

Çerçeve Atma Yöntemi ile Görüntü İşleme Yönteminin aynı karedeki bulguları Şekil 18.2.'de gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde Çerçeve Atma Yönteminde tür teşhisinin ve yoğunluk hesaplamasının yapılabildiği (Şekil 18.1.), fakat konum bilgisinin çerçeve içerisindeki alanda kısıtlı kaldığı gözlemlenmiştir.

YABANCI OT

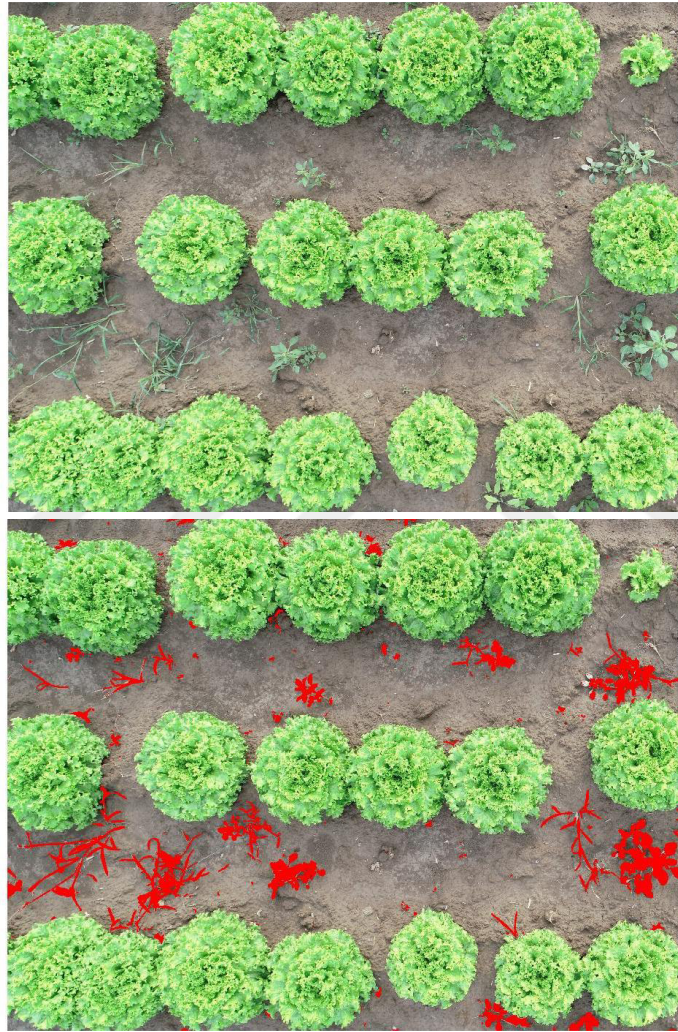


Şekil 18.3. Görüntü işleme tekniğinde tespit edilen yabancı otlar

Görüntü İşleme Tekniğinin arka planı incelendiğinde ise çerçeve alanı dışarısında çıplak gözle tespit edilemeyen birçok yabancı ot türünün varlığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda bu yabancı ot türlerinin konum ve alan bilgisi elde edilmiştir.

Yabancı otların sayımında görüntü işleme tekniğinin başarı oranı düşüktür. Dallanarak büyümekte olan yabancı otlarda, gövde üzerinde toprak birikintisi olması veya yaprak sapının toprak görüntüsüne karışacak incelikte olduğu durumlar dahilinde bir bitkiyi iki ayrı bitki olarak görebilmektedir. Yabancı otların kapladığı alanların hesaplamasında ise başarı oranı çok yüksektir.

Yabancı otların marul bitkisine temas halinde olduğu noktalarda dahil tespit edilebilir olması yapılan çalışmanın güvenilirliğini arttırmaktadır (Şekil 18.4.).



Şekil 18.4. Görüntü işleme tekniği ile tespit edilen yabancı otların birbiri üzerine örtüştüğü ve marul bitkisine temas ettiği kısımlardaki tespiti

Tespiti yapılan yabancı otların kaplama alanı, gerçekleştirilen yazılım ile hesaplanmıştır. Yapılması planlanan ortak mücadele yöntemi ile sadece bu alanlarda enerjinin harcanması sağlanabileceği düşünülmektedir. Hesaplanan yabancı otların kaplama oranı sayesinde, mücadelede harcanan enerjinin asıl olarak kullanılan miktarının oranı görülebilmektedir. Lokasyon bazında yabancı otların toplam kaplama

alanı ve kaplama oranları Tablo 5’te belirtilmiştir.

Tablo 5. Lokasyondaki toplam görüntü alanı, yabancı otların kaplama alanı ve yabancı otların kaplama oranı

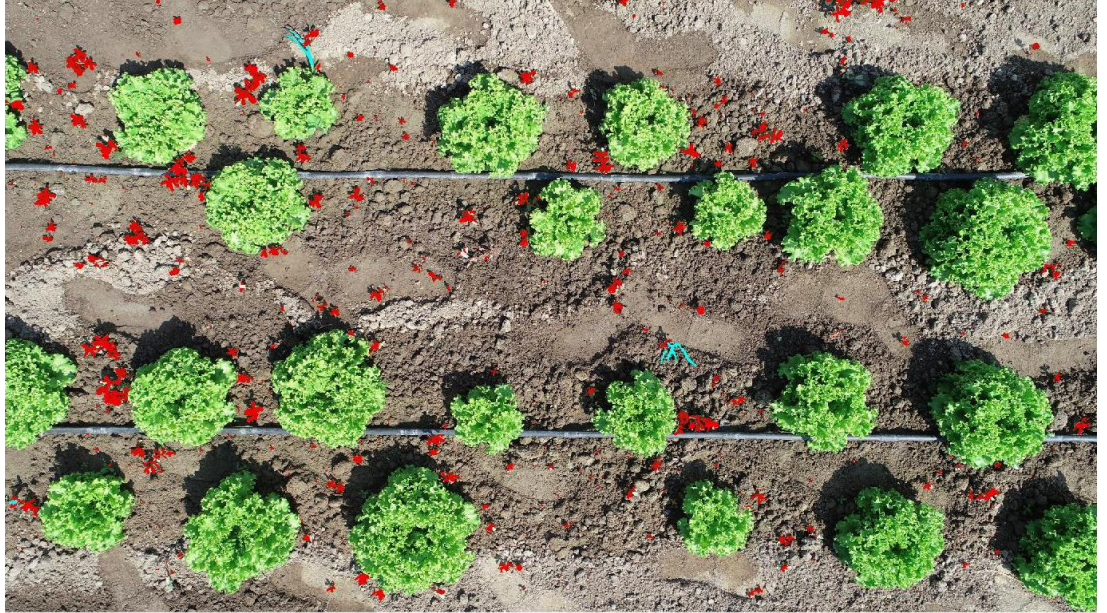
Lokasyon Etiketi	Toplam Görüntü Alanı (Px)	Yabancı Otların Toplam Kaplama Alanı (Px)	Yabancı Otların Kaplama Oranı
Lokasyon 1	13.960.463	116.305	%0,83
Lokasyon 2	15.301.118	190.890	%1,24
Lokasyon 3	16.842.816	155.539	%0,92
Lokasyon 4	16.842.816	92.346	%0,55
Lokasyon 5	15.070.247	215.863	%1,43
Lokasyon 6	16.842.816	111.095	%0,66
Lokasyon 7	16.842.816	499.683	%2,97
Lokasyon 8	16.842.816	57.295	%0,00
Lokasyon 9	16.842.816	667.328	%3,96
Lokasyon 10	16.842.816	879.364	%5,22

Bölgede bulunan yabancı otların birbirine benzerlik oranları gibi özelliklerin gösterildiği veriler Tablo 6’da belirtilmiştir. Lokasyonda bulunan yabancı otların, ağırlıklı olarak geniş yapraklı yabancı ot türleri olduğu tespit edilmiştir. Yazılımda elde edilen benzerlik oranlarının yüksek değerinde sonuç verdiği yabancı otların geniş yapraklı yabancı ot türlerinin olabileceği, benzerlik oranının düşük olduğu yabancı ot türlerinin ise dar yapraklı yabancı ot türlerinin olabileceği ve çalışmanın bu yönde geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Tablo 6. Tespti yapılan yabancı otların sayısını, kapladığı alanı, şekil özelliğini, benzerlik oranı ve genişlik verilerinin gösterildiği ekran

Yabancı Ot	Alan	Max. Eksen Uzunluğu	Min. Eksen Uzunluğu	Benzerlik oranı (%)
1	3990	114,39	67,03	% 81
2	2604	323,40	87,80	% 96
3	2018	81,59	39,45	% 88
4	2549	183,97	120,58	% 76
5	2001	187,33	56,69	% 95
6	10.88	196,29	133,14	% 74
7	3107	123,27	49,53	% 92
8	4366	106,40	79,32	% 67
9	9924	184,77	106,66	% 82
10	2167	73,14	55,39	% 65
11	4285	136,21	74,11	% 84
12	2202	77,79	45,57	% 81
13	2085	105,50	38,36	% 93
14	2970	277,39	49,83	% 98
15	3727	127,53	66,18	% 85
16	17.86	286,23	176,35	% 79
17	2739	182,12	57,94	% 95
18	29.06	278,78	237,31	% 52
19	2135	85,48	50,58	% 81

Görüntü işleme tekniği ile yabancı otları dar ve geniş yapraklı olarak da ayırabilmek mümkündür (Şekil 18.5.). Fakat çalışılan her marul ekim alanı ve her çekilen fotoğraf karesi için ayrı ayrı işlemler gerekeceği için bu teknik ile yabancı otların dar ve geniş yapraklı olarak ayırımını yapmak pratik değildir. YSA ve görüntü işleme tekniğinin birlikte kullanılacağı yazılımlarda daha pratik olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 18.5. Görüntü işleme tekniği ile dar ve geniş yapraklı yabancı otların tespiti

4.2. Tartışma

Samsun ilinde Işık vd. tarafından yapılan çalışmada marul ekim alanlarında nispi oranı en yüksek çıkan tür darıcan (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.B.) (%10) ve köygöçürene (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) (%5) Amasya ilinde yapılan çalışmada rastlanılmamıştır. Tespiti gerçekleştirilen diğer türlere göre rastlanma sıklığı nispeten yüksek olan tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis* L.) (%8), köpek dişi ayrığı (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) (%6), semizotu (*Portulaca oleracea* L.) (%6), kırmızı köklü horozibiği (*Amaranthus retroflexus* L.) (%5) ve sirken (*Chenopodium album* L.)

(%5) ise her iki ilde de benzerlik göstermektedir.

Erzurum ilinde Kaymakçı, 2007 tarafından yapılan çalışmada köygöçüren (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) ve kirpi darı (*Setaria viridis* (L.) Beauv.) yoğunluklarının yüksek olduğu belirtilmesine karşın, Amasya ilinde çalışılan lokasyonlarda bu türlerin yoğunluklarından bahsedilememektedir. Amasya ilinde rastlanma sıklığı %77 olarak hesaplanan semizotuna (*Portulaca oleracea* L.) ise yapılan çalışmada saptanmamıştır.

Soylu vd., 2017 tarafından yapılan çalışmada ise yaygınlık durumunun en yüksek olduğu türlerden biri olan kısır yabancı yulafın (*Avena sterilis* L.) Amasya ilindeki marul ekim alanlarındaki yoğunluğu ekonomik olarak sorun oluşturacak düzeyde bulunmamaktadır. Çalışmada bahsedilen diğer türler ise her iki ilde de benzerlik göstermektedir.

Görüntü İşleme Tekniği, özellikle endüstri sektöründe çok yoğun bir şekilde kullanılmasına karşın tarım sektöründe gereken önemi kazanamamıştır. Ekim alanlarında çok fazla değişken olmasının yapılan tekniği zorlaştırması ve yapılacak uygulamaların günümüz şartlarında tarım sektörü için hazır olmaması, bu tekniğin gereken önemi kazanamama sebepleri olduğu düşünülmektedir.

Ülkemizde tarım sektöründe Görüntü İşleme Tekniği kullanılarak yapılan çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların genel olarak elde edilen mahsulleri sınıflandırmaya yönelik olduğu gözlemlenmiştir. Bu yönde gerçekleştirilmiş çalışmaların tarla/bahçe koşullarında yapılmamış olması değişkenleri ortadan kaldırdığı için yapılan işlemleri, arazi koşullarında yapılan işlemlere göre kolaylaştırmıştır. Yabancı ot tespiti üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde ise alçaktan yapılan çekimler ile arazinin bütününe kapsamayan ve kültür bitkisini tamamen içermeyen, sınırlı sayıda yabancı ot varlığının tespit edildiği, fakat tür teşhisi, konum bilgisi, yabancı otların kapladığı alan bilgisi yapılamadığı gözlemlenmiştir. Marul bitkisinde bu tekniğin kullanılmış olduğu bir çalışmaya da rastlanılmamıştır.

Uluslararası alanda yapılan çalışmalar incelendiğinde ise tren raylarında görülen yabancı otların tespit edilerek sadece o bölgelerin ilaçlanması gibi projelerin yürütüldüğü bilinmekte ve değişkenlerin öneminin kalmadığı bu alanlarda başarı oranının yüksek olması muhtemeldir. Tarla koşullarında alçak çekimlerde yapılan yabancı ot tespitleri mevcuttur fakat bulunan tüm yabancı ot türlerinin teşhisi yapılamamaktadır. Hava aracı ile arazi koşullarında yapılan çekimlerde ise sadece yasaklı bitki ürünlerinin tespit edilmesine yönelik yazılımlar mevcuttur.

Amerika'da 2020 yılında Raja et al. tarafından yapılan çalışmada marul

bahçelerinde sorun olan yabancı otlar Görüntü İşleme Tekniği ve YSA kullanımıyla başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Ekim alanında bulunan her bir yabancı ot için tür teşhisi ise yapılamamıştır. Geliştirilen ilaçlama sistemi ile sadece bu yabancı otların bulunduğu noktaların ilaçlanması amaçlanmıştır. Yabancı otların tespiti ise alçaktan yapılan çekimler ile sağlanmıştır.

Genel olarak görüntü işleme tekniği ile yapılan çalışmalarda yabancı otların yaprak yapısının dönemsel olarak farklılık göstermesi ve tarla koşullarında yaşanan yeşil aksamların birbiri üzerine denk gelmesi, arazi kaynaklı sorun ortaya çıkması, element noksanlıkları veya bitki hastalıkları nedeniyle yeşil aksamda farklılıklar ortaya çıkması yabancı otların tür teşhisini zorlaştırmaktadır.

Konvansiyonel yöntem ile yapılan çalışmalarda yabancı ot tür teşhisi ve yoğunluk hesabı yapılabilmesi en büyük avantajdır. Fakat her tür için ortak bir mücadele yönteminin uygulanabildiği, yabancı otların eradikasyonuna veya ölümüne sebep bir sistem geliştirildiğinde konvansiyonel yöntemin önemi kalmamaktadır. Bu koşullarda önemli olan yabancı otların tespiti ve bulunduğu konumlar olacaktır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Elde edilen sonuçlara göre konvansiyonel yöntem ile tür teşhisi ve yoğunluk hesaplaması yapılabildiği bu şekilde ekonomik zarar eşiğine gelindiğinde mücadele zamanının tespitinin mümkün olabildiği görülmüştür.

Görüntü İşleme Tekniğinin ise yabancı otların tespiti, konum ve alan hesaplamasında güvenle kullanılabileceği görülmüştür. Yabancı otların yeşil aksamalarının birbiri üstüne geldiği veya marul bitkisi ile temas halinde olduğu noktalarda dahil tespit başarısının çok gözlemlenmiştir. Ancak tür teşhisi yapılamadığı için tür yoğunluğu ve ekonomik zarar eşiğine ulaşır ulaşmadığı hesaplanamamaktadır. Elde edilen yabancı ot tespit, konum bilgisi, alan bilgisi sisteme yüklenerek sadece bu noktalarda mücadelenin gerçekleşmesi sağlanabilmektedir. Aynı zamanda diğer kültür bitkilerinde, yapılmış olunan yazılımın o türlere özgü modifikasyonu ve kullanımı ile sadece yabancı otların bulunduğu kısımlar ilaçlanabilir, insan ve çevre sağlığı korunabilir. Fakat marul ekim alanlarında sorun olan yabancı otlara karşı herhangi bir ruhsatlı bitki koruma ürünü bulunmadığı için kültürel ve mekanik uygulamalarla yabancı ot mücadelesi yapılmaktadır. Bu da üretim masraflarını artırmaktadır.

Yapılan çalışma YSA ile desteklenerek tür teşhisinin yapılabilmesi mümkün olmaktadır. Fakat ekim alanlarındaki karşılaşılabilecek her yabancı ot türü için ayrı ayrı birkaç yıl çalışılması bir yöntemdir. Bir yabancı ot türü adına tür teşhisi başarısının yüksek olabilmesi için; farklı yetiştirme koşullarında, farklı evrelerde yüzlerce fotoğraflama ve bu işlemlerin tarlada karşımıza çıkabilecek her yabancı ot türü için yapılması gerekmektedir. Kültür bitkisinin öğretilmesi, kalan bitki örtüsüne genel olarak yabancı ot denilmesi daha kolaydır.

Marul bitkisi, bölgemizdeki yabancı otlara benzemeyen kendine özel şekil yapısı ve ekim şekli sayesinde görüntü işleme tekniğini mümkün kılmaktadır. Lahana, pancar gibi kültür bitkilerinde de test etmiş olup başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Görüntüleri çekilen farklı marul ekim alanlarında görüntü işleme tekniği öncesinde ayarlanması gereken işlemler bulunmaktadır. YSA kullanımıyla değişken olmayan sabit yazılımlarla bu sorunun da önüne geçilebilmesi mümkündür.

Elde edilen veriler ışığında, yabancı ot tür teşhisinin zorunlu olmadığı bir yabancı ot mücadelesi sisteminde hedeflenen koordinatlar kullanılarak bu noktalardaki yabancı otların yok edilmesi gerçekleştirilebilir. Herhangi bir yabancı otun bulunmadığı noktalarda mücadele için enerji harcanamayacağı için yapılan masraf

azalacak, çevre sağlığı korunacaktır. Yabancı otlar ile ortak mücadelenin sağlanabileceği eradikasyon sistemi veya lazer ile yakma gibi yabancı otların imhasını sağlayan sistemlerin geliştirilmesi ve bu sistemlerin Görüntü İşleme Tekniği ile birleştirilmesi sonucunda başarılı sonuçların elde edilebileceği düşünölmektedir. Mücadele masraflarının minimize edilebilmesi adına yenilikçi uygulamaların geliştirilerek tarım sektörüne kazandırılması sağlanmalıdır.



6. KAYNAKÇA

- Alfaro-Almagro, F., Jenkinson, M., Bangerter, N.K., Andersson, J. L., Griffanti, L., Douaud, G., and Vidaurre, D. (2018). *Image precessing and quality control for the first 10,000 brain imaging datasets from UK Biobank*. Neuroimage, 166, 400-424.
- Balcı, M., Altun, A. A., ve Taşdemir, Ş. (2016). *Görüntü işleme teknikleri kullanılarak Napolyon tipi kirazların sınıflandırılması*. Selçuk-Teknik Dergisi, 15(3), 221-237.
- Baykan, N. (2010). *Robotik bir mikroskop sisteminden elde edilen görüntülerin görüntü işleme ve yapay zeka yöntemleri ile analizi*. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- de Freitas, E. M., de Andrade Junior, V. C., Ferreira, E. A., Cristina, D., Graziotti, F. S., Guimaraes, A. G., and Aker, A. M. (2020). *Evaluation of weed changes according to different fertilization management systems, through phytosociological analyzes in lettuce and carrot*. Australian Journal of Crop Science, 14(1), 150-160.
- Değirmenci, E., Kaloğlu, A. H., Güven, E., Durak, S., ve Orbuk, H. (2019). *İçme sularında bulunan E. coli bakterilerinin görüntü işleme yöntemleriyle tespiti*. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 34(3), 235-246.
- Dougherty, E. R. (2020). *Digital image processing methods*. New York: CRC Press.
- Du, C. J., and Sun, D. W. (2004). *Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation*. Trends In Food Science & Technology, 15(5), 230-249.
- Ekstrom, M. P. (2012). *Digital image processing techniques*. Orlando: AcademicPress.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018), Erişim: 15 Ekim 2020, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Denli, N. (2015). Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı. Marul Yetiştiriciliği, Erişim: 20 Ekim 2020, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/alata/Belgeler/Diger-belgeler/marulyeti%C5%9Ftiricili%C4%9findenli.pdf>
- Hamouz, P., and Hamouzova, K. (2016). *A handbook of weed seedlings*. České Budějovice: Kurent.
- Hilty, J. (2016). *Common purslane (Portulaca oleracea)*. Retrieved October 20, 2020 <http://www.illinoiswildflowers.info/weeds/plants/purslane.htm>
- Isık, D., Kaya, E., Ngouajio, M., ve Mennan, H. (2009). *Summer cover crops for weed management and yield improvement in organic lettuce (Lactuca sativa) production*. Phytoparasitica, 37(2), 193-203.
- Kaymakçı N, 2007. *Marul (Lactuca sativa L.)'da yabancı ot kontrolü için kritik periyodun belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Kim, H., Lee, J., Ahn, E., Cho, S., Shin, M., and Sim, S. H. (2017). *Concrete crack identification using a UAV incorporating hybrid image processing*. Sensors, 17(9), 2052.

- Kruse, R., and Nair, A. (2016). *Summer cover crops and lettuce planting time influence weed population, soil nitrogen concentration, and lettuce yields*. HortTechnology, 26(4), 409-416.
- McAndrew, A. (2004). *An introduction to digital image processing with matlab notes for scm2511 image processing*. School of Computer Science and Mathematics, Victoria University of Technology, 264(1), 1-264.
- Odum, E.P. (1971). *Fundamental of ecology*. 3rd ed. Tokyo: W. B. Saundes Company.
- Öztemel, E. (2003). *Yapay sinir ağları*. İstanbul: PapatyaYayincilik.
- Pradana, Z. H., Hidayat, B., and Darana, S. (2016, September). *Beef cattle weight determine by using digital image processing*. In 2016 International Conference on Control, Electronics, Renewable Energy and Communications (ICCEREC), 179-184.
- Prakash, R. M., Saraswathy, G. P., Ramalakshmi, G., Mangaleswari, K. H., and Kaviya, T. (2017, March). *Detection of leaf diseases and classification using digital image processing*. In 2017 International Conference on Innovations In Information, Embedded and Communication Systems (ICIIECS), 1-4.
- Raja, R., Nguyen, T. T., Slaughter, D. and C., Fennimore, S. A. (2020). *Real-time weed-crop classification and localisation technique for robotic weed control in lettuce*. Biosystems Engineering, 192, 257-274.
- Sabancı, K., Aydın, C., ve Ünlerşen, M. F. (2012). *Görüntü işleme ve yapay sinir ağları yardımıyla patates sınıflandırma parametrelerinin belirlenmesi*. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2, 59-62.
- Sabancı, K., ve Aydın, C. (2014). *Görüntü işleme tabanlı hassas ilaçlama robotu*. Tarım Bilimleri Dergisi, 20, 406-414.
- Shreffler, J. W., Stall, W. M., and Dusky, J. A. (1996). Spiny amaranth (*Amaranthus spinosus* L.), a serious competitor to crisphead lettuce (*Lactuca sativa* L.). HortScience, 31(3), 347-348.
- Slaughter, D. C., Giles, D. K., Fennimore, S. A., and Smith, R. F. (2008). *Multispectral machine vision identification of lettuce and weed seedlings for automated weed control*. Weed Technology, 22(2), 378-384.
- Solak, S., ve Altınışik, U. (2018). *Görüntü işleme teknikleri ve kümeleme yöntemleri kullanılarak fındık meyvesinin tespit ve sınıflandırılması*. Sakarya University Journal of Science, 22(1), 56-65.
- Solomon, C. and Breckon, T. (2011). *Fundamentals of digital image processing: a practical approach with examples in Matlab*. Chichester: John Wiley and Sons.
- Soylu, S., Sertkaya, E., Üremiş, İ., Bozkurt, İ. A., ve Kurt, Ş. (2017). *Hatay ili marul (Lactuca sativa L.) Ekim alanlarında görülen önemli hastalık etmenleri, zararlı ve yabancı ot türleri ve yaygınlık durumları*. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(1), 23-33.
- Stubbenieck, J. L. (2003). *Weed of the great plains*. Nebraska Department of Agriculture.
- Uygur, F.N., Koch, W., and Walter, H., (1986). *Çukurova bölgesi buğday-pamuk ekim sistemindeki önemli yabancı otların tanımı*. PLTS 4(1). Aichtal: Josef Margraf, Aichtal.

Walker, K., Burrows, G., and McMahon, L., (2001). *Bidgee bush: an identification guide to common native plant species of the south western slopes of New South Wales*. Yarralumla: Greening Australia.

Wang, A., Zhang, W., and Wei, X. (2019). *A review on weed detection using ground-based machine vision and image processing techniques*. Computers and electronics in agriculture, 158, 226-240.

Yılmaz, A., Derdiman, Y. S., ve Turgay, K. O. Ç., (2020). *Ses telleri görüntülerinde otomatik piksel tabanlı sınıflandırma için performans ölçütlerinin incelenmesi*. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 103-110.



7. EKLER

(Ek 1)

```
function [BWyesil,maskedRGBImage] = bitkiBulma(RGB)
I = rgb2lab(RGB);
channel1Min = 9.701;
channel1Max = 98.514;
channel2Min = -66.492;
channel2Max = -7.912;
channel3Min = 11.163;
channel3Max = 66.573;
sliderBW = (I(:, :, 1) >= channel1Min ) & (I(:, :, 1) <= channel1Max) & ...
(I(:, :, 2) >= channel2Min ) & (I(:, :, 2) <= channel2Max) & ...
(I(:, :, 3) >= channel3Min ) & (I(:, :, 3) <= channel3Max);
BWyesil = sliderBW;
maskedRGBImage = RGB;
maskedRGBImage(repmat(~BWyesil,[1 1 3])) = 0;
end
```

```
[BWyesil,maskedRGBImage] = bitkiBulma(tarla);
yesilAlan = imfill(BWyesil, 'holes');
toprak = ~yesilAlan;
```

(Ek 2)

```
[row, col] = find (toprak >0);
for i=1:1:length(row)
    tarla(row(i), col(i),1)=0;
    tarla(row(i), col(i),2)=0;
    tarla(row(i), col(i),3)=0;
end
topraksizTarla=tarla;
```

(Ek 3)

```
function [BWmarulAyrilmis,maskedImage] =  
AmasyaDamlaSulama2MarulAyiklama(RGB)  
    X = rgb2lab(RGB);  
    foregroundInd = [5612 546780 726162 1027706 1185986 1250627 1956560  
3464764 4345252 4369780 4425260 4517588 4536200 5254699 5267123 5350079  
5408545 5420857 6072632 6137246 7374442 8582597 8776454 8838936 14576136  
15629456 15832544 15986338 16078694 16140242 16801661 ];  
    backgroundInd = [1052328 1070852 1138618 3752369 4369834 4542278  
4813290 4819436 4905638 4981116 5575104 5575135 5808024 5829618 6073852  
6132526 6132534 6132557 6132573 6132580 6192678 6550403 6559637 6578105  
6605807 6633509 6651977 6661211 6670445 7915598 8822237 8822240 8831459  
8831462 8840690 9108254 9113464 11387558 15143128 ];  
    L = superpixels(X,42157,'IsInputLab',true);  
    scaledX = prepLab(X);  
    BWmarulAyrilmis = lazysnapping(scaledX,L,foregroundInd,backgroundInd);  
    BWmarulAyrilmis = imfill(BWmarulAyrilmis, 'holes');  
    radius = 12;  
    decomposition = 0;  
    se = strel('disk', radius, decomposition);  
    BWmarulAyrilmis = imdilate(BWmarulAyrilmis, se);  
    maskedImage = RGB;  
    maskedImage(repmat(~BWmarulAyrilmis,[1 1 3])) = 0;  
end  
function out = prepLab(in)  
    out = in;  
    out(:, :, 1) = in(:, :, 1) / 100;  
    out(:, :, 2:3) = (in(:, :, 2:3) + 100) / 200;  
end  
[BWmarulAyrilmis,maskedImage] =  
AmasyaDamlaSulama2MarulAyiklama(topraksizTarla);  
    BWmarulAyrilmis=bwareaopen(BWmarulAyrilmis,5000);
```

Değerler değişkenlik gösterebilmektedir.

(Ek 4)

```
[row, col] = find (BWmarulAyrilmis >0);  
for i=1:1:length(row)  
    topraksizTarla(row(i), col(i),1)=0;  
    topraksizTarla(row(i), col(i),2)=0;  
    topraksizTarla(row(i), col(i),3)=0;  
end  
yabanciOt=topraksizTarla;
```

(Ek 5)

```
griYabanciOt= rgb2gray(yabanciOt);  
siyahYabanciOt= imbinarize(griYabanciOt);  
figure, imshow(siyahYabanciOt);  
  
[row, col] = find (siyahYabanciOt >0);  
for i=1:1:length(row)  
    orjinal(row(i), col(i),1)=240;  
    orjinal(row(i), col(i),2)=0;  
    orjinal(row(i), col(i),3)=0;  
end
```

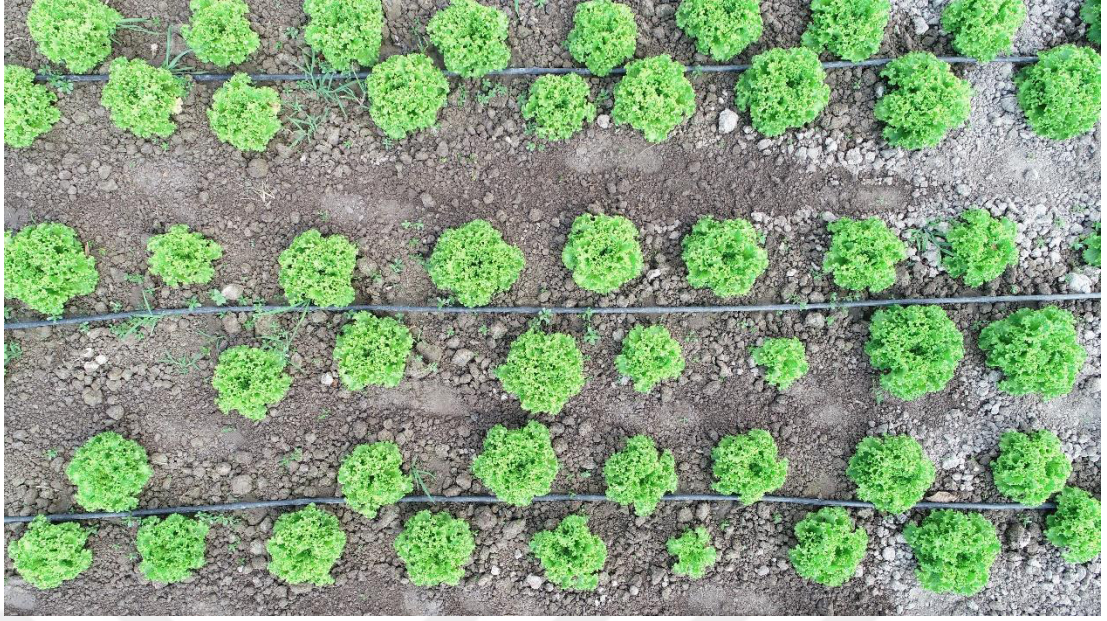
(Ek 6)



Şekil 19.1. Lokasyon 1'e ait işlenmemiş görüntü



Şekil 19.2. Lokasyon 1'e ait işlenmemiş görüntü



Şekil 19.3. Lokasyon 2'ye ait işlenmemiş görüntü



Şekil 19.4. Lokasyon 2'ye ait işlenmemiş görüntü

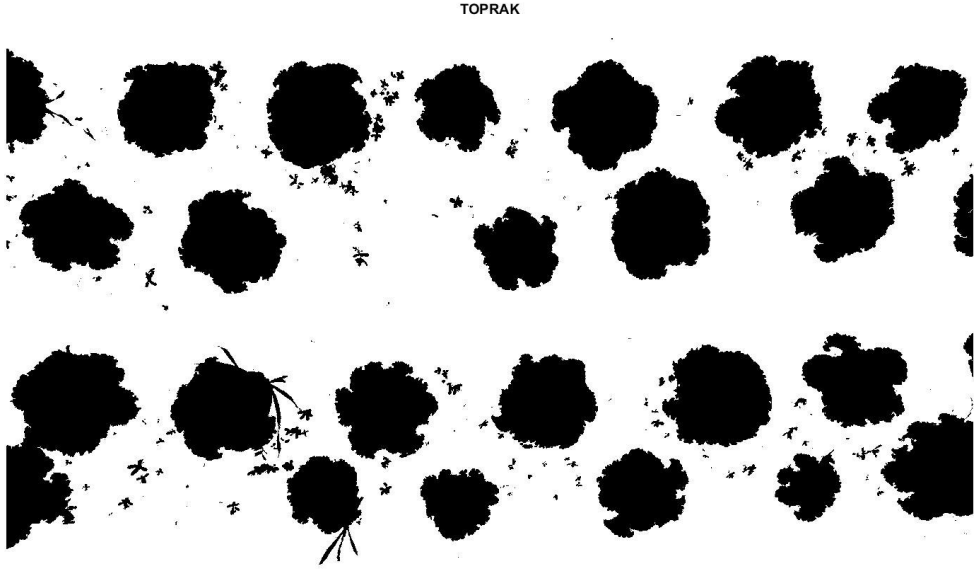


Şekil 19.5. Lokasyon 3'e ait işlenmemiş görüntü

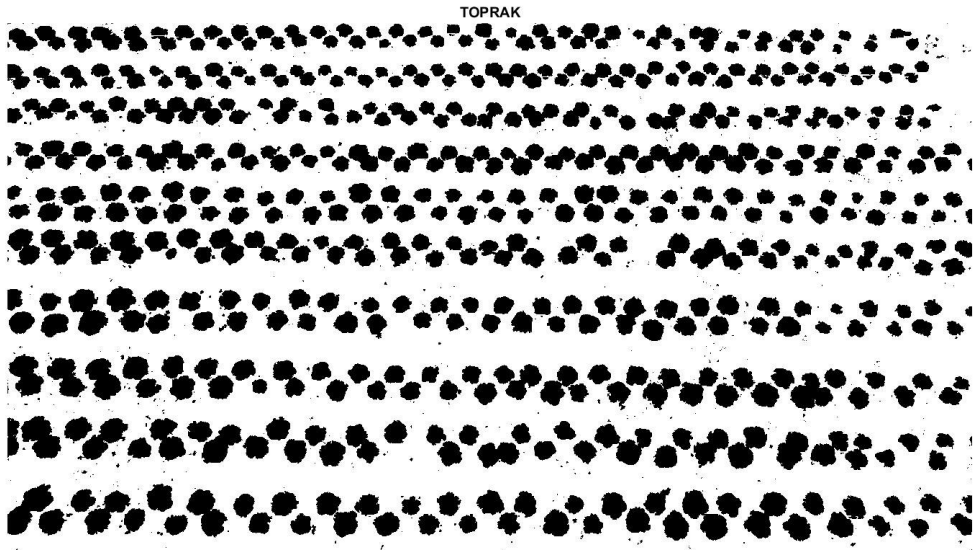


Şekil 19.6. Lokasyon 8'e ait işlenmemiş görüntü

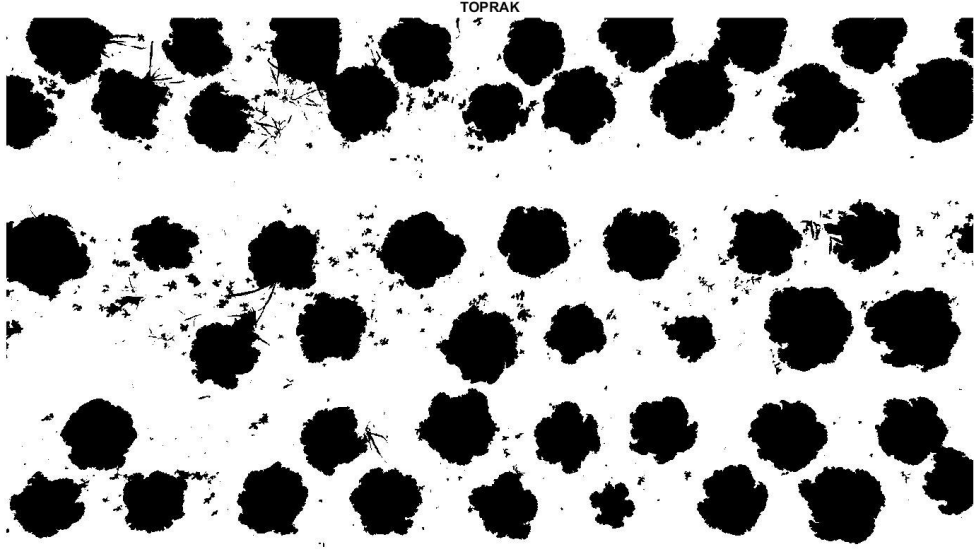
(Ek 7)



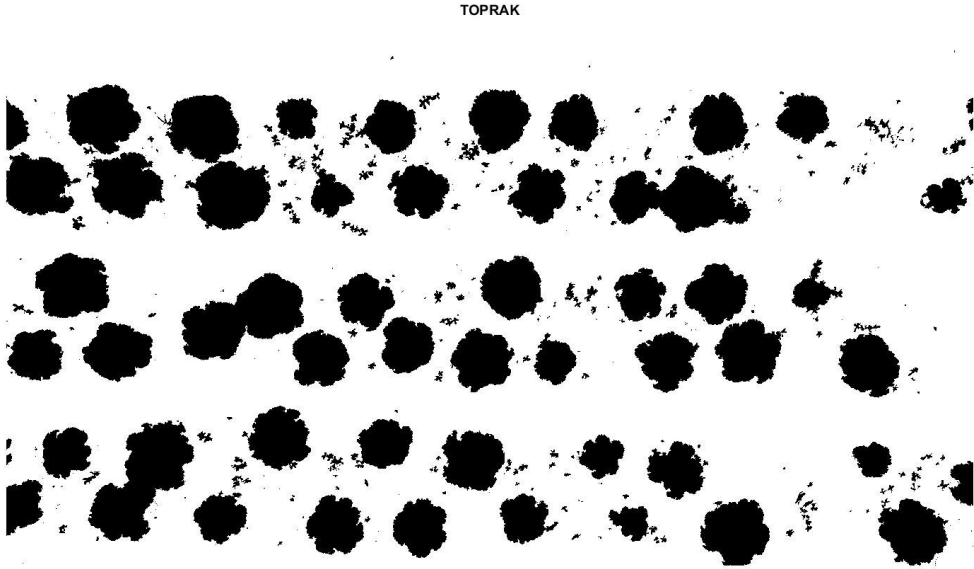
Şekil 20.1. Lokasyon 1'e ait tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü



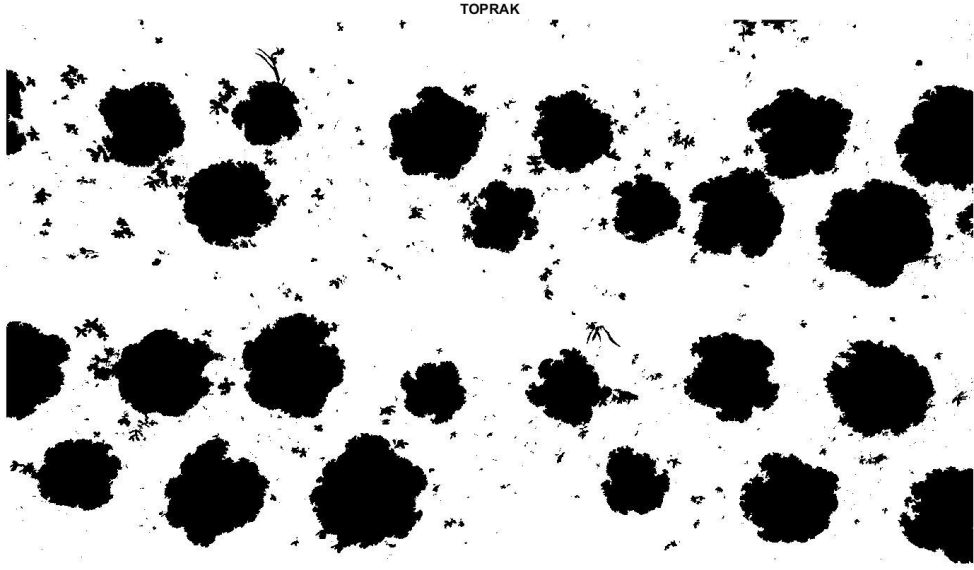
Şekil 20.2. Lokasyon 1'e ait tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü



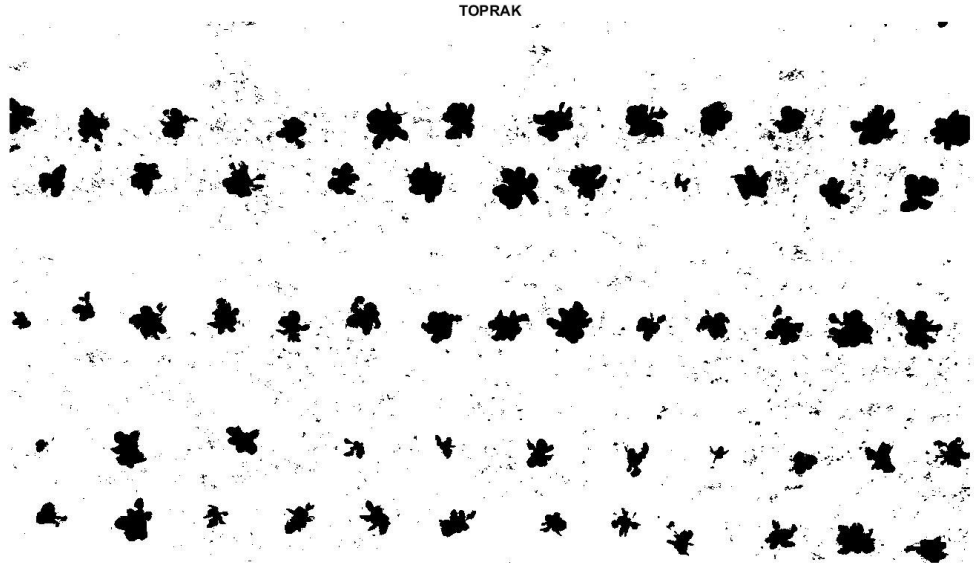
Şekil 20.3. Lokasyon 2'ye ait tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü



Şekil 20.4. Lokasyon 2'ye ait tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü

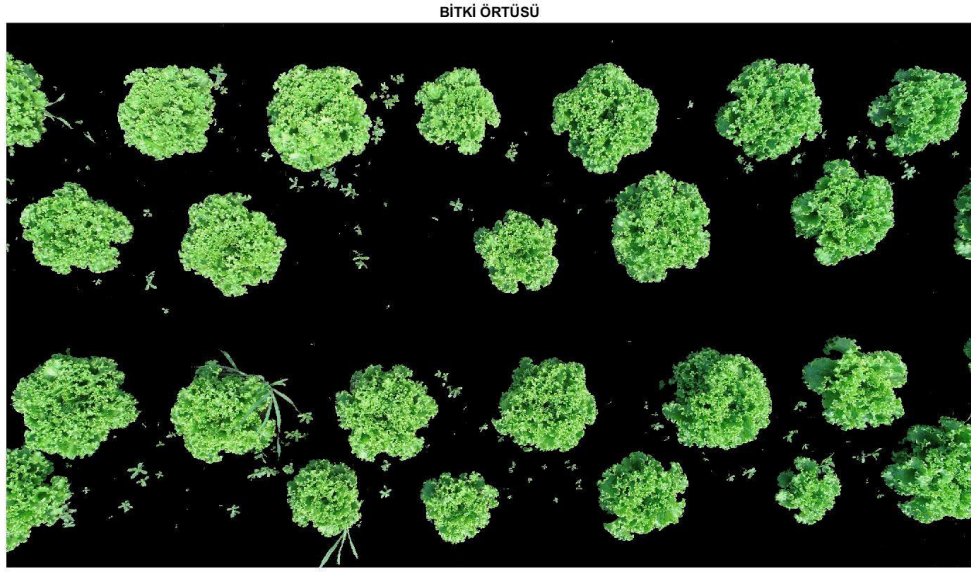


Şekil 20.5. Lokasyon 3'e ait tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü

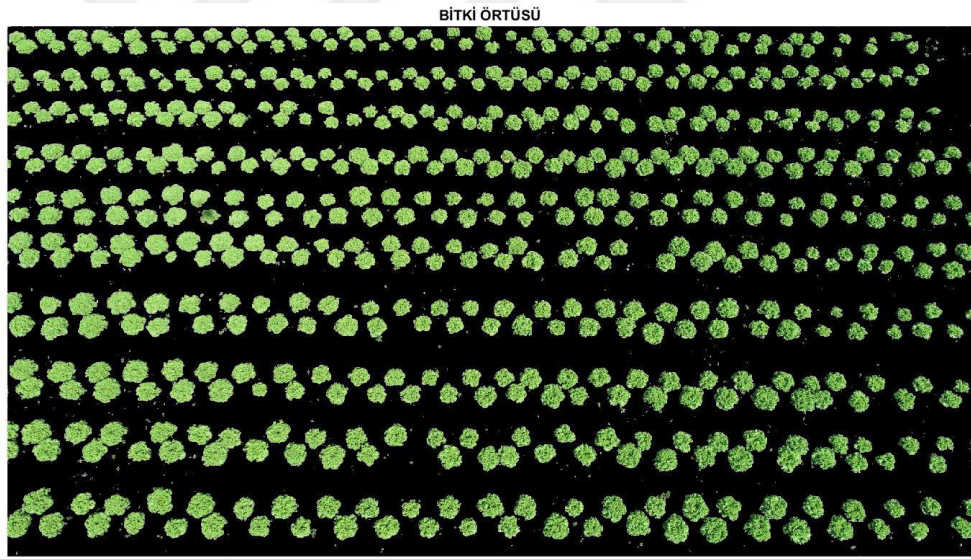


Şekil 20.6. Lokasyon 8'e ait tespit edilen toprak ve sulama sisteminin siyah-beyaz görüntüsü

(Ek 8)

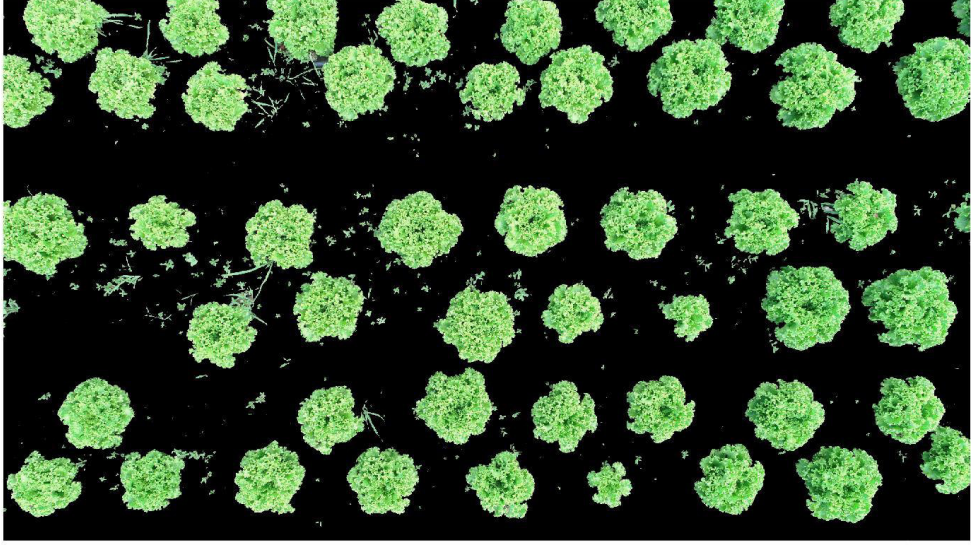


Şekil 21.1. Lokasyon 1'e ait, elde edilen bitki örtüsü



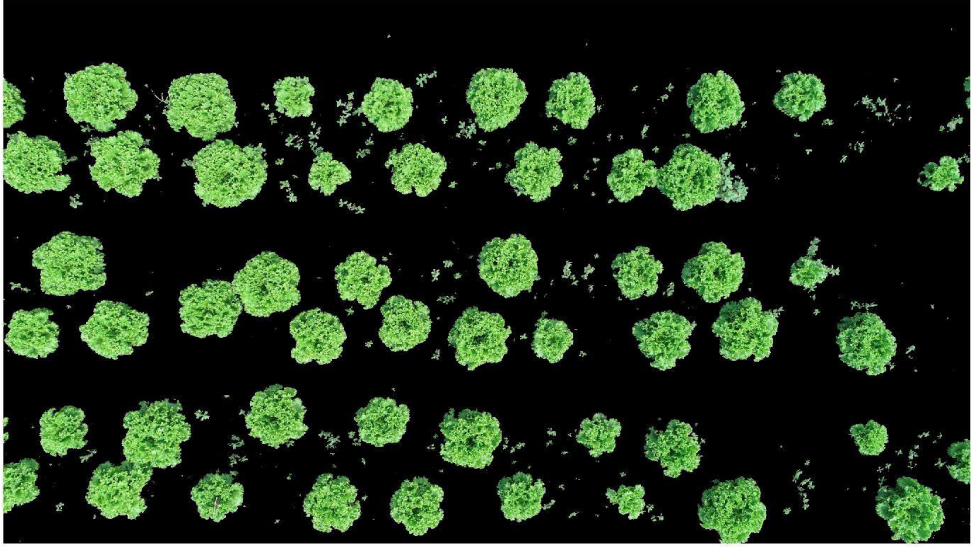
Şekil 21.2. Lokasyon 1'e ait, elde edilen bitki örtüsü

BİTKİ ÖRTÜSÜ



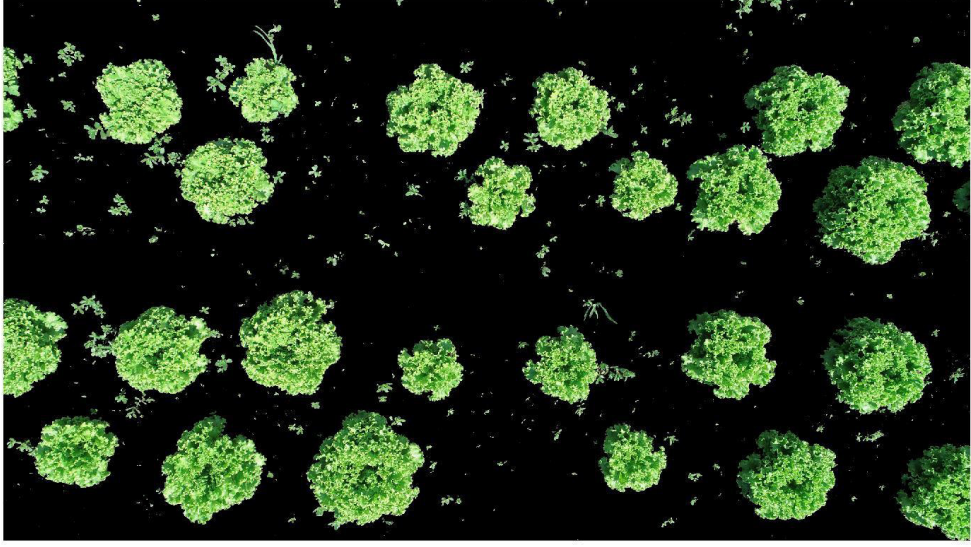
Şekil 21.3. Lokasyon 2'ye ait, elde edilen bitki örtüsü

BİTKİ ÖRTÜSÜ



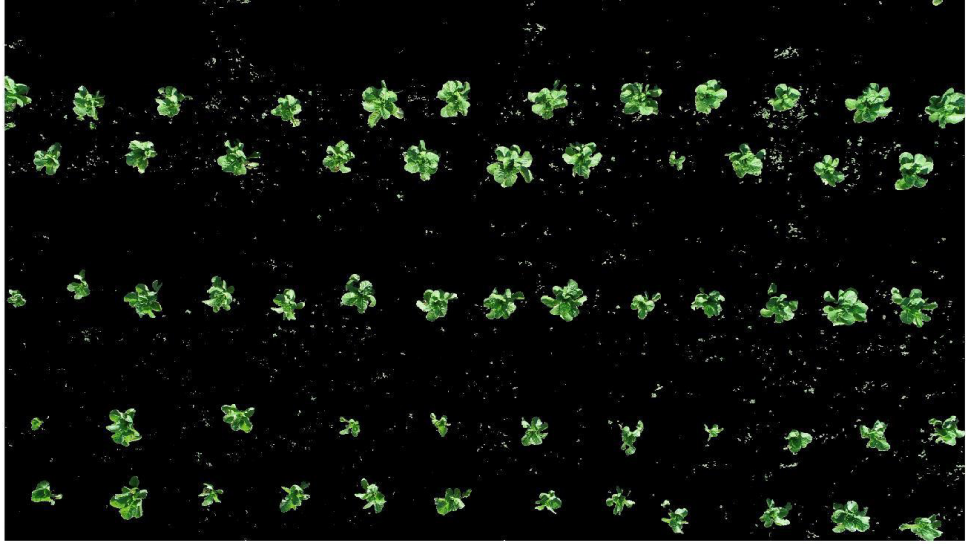
Şekil 21.4. Lokasyon 2'ye ait, elde edilen bitki örtüsü

BİTKİ ÖRTÜSÜ



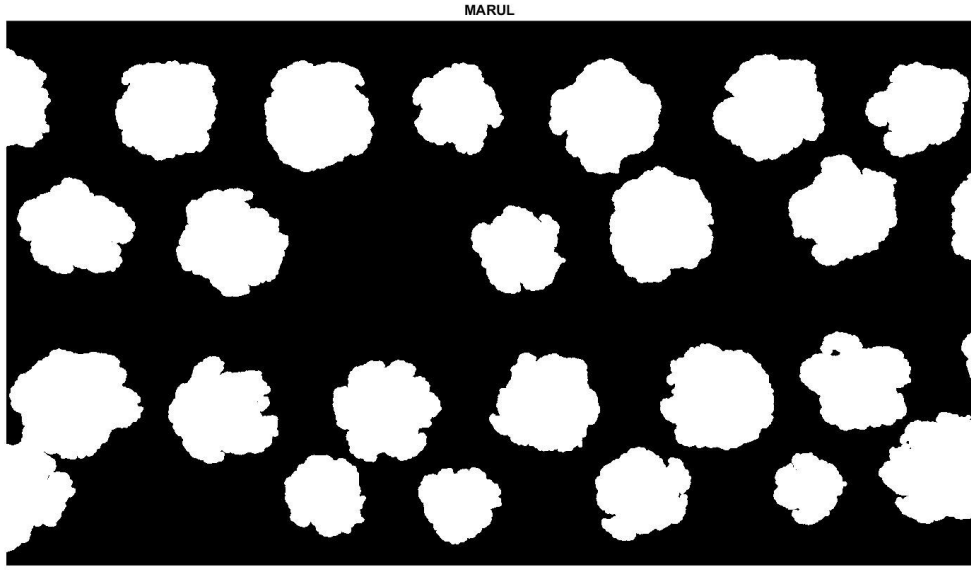
Şekil 21.5. Lokasyon 3'e ait, elde edilen bitki örtüsü

BİTKİ ÖRTÜSÜ

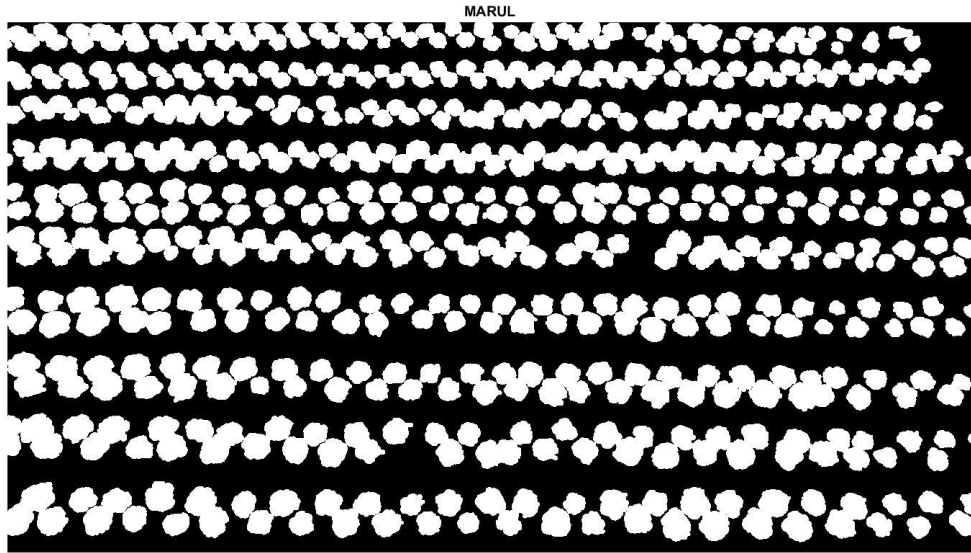


Şekil 21.6. Lokasyon 8'e ait, elde edilen bitki örtüsü

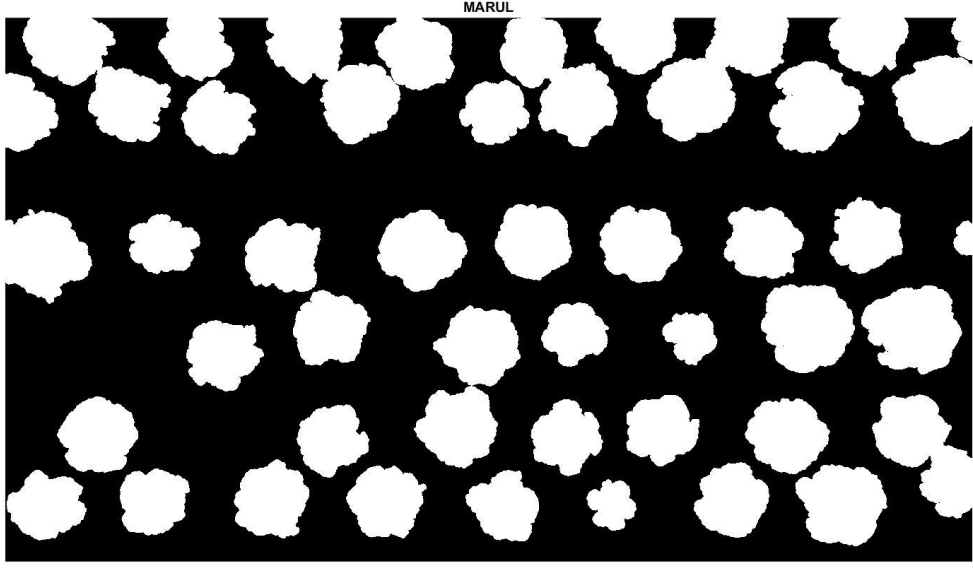
(Ek 9)



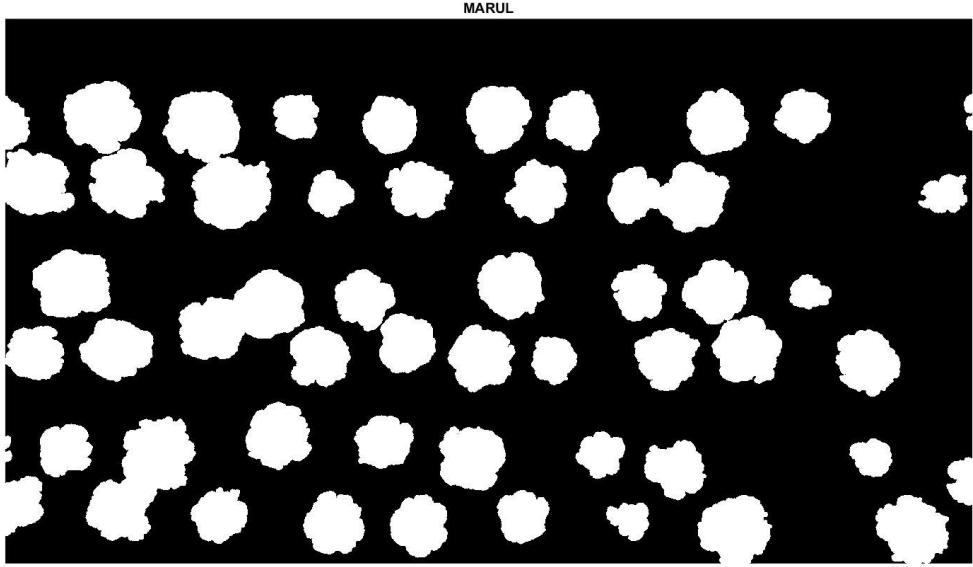
Şekil 22.1. Lokasyon 1'e ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü



Şekil 22.2. Lokasyon 1'e ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü

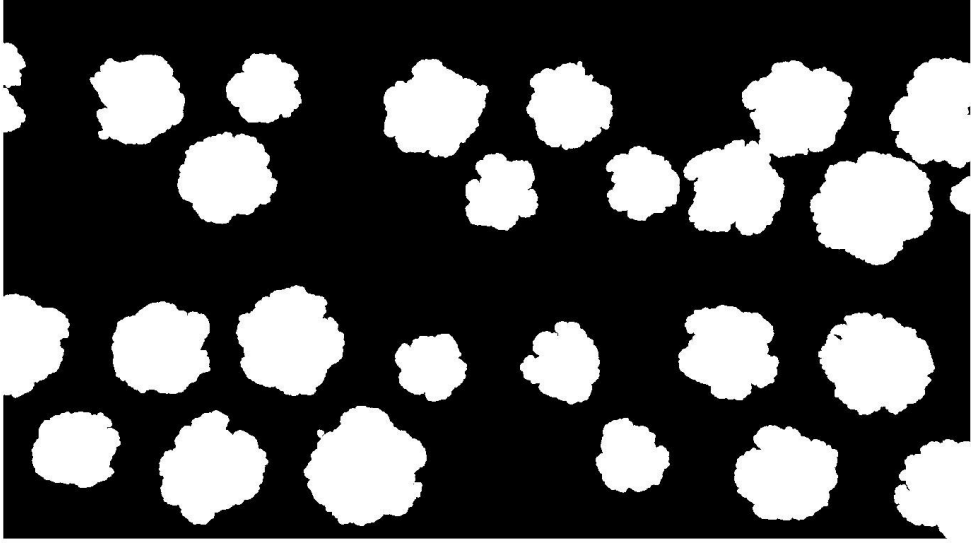


Şekil 22.3. Lokasyon 2'ye ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü



Şekil 22.4. Lokasyon 2'ye ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü

MARUL



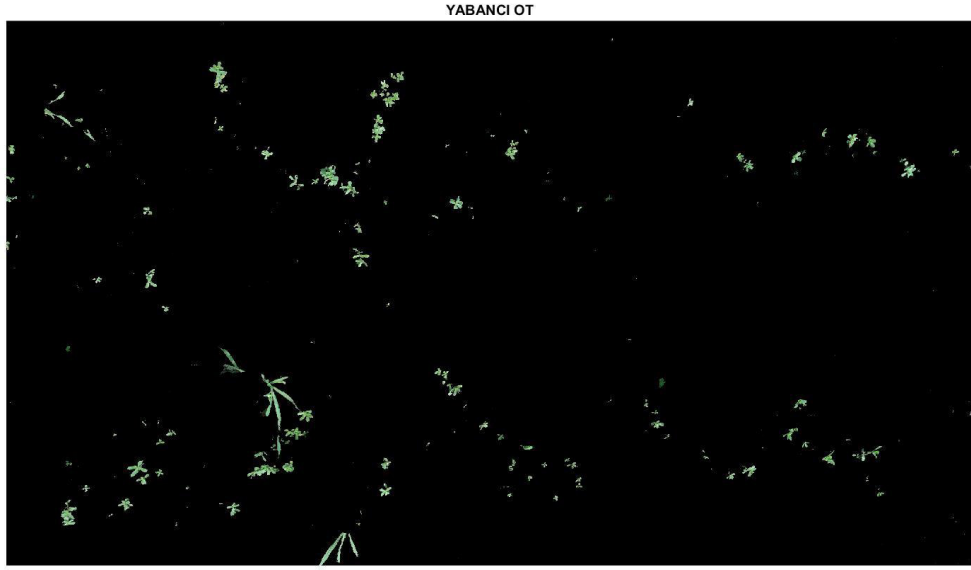
Şekil 22.5. Lokasyon 3'e ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü

MARUL



Şekil 22.6. Lokasyon 8'e ait, tespit edilen marul bitkisinin siyah-beyaz görüntüsü

(Ek 10)

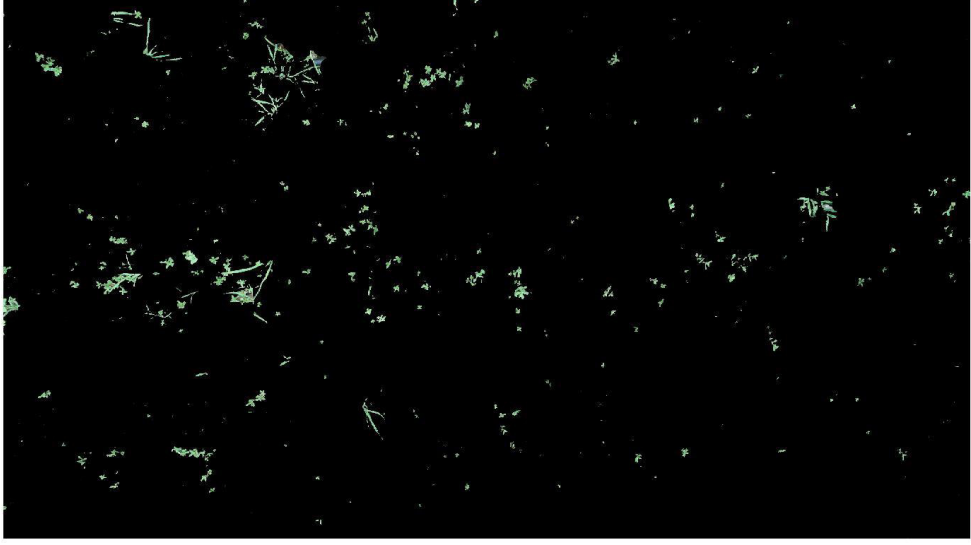


Şekil 23.1. Lokasyon 1'e ait, elde edilen yabancı otlar



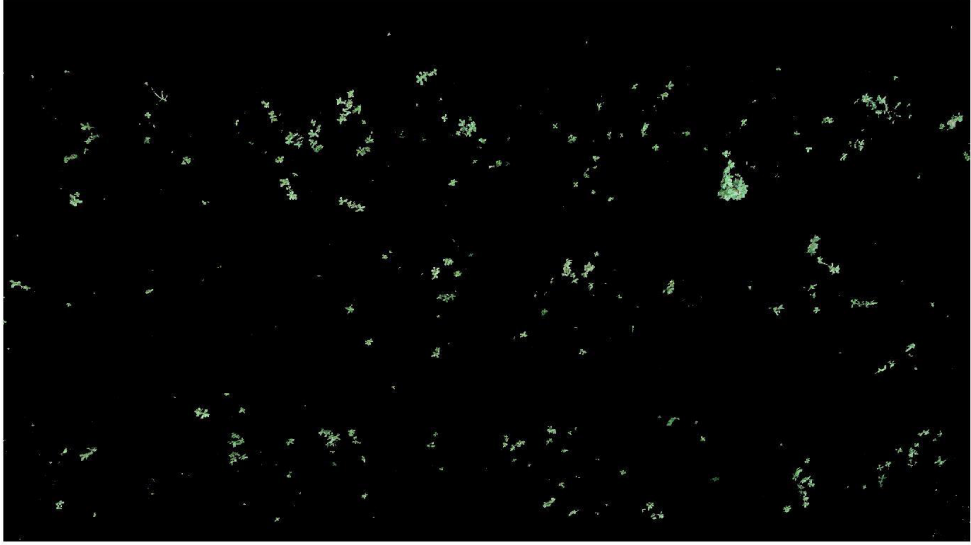
Şekil 23.2. Lokasyon 1'e ait, elde edilen yabancı otlar

YABANCI OT



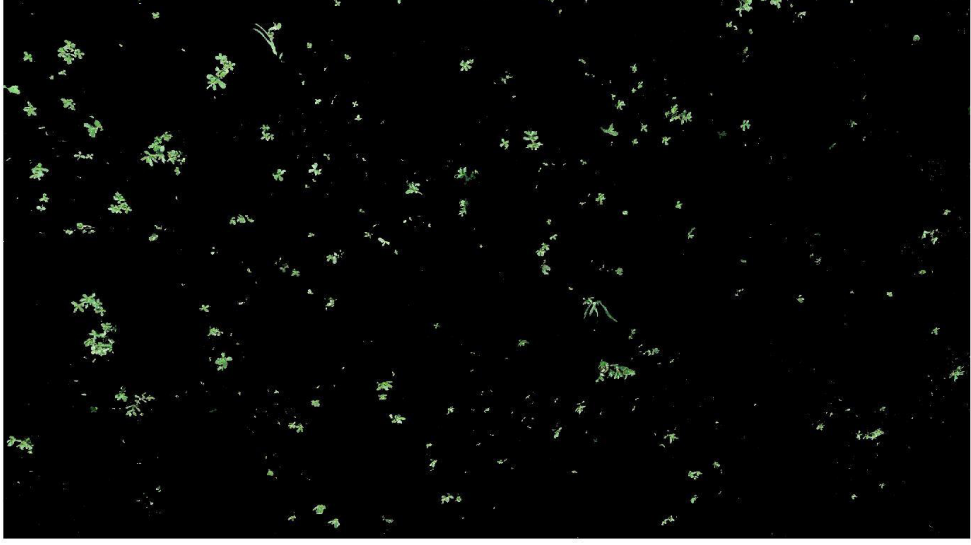
Şekil 23.3. Lokasyon 2'ye ait, elde edilen yabancı otlar

YABANCI OT



Şekil 23.4. Lokasyon 2'ye ait, elde edilen yabancı otlar

YABANCI OT



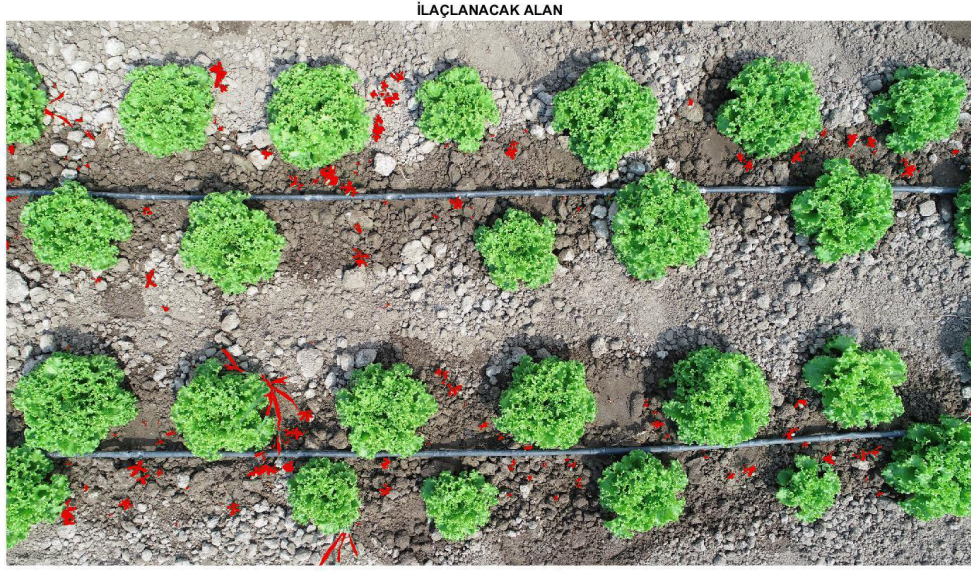
Şekil 23.5. Lokasyon 3'e ait, elde edilen yabancı otlar

YABANCI OT



Şekil 23.6. Lokasyon 8'e ait, elde edilen yabancı otlar

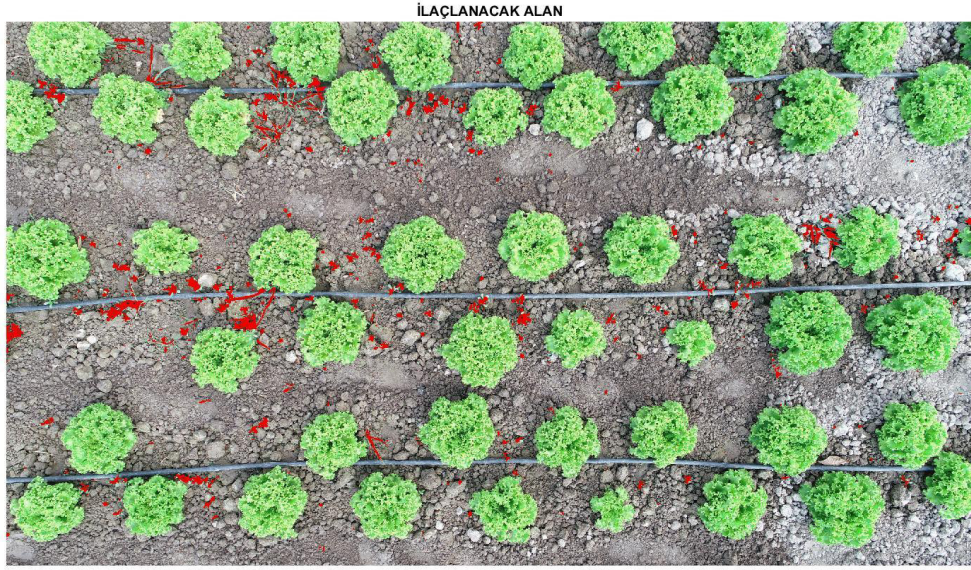
(Ek 11)



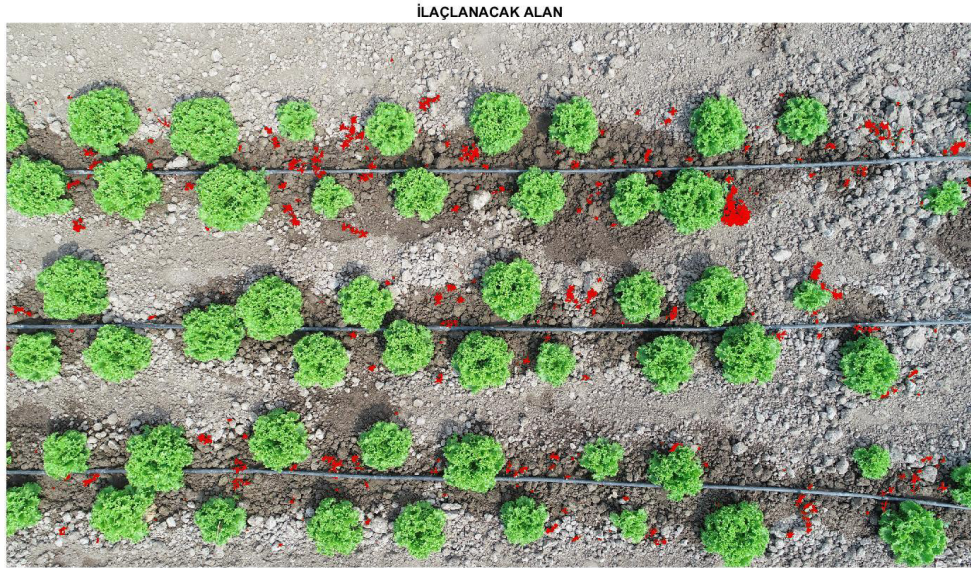
Şekil 24.1. Lokasyon 1'e ait, hedeflenen yabancı otlar



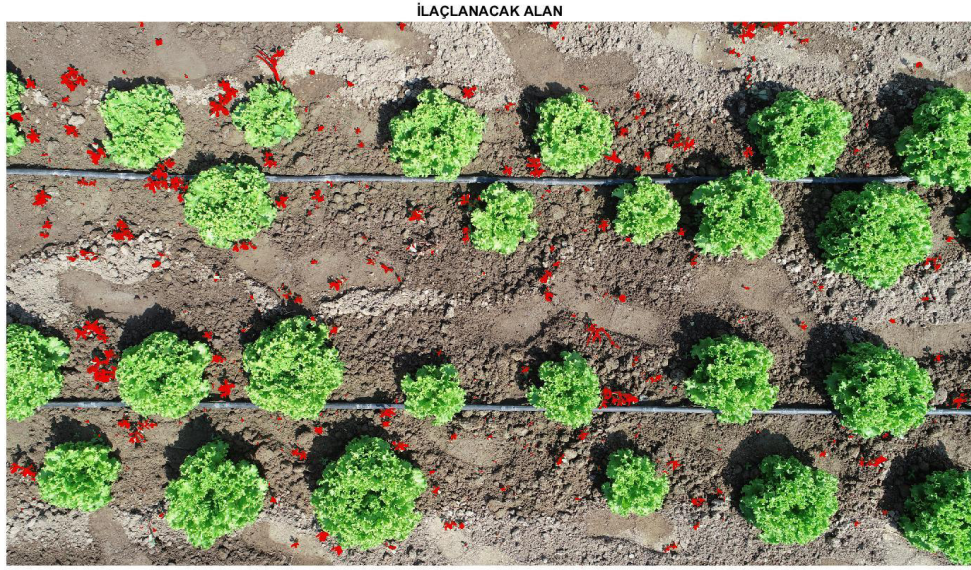
Şekil 24.2. Lokasyon 1'e ait, hedeflenen yabancı otlar



Şekil 24.3. Lokasyon 2'ye ait, hedeflenen yabancı otlar



Şekil 24.4. Lokasyon 2'ye ait, hedeflenen yabancı otlar



Şekil 24.5. Lokasyon 3'e ait, hedeflenen yabancı otlar



Şekil 24.6. Lokasyon 8'e ait, hedeflenen yabancı otlar