



**GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİĞİ KULLANILARAK  
İKİ NOKTALI KIRMIZI ÖRÜMCEK  
(*TETRANYCHUS URTICAE* KOCH.)  
ZARAR DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ**

**TAHSİN UYGUN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI  
DR. ÖĞR. ÜYESİ Mehmet Metin ÖZGÜVEN**

**Ağustos - 2019**

**Her hakkı saklıdır**

T.C.  
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİĞİ KULLANILARAK İKİ NOKTALI  
KIRMIZI ÖRÜMCEK (*TETRANYCHUS URTICAE* KOCH.) ZARAR  
DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ

TAHSİN UYGUN

TOKAT  
Ağustos - 2019

Her hakkı saklıdır



**Bu tez çalışması;**

**TÜBİTAK tarafından “TOVAG 1180751” nolu proje ile desteklenmiştir.**

**Tahsin UYGUN** tarafından hazırlanan “**GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİĞİ KULLANILARAK İKİ NOKTALI KIRMIZI ÖRÜMCEK (*TETRANYCHUS URTICAE KOCH.*) ZARAR DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 6 AĞUSTOS 2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

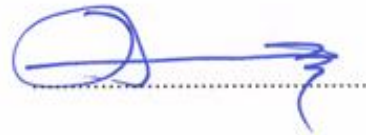
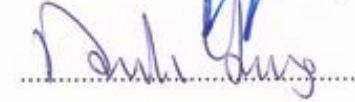
Danışman  
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Metin ÖZGÜVEN

İkinci Danışman  
Doç. Dr. Dürdane YANAR  
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi  
Üye

Prof. Dr. Gazanfer ERGÜNEŞ  
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi  
Üye

Prof. Dr. Engin ÖZGÖZ  
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi  
Üye

Doç. Dr. Caner KOÇ  
Ankara Üniversitesi



ONAY



Prof. Dr. Çetin ÇEKİÇ  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü ✓

## **TEZ BEYANI**

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

**Tahsin UYGUN**

**6 Ağustos 2019**

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

# GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİĞİ KULLANILARAK İKİ NOKTALI KIRMIZI ÖRÜMCEK (*TETRANYCHUS URTICAE* KOCH.) ZARAR DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ

TAHSİN UYGUN

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ MEHMET METİN ÖZGÜVEN)  
(İKİNCİ DANIŞMAN: DOÇ. DR. DÜRDANE YANAR)

Bu çalışmada, tasarımı ve imalatı yapılan platform yardımıyla hıyar bitkisinden alınan görüntüler geliştirilen görüntü işleme algoritmalarıyla *Tetranychus Urticae* akarının bulunup bulunmadığı, bu akar türü var ise bitkide hangi ölçüde zarar oluşturduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla deneme alanında bu akar türünün farklı düzeylerde zarar oluşturduğu 10 adet görüntü MATLAB Image Processing Toolbox modülü kullanılarak görüntü işleme tekniğiyle işlenmiştir. Çalışma sonucunda, farklı düzeylerde elde edilen yapraktaki zarar yüzdesi; a: %20.68, b: %31.42, c: %35.13, d: %52.42, e: %57.68, f: %81.98, g: %86.73, h: %87.76, i: %87.87, j: %95.79 ile gözlem yapılarak elde edilen akar sayım sonuçları; a: 48, b: 88, c: 92, d: 102, e: 128, f: 38, g: 27, h: 26, i: 21, j: 13 olarak belirlenmiştir.

2019, 44 SAYFA

**ANAHTAR KELİMELELER:** Tarım Robotları, Tarım Platformları, Görüntü İşleme, İki Noktalı Kırmızı Örümcek, Hıyar, Acari, Tetranychidae

## ABSTRACT

### MASTER THESIS

#### DETERMINATION OF THE DAMAGE LEVEL OF TWO-SPOTTED SPIDER MITE (*TETRANYCHUS URTICAE* KOCH.) USING IMAGE PROCESSING TECHNIQUE

TAHSİN UYGUN

TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF BIOSYSTEMS ENGINEERING

(SUPERVISOR: ASST. PROF. DR. MEHMET METİN ÖZGÜVEN)  
(CO-SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. DÜRDANE YANAR)

In the present study, The number of two spotted spider mites (*Tetranychus urticae*) on cucumber leaf and the damages which they caused were determined by using image processing algorithms. The leaves images were taken with the camera placed on platform which is designed and produced by us. For this purpose, 10 leaf images with different levels of damage were taken and processed by using image processing technique using MATLAB Image Processing Toolbox module. As a result of the study, has been determined the percentage of damage on leaves obtained at different levels; a: %20.68, b: %31.42, c: %35.13, d: %52.42, e: %57.68, f: %81.98, g: %86.73, h: %87.76, i: %87.87, j: %95.79 mite count results obtained by observation; a: 48, b: 88, c: 92, d: 102, e: 128, f: 38, g: 27, h: 26, i: 21, j: 13.

2019, 44 PAGE

**KEYWORDS:** Agricultural Robots, Agricultural Platforms, Image Processing, Two Spotted Spider Mite, Cucumber, Acari, Tetranychidae

## TEŞEKKÜR

Lisans öğrenimimden bu yana bilgisiyle, tecrübesiyle örnek aldığım, yol göstericiliği, yetiőtirme tarzı ile hayran kaldığım ve hiçbir zaman üzerimizden desteğini çekmeyen ve her zaman keyifle çalıştığım ve çalışacağım danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Metin ÖZGÜVEN'e bilgi ve tecrübeleri ile çalışmamda bana yol gösteren ikinci danışman hocam Sayın Doç. Dr. Dürdane YANAR'a, saha tecrübesi ve verdiği desteklerden ötürü Sayın Doç. Dr. Sezer ŞAHİN'e, Tez Değerlendirme Jüri hocalarım Sayın Prof. Dr. Gazanfer ERGÜNEŞ'e, Sayın Prof. Dr. Engin ÖZGÖZ'e ve Sayın Doç. Dr. Caner KOÇ'a katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Hiçbir zaman asla desteğini üzerimden çekmeyen ve bu çalışmada bana çok sayıda desteği olan çalışma arkadaşlarım Biyosistem Yük. Müh. Ziya ALTAŞ'a, Ziraat Müh. Mert KILINÇ'a ve her zaman yanımda olan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

**Tahsin UYGUN**

**6 Ağustos 2019**



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖZET .....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
SİMGE ve KISALTMALAR .....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Hıyar Üretiminin Ülkemizdeki Önemi .....	2
1.2. İki Noktalı Kırmızı Örümcek ( <i>Tetranychus urticae</i> Koch.) .....	3
1.3. Görüntü İşleme .....	5
1.4. Görüntü İşlemenin Amacı.....	6
1.5. Görüntü İşlemede Bazı Konular .....	6
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	8
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Araştırma alanı .....	13
3.1.2. Hıyar bitkisinin yetiştirilmesi .....	15
3.1.3. Çalışmada tasarımı yapılan ve kullanılan platform METAZİ.....	16
3.1.4. MATLAB .....	27
3.1.5. İki noktalı kırmızı örümcek ( <i>Tetranychus urticae</i> Koch.) .....	28
3.2. Yöntem.....	28
3.2.1. <i>Tetranychus urticae</i> zararının tespit edilmesi.....	28
3.2.2. Görüntü alma .....	29
3.2.3. Görüntü okuma ve dönüştürme .....	30
3.2.4. Renk tabanlı kümeleme.....	30
3.2.5. Bölümlendirme (Segmentasyon) .....	31
3.2.6. Yaprak üzerindeki hastalık şiddeti hesabı .....	31
4. BULGULAR.....	33

<b>5. SONUÇ .....</b>	<b>39</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>41</b>
<b>7. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>44</b>



## KISALTMALAR

### Kısaltmalar

### Açıklama

MATLAB

MATrix LABoratory

RGB

Red, Green, Blue

TÜİK

Türkiye İstatistik Kurumu

NDVI

Normalleştirilmiş Fark Bitki  
Örtüsü İndeksi



## ŞEKİL LİSTESİ

<b><u>Şekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 1.1. Kırmızı örümcek ve yapraklardaki zararı.....	5
Şekil 1.2. Görüntü işlemede kullanılan temel adımlar.....	5
Şekil 1.3. Bir imge örneği.....	6
Şekil 3.1. Çalışma yapılan seranın dışarıdan görünümü.....	13
Şekil 3.2. Serada çalışmanın yapıldığı bölüm.....	14
Şekil 3.3. Hıyar bitkilerinin yetiştirildiği saksıların sera içerisindeki yerleşimi ..	14
Şekil 3.4. Dikim işlemi yapılan hıyar fidesinin 10 günlük periyotlarla alınan gelişim görüntüleri.....	15
Şekil 3.5. Platform METAZİ .....	17
Şekil 3.6. Platform METAZİ'nin şasi kısmı .....	18
Şekil 3.7. Kademeli 12V wiper DC motor .....	19
Şekil 3.8. Platform METAZİ tekerlek ve motor montajı .....	19
Şekil 3.9. Radiolink AT9S 10 CH .....	20
Şekil 3.10. Gimbal mekanizması ve kızılötesi sensör .....	21
Şekil 3.11. Sistem montajı .....	22
Şekil 3.12. PPM-PWM sinyal dönüştürme yazılımı ekran görseli .....	23
Şekil 3.13. Arduino Nano .....	23
Şekil 3.14. Röleli PIC 12F675 mikroişlemci kontrollü devre kartı .....	24
Şekil 3.15. Arduino Mega 2560 .....	24
Şekil 3.16. DC motorun Servo motora dönüştürülen yazılımın ekran görseli .....	25
Şekil 3.17. GoPro marka Hero 7 Black .....	25
Şekil 3.18. Apple iPad 6.Gen .....	26
Şekil 3.19. MATLAB Image Processing Toolbox ile görüntü işlemesi yapılan <i>Tetranychus urticae</i> akarının zarar verdiği hıyar bitkisi yaprağı .....	27
Şekil 3.20. <i>Tetranychus urticae</i> akarının zarar verdiği hıyar bitkisi yaprağı ... ..	28
Şekil 3.21. <i>Tetranychus urticae</i> görsel zarar skalası ... ..	29
Şekil 3.22. <i>Tetranychus urticae</i> sayısı ve zarar grafiği .....	29
Şekil 4.1. Görüntü A .....	33
Şekil 4.2. Görüntü B .....	34

Şekil 4.3. Görüntü C .....	34
Şekil 4.4. Görüntü D .....	35
Şekil 4.5. Görüntü E .....	35
Şekil 4.6. Görüntü F .....	36
Şekil 4.7. Görüntü G .....	36
Şekil 4.8. Görüntü H .....	37
Şekil 4.9. Görüntü I .....	37
Şekil 4.10. Görüntü J .....	38
Şekil 5.1. Görüntü işleme tekniği ile oluşturulan zarar grafiği ve akar sayısı .....	39



## ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1. 2012-2016 yılları arası Türkiye’de toplam sofralık ve turşuluk hıyar bitkisel ürün denge tablosu .....	3
Çizelge 3.1. Modifiye edilmiş hoagland çözeltisi.....	15
Çizelge 3.2. Günlük olarak ölçülen sera içi sıcaklığı .....	16
Çizelge 3.3. Kumanda kanallarının görevleri .....	21



## 1. GİRİŞ

Günümüzde teknolojik gelişmeler hızla ilerlemekte olup bu teknolojik gelişmeler tarımsal alanda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Gelişen bu teknolojilerin tarıma adapte edilmesinde işgücü, maliyet ve zaman tasarrufu sağlaması ile verim, kalite ve sürdürülebilirliği artırması etkili olmaktadır.

Tarımsal verimlilik, büyük ölçüde ekonomiye bağlıdır. Bitkilerde hastalık saptamasının, bitkilerde hastalığın oldukça olağan bir şekilde olması, tarım alanında önemli bir rol oynamasının sebeplerinden biridir. Bu alanda uygun bakım yapılmazsa, bitkiler üzerinde ciddi etkiler oluşturmaktadır ve bunlardan dolayı ilgili ürün kalitesi, miktarı veya üretkenliği etkilenmektedir (Singh ve Misra, 2017).

Bitkilerdeki hastalık ve zararlılar, dünya genelinde tarımsal üretimde büyük verim ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu kayıpları en aza indirmek, birim alandan alınan ürün miktarını artırmak ve ürün kalitesini yükseltmek için bitki sağlığının izlenmesi ile hastalık ve zararlıların erken tespiti ve gerekli tedbirlerin zamanında alınması büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla görüntü işleme teknikleri önemli bir araç haline gelmiştir. Ayrıca bu çalışmaların uygulanması sırasında elde edilen deneyim, makine öğrenmesi, derin öğrenme, yapay zeka, modelleme ve simülasyon uygulamaları ile birlikte değerlendirilmesi sonucu gerçek zamanlı ve otomatik çalışan uzman sistemler, otonom traktör veya tarım makinaları ve tarımsal robotik uygulamaların geliştirilmesini sağlamıştır (Altas ve ark., 2018).

Bitkiler hastalandığında, her hastalık için değişen şekil ve irilikte renkli lekeler veya bitkinin yaprakları, sapları ve gövdelerinde oluşabilecek çizgiler olarak bir dizi belirti göstermektedir. Bu görsel belirtiler hastalık ilerledikçe rengini, şeklini ve boyutunu sürekli değiştirmektedir. Görüntü işleme teknikleri kullanılarak renkli nesnelerin ayrıştırılması işlemi bitki hastalık ve zararlı düzeylerinin belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır. Görüntü işleme tekniklerinin kullanılmasıyla, araştırmacıların nesnelere renklerine göre algılama ve tanıma sistemlerinin doğruluğunu büyük ölçüde iyileştirmesine olanak sağlamaktadır (Altaş ve ark., 2019).

Bitki hastalık şiddetinin hızlı ve doğru bir şekilde belirlenebilmesi, ürün kaybının azaltılmasına büyük katkı sağlamaktadır. Bu nedenle hastalık çıkışı, şiddeti ve seyrinin zamanında ve doğru yapılması etkin bir entegre mücadele için büyük önem taşımaktadır. Hastalıkların belirlenmesi amacıyla bitki koruma uzmanları tarafından yapılan gözlemlerde, uzmanların yorulup ve konsantrasyonlarını kaybedebilmesi, daha sonra değerlendirilmek üzere sahadan toplanan numunelerin görsel derecelendirmesinin yanıltıcı olabilmesi, uzman değerlendirmesinin doğru olabilmesi için tekrarlı eğitimlere ihtiyaç olması ve bu nedenle uzman görüşlerinin maliyetli olması gibi bazı olumsuzluklar yaşanabilmektedir. Ayrıca uzman değerlendirmesine yönelik standart alan şemalarının geliştirilmesine ihtiyaç vardır (Bock ve ark., 2010). Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak için özellikle geniş üretim alanlarında bitki hastalıklarının tanınması, hastalık şiddeti ve seyrinin belirlenmesinde daha hızlı, pratik ve insan kaynaklı yanılma payını azaltacak yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır (Altas ve ark., 2018).

### **1.1. Hıyar Üretiminin Ülkemizdeki Önemi**

Kolay yetiştirilen ve çok tüketilen bir sebze olan hıyar (*Cucumis sativus*), kabakgiller familyasından olup bir senelik ve sarılıcı karakterde bir kültür sebzesidir. Hıyar bitkisi hastalık ve zararlılardan en fazla zarar gören sebzelerdendir.

Türkiye, yaklaşık 2.949.407 tonluk hıyar (*Cucumis sativus*) üretimi ile Çin'den sonra ikinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2017). Hıyar üretimi örtü altında ve açıkta yapılmakta olup, sofralık olarak tüketilmekte veya turşu yapımında kullanılmaktadır. Hıyar, Türkiye'de en fazla ihraç edilen sebzelerden biri olması nedeniyle hasat sonrasına kadar kalitenin korunması büyük önem taşımaktadır (Anonim, 2013). 2012-2016 yılları arası toplam sofralık ve turşuluk hıyar üretim, ekilen alan, ithalat, toplam ve kişi başı tüketim ve tüm sebze çeşitleri toplam üretim miktarı Çizelge 1.1'de verilmiştir.



Çizelge 1.1. 2012-2016 yılları arası Türkiye’de toplam sofralık ve turşuluk hıyar bitkisel ürün denge tablosu (TÜİK, 2018)

Yıllar	Ekilen Alan (da)	Üretim (t)	İthalat (t)	Tüketim (t)	Kişi başı tüketim (kg)	Tüm Sebze Çeşitleri Toplam Üretim Miktarı (t)
2012	383134	1741878	77	1407557	18.6	27820207
2013	381725	1754613	21	1415544	18.5	28448218
2014	382238	1780472	38	1432022	18.4	28487476
2015	378105	1822636	942	1498688	19	29552290
2016	369250	1811681	16	1498309	18.8	30266897

Çizelge 1.1 incelendiğinde, ülkemizde toplam sofralık ve turşuluk hıyar üretimi 2012 yılında dekar başına 4.54 ton iken 2016 yılında 4.90 tona yükseldiği görülmektedir. Ancak toplam sebze çeşitleri içerisinde hıyar 2012 yılında %6.26’lık bir üretimi kapsarken 2016 yılında %5.98’e gerilediği gözlemlenmiştir. Bu gerilemeye birçok etken bulunmakla birlikte en önemlisi hastalık ve zararlılardır.

## 1.2. İki Noktalı Kırmızı Örümcek (*Tetranychus urticae* Koch.)

İki noktalı kırmızı örümcek (Acari: Tetranychidae) birçok kültür bitkisinin önemli zararlısıdır (Helle ve Sabelis, 1985).Kültür bitkilerinde oluşturduğu zarar seviyesinin değerlendirilmesi ve verim kaybının tahmin edilmesi önemlidir (Hussey ve Parr, 1963). Konukçu bitki kırmızı örümcek arasındaki konukçu bitki-zararlı reaksiyonunun değerlendirilmesi çalışmaları son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Kültür bitkilerinin verim ve kalitesini azaltan çok sayıda zararlı bulunmakta olup, bu zararlılar kültür bitkileri ve ürünlerini kemirip yemek, bitki öz suyunu emmek, bitki dokularını çürütmek, bitki hastalık etmenlerini sağlam bitkilere taşımak, salgıları ve diğer çıkartıları ile ürünleri kirletmek ve kaliteyi düşürmek suretiyle ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. Bu zararlılar arasında akarlar, kültür bitkilerinin verim ve kalitesini azaltan organizmaların başında gelmektedir. Akarlardan özellikle *Tetranychus urticae* dünyanın diğer tarımsal bölgelerinde olduğu gibi, ülkemizde de hemen hemen tüm tarımsal alanlarda bulunmaktadır. Sera bitkilerinde zararlı en önemli akar türleri, kırmızı örümcekler olarak bilinen *T. urticae*’dir (Çağlar, 2017). Bu türler sera koşullarında kısa sürede yüksek yoğunluklara ulaşarak, önemli ürün kayıplarına neden

olabilmektedir. Bu durum ise, zararı önleyebilmek için daha fazla ilaç kullanımını gerektirerek, zamanla zararlıda dayanıklılık ve üründe kalıntı gibi pek çok probleme yol açmaktadır. Ayrıca yoğun ilaçlamalardan kaynaklanan kalıntı problemi, ihraç olanaklarının kısıtlanmasına, hatta ihraç edilmiş sebzelerin geri dönmesine neden olabilmektedir (Akyazı ve Ecevit, 2006).

İki noktalı kırmızı örümceklerin farklı popülasyon düzeylerinde kültür bitkilerinde oluşturduğu zarar çeşitli çalışmalarla ortaya konulmuştur (Wyman ve ark.,1979; Oatman ve ark., 1982). Dünyada ve ülkemizde bu konuda yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır (Green ve ark., 1987; Pagona ve ark., 1994). İki noktalı kırmızı örümcekler iklim koşullarının uygun olduğu yerlerde kış aylarında da faaliyetini sürdürür. Soğuk yörelerde ise kışı döllenmiş dişi halinde ağaç ve çalıların gövde ve dallarındaki gizlenebileceği yerlerde, yaprak ve bitki kırıntıları arasında geçirir. İlkbaharda havaların ısınmasıyla aktivitelerini artıran ve kışlama yerlerinden çıkan akarlar yabancı otlardan kültür bitkilerine geçer. Yaprakların alt yüzeylerinde ağ örür ve yumurtalarını bu ağ içerisine bırakırlar. Beslenmek için bitkinin körpe kısımlarını tercih etmekle birlikte, popülasyon yoğunluğu arttığında yaşlı yapraklarla da beslenmektedirler (Gerson ve Weintraub 2007). Gelişmelerini 12-40 °C'de devam ettirebilirler. Optimum gelişme sıcaklığı 30-32 °C'dir.

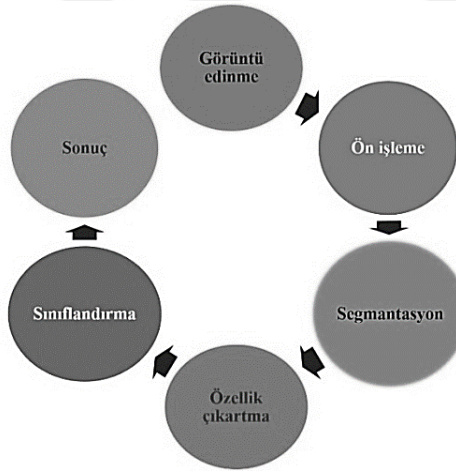
Uygun koşullarda yumurtalar 3-5 günde açılır, tüm biyolojik devrelerini 8-12 günde tamamlar, yıldaki döl sayısı ise yirmiye geçebilir. Akarlar genellikle yaprağın alt kısımlarında beslenir. İki noktalı kırmızı örümcekler styletleri ile 70–120µm derinliğe kadar yaprak dokusuna iner ve hücre içeriğini emer (Tomczyk ve Kropczyńska, 1985; Hoy, 2011) yaprakta süngerimsi ve palisad parankima dokusunda zarara yol açar (Mothes ve Seitz, 1982). Mezofildeki zarardan dolayı yapraklar grileşmeye ve sararmaya başlar. Yapraklarda düzensiz şekilli, beyaz veya grimsi renkli nekrotik lekelenmeler meydana gelir. Çiçeklerde kahverengileşmeye, petallerin solmasına ve dökülmesine neden olur. Kırmızı örümcekler bitki öz suyunu emdiğinden mezofil dokusu çöker ve her bir beslenme yerinde küçük klorotik lekeler oluşur. Zararlıının yaprak hücresini delmesiyle enzim salgılar ve klorofili eriterek içeriğini emer (Anonim, 2008). Şekil 1.1'de kırmızı örümcek ve zarar verdiği yapraklar görülmektedir.



Şekil 1.1. Kırmızı örümcek ve yapraklardaki zararı (Fasulo, 2000)

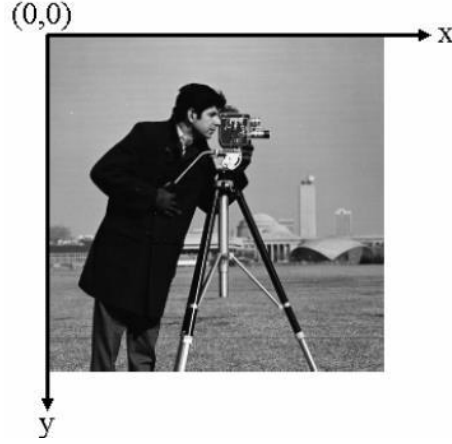
### 1.3. Görüntü İşleme

Görüntü işleme tekniği, objelerin görüntülerinin bilgisayar ortamına aktarılması ve belirlenen amaç doğrultusunda bilgisayar ile işlenmesini içermektedir. Görüntü verileri statik bir görüntü veya video kareleri olabilmektedir. Görüntü işleme askeri, tıp, güvenlik, robotik, trafik, fizik, sanat, uzaktan algılama, tarım ve hayvancılık gibi birçok alanda kullanılabilir. Bu alanlar farklı olmasına rağmen pek çok uygulamada gerçekleştirilen bazı temel adımlar Şekil 1.2’de gösterilmektedir (Altaş ve ark., 2019).



Şekil 1.2. Görüntü işlemede kullanılan temel adımlar

Görüntü (imge) iki boyutlu ışık/yoğunluk fonksiyonu kısaca pikseller matrisi olarak ifade edilebilir ve  $f(x,y)$  ile gösterilmektedir.  $(x,y)$  koordinatları belirtmekte,  $f(x,y)$  fonksiyonunun değeri ise  $(x,y)$  noktasındaki pikselin ışıklılık (intensity) değerini ifade etmektedir. Şekil 1.3’de bir imge gösterilmektedir (Gonzalez ve Woods, 2008).



Şekil 1.3. Bir imge örneği (Gonzalez ve Woods, 2008)

#### 1.4. Görüntü İşlemenin Amacı

- 1- Görüntü İyileştirme: İnsan gözlemci için, çeşitli nedenlerden dolayı kullanışsız olan görüntülerin görsel görünümünün iyileştirilip geliştirilmesidir. Örneğin karanlık bir resimdeki detayların histogram eşitleme ile netleştirilmesidir.
- 2- Görüntü Analizi: Görüntülerin, mevcut özelliklerinin ve yapılarının belirlenmesi, ortaya çıkarılması ve sonuçta görüntülerden anlamlı bilgiler çıkartılmasıdır. Örnek olarak bir kişiyi yüzünden tanıma verilebilir. Görüntü analizi iki alt aşamadan oluşmaktadır. Bunlardan ilki öznitelik çıkarma ile görüntüden renk ve şekil gibi yüksek düzeyde bilgilerin çıkarılmasını içermektedir. Diğeri ise görüntü tanıma aşaması ile görüntüden çıkarılan bilgilerin, sınıflandırmada kullanılması ve nesnelerin tanınmasını içermektedir.

#### 1.5. Görüntü İşlemede Bazı Konular (Gonzalez ve ark., 2004)

- Görüntünün elde edilmesi (Image Acquisition): Kamera, Tarayıcı gibi bir görüntüleme cihazı ile görüntünün elde edilmesidir.
- Resim İyileştirme (Image Enhancement): Görüntünün kalitesini artırma, daha iyi bir görünüme getirme işlemidir. Görüntüyü koyulaştırma, daha açık hale getirme veya kontrastını artırma gibi işlemler yanında daha ileri filtreler de kullanılır.
- Resim Onarma (Image Restoration): Bozulmuş veya gürültüye maruz kalmış resmi temiz orijinal resmi tahminleme ve elde etme işlemidir.

- Morfolojik İşlemler (Morphological Operations): Görüntüler üzerinde yapılan genişletme, aşındırma, sınır belirleme, iskelet ve dışbükey kabuk bulma gibi, temeli küme teorisine dayalı işlemlerdir.
- Kenar Belirleme (Edge Detection): Görüntüdeki süreksizlikleri ve keskin (hızlı) tonlama değişikliklerini bulma işlemidir.
- Bölütleme (Segmentation): Görüntüleri kendini oluşturan parçalara ve nesnelere ayırıştırma işlemidir. Nesnelere arka plandan ve diğer nesnelere ayırmaktadır.
- Tanıma (Recognition): Bir nesneye tanımlayıcılarına dayalı olarak etiket atama yani sınıflandırma işlemidir.
- Nesne Takibi (Object Tracking): Zaman boyunca görüntüdeki nesne ve nesnelerin konumlarını belirleme ve takip etme işlemidir.
- Şablon Eşleme (Template Matching): Bir resim içerisinde, verilen bir şablon görüntü ile eşleşen parçaların bulunması işlemidir.
- Resim Sıkıştırma (Image Compression): Resmin boyutunu azaltma işlemidir. Kayıplı veya kayıpsız olabilmektedir. Resmi saklamak için gereken bellek miktarını ve iletmek için gerekli bant genişliğini azaltmayı amaçlamaktadır.

Bu çalışmada, sera koşullarında kısa sürede yüksek yoğunluklara ulaşarak, önemli ürün kayıplarına neden olabilen *T. urticae*'nin verdiği zarar düzeyinin görüntü işleme teknikleri kullanılarak belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışmada bitki olarak önemi ve üretiminin yoğun olarak yapılmasından dolayı hıyar bitkisi seçilmiştir. Hıyar bitkisine kontrollü sera şartlarında salımı yapılan *T. urticae* ilk andan itibaren görüntüler alınmış olup, bitkiye zarar verme durumu aşama aşama takip edilmeye çalışılmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ağın ve Taner (2015), yaptıkları çalışmada, geniş yapraklı yabancı otların yoğunluğunun belirlenmesini ve buğday yetiştirilen tarlalarda herbisit kullanımının azaltılmasına katkıda bulunulmasını amaçlamışlardır. Bu amaçla araştırmada görüntü işleme teknikleri kullanılmış ve yabancı ot tespitine yönelik olarak Yapay Sinir Ağları (YSA) ve regresyon modelleri geliştirilmiştir. YSA modelinde, girdi parametresi olarak görüntü işleme teknikleri (WCAAIPT) ile elde edilen yabancı ot ile örtülü alanlar ve çıkış parametresi olarak gerçek yabancı otlu alanları (AWCA) kullanmışlardır. Araştırmada, eğitim için 244, test için 18 veriden oluşan toplam 262 veri kullanmışlardır. YSA modelinden elde edilen sonuçların deneysel verilerle uyumlu olduğunu belirlemişlerdir. Geliştirilen Yapay Sinir Ağı (ANN) modeli ile yabancı ot yoğunluğunu belirlemek ve herbisit kullanımını azaltmak için tarım makineleri tasarlanmasının ve üretmenin mümkün olacağını bildirmişlerdir.

Silva ve ark. (2017), yaptıkları çalışmada, tarımsal üretim yapan bir tesisin yetiştirilen bitki sağlığını izlemek için, insansız hava araçları tarafından yakalanan plantasyonların havadan görüntülerinin kullanımını önermişlerdir ve bitki örtüsünün canlılığı Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) gibi iyi bilinen yöntemler ile görüntü işleme tekniğini kullanılarak hesaplamışlardır. Elde ettikleri veriler ile üretici her bölgeye değişken bir girdi oranı uygulayabileceğini, böylece verimliliği ve hektar başına maliyeti en aza indirebileceğini belirtmişlerdir.

Solak ve Altınışık (2018), çalışmalarında, ortamda bulunan nesnelerin gerçek zamanlı olarak tespit edilmesi ve sınıflandırılması amacıyla fındık meyveleri üzerine görüntü işleme tekniklerini uygulamışlardır. Fındıkların görüntü düzlemi üzerinde kapladıkları boyut ve alan verileri hesaplanmaktadır. Elde edilen veriler değerlendirilerek, fındıklar gerçek zamanlı olarak küçük (K1), orta (K2) ve büyük (K3) olmak üzere üç sınıfa ayrılmaktadır. Bu işlem ortalama tabanlı sınıflandırma ve K-means kümeleme yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Küme merkezlerinin belirlenmesi ve sınıflandırma işlemi fındık meyvesi verilerinden elde edilen bilgi veri tabanı kullanılarak sağlanmaktadır. Çalışma ortamında bulunan fındık meyveleri, görüntü

işleme teknikleri kullanılarak %100 başarıyla tespit edilmektedir. Fındık meyvelerinin, ortalama tabanlı ve K-means kümeleme yöntemleri kullanılarak sınıflandırılması karşılaştırılmaktadır. Karşılaştırma sonucunda, iki yöntemin %90 ile %100 oranında benzerlik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Altas ve ark. (2018), çalışmalarında, Tokat şartlarında şeker pancarı yetiştiren yerel çiftçi tarlasından bir Drone sistemi kullanılarak tarladan alınan görüntülerden geliştirilen görüntü işleme algoritmaları ile yaprak lekesi hastalığının (*Cercospora beticola* Sacc.) olup olmadığı, hastalık var ise hastalığın hangi aşamasında olduğunun tespit edilmesini amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda, tarladan farklı zamanlarda ve farklı doğal aydınlanma koşullarında çekilen ve hastalığın farklı gelişim düzeylerini gösteren 12 adet görüntü MATLAB programının Image Processing Toolbox modülü kullanılarak görüntü işleme tekniğiyle işlenmiştir. Çalışma sonucunda, elde edilen hastalık şiddeti ile gözlem sonuçları karşılaştırılmıştır. Sonuçların çok yakın olması çalışmanın başarıyla gerçekleştirildiğini göstermektedir. Ayrıca, görüntü işleme teknikleri kullanılarak yapılan çalışma sonuçlarının gözlemlenemeyecek hassasiyette, hastalıklı alanın kesin değerini verdiğini bildirmişlerdir.

Kim ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada fenotipin mobil ölçümü için yeni geliştirilen bir görüntü elde etme sistemini kullanıp, soğan üzerinde gerçek zamanlı hastalık izlemesi yapmışlardır. İzlemeden elde edilen görüntüleri işleyerek hastalık ve durum değişkenlerinin tahmin doğruluğunu arttırmayı amaçlamışlardır. Görüntü toplama sistemini, bitkilerin görüntülerini almak için motorlu bir sürüş sistemi ve bir PTZ (pan, tilt ve zoom) kamera olmak üzere iki bölümden oluşturmuşlardır. Elde edilen görüntüler şu şekilde işlendi: görüntü bir görüntü süzgecinden çıkarıldı ve RGB (kırmızı, yeşil ve mavi) renkler, çevre alanı ile soğan yaprağının rengini karşılaştırarak görüntü binarizasyonu için farklı renk ve alanların eşiklenmesini sağlayan HSV'ye (ton, doygunluk ve değer) dönüştürüldü. Elde edilen verilere örnek olarak soğan yaprağında çıplak gözle en belirgin esmerleşmeyi sağlayan dört nesne seçilmiştir. Kesin hastalık alanlarının tespitinde görüntü işleme ile eşikleme yönteminin çıplak göze göre üstün olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, hastalık insidansının her hastalık alanı oranında farklı olduğunu bulmuşlardır. Bunların sonucunda görüntü elde etme sisteminin görüntü

işleme analizinde kullanılması, soğan yaşamındaki herhangi bir değişikliğin daha hızlı tespit edilmesini ve mahsulün yaşam döngüsü sırasında hastalık salgınlarının izlenmesini daha hızlı bir şekilde sağlayacağını bildirmişlerdir.

Ye ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada büyüme durumunun önemli bir temeli olan hıyar meyve görünüm kalitesi tespiti için GrabCut algoritmasını kullanmışlardır. Hıyarda doku ve şekil özelliklerini tam olarak çıkarmak için görünüm kalitesi tespit cihazı tasarlamışlardır. Böylece hıyar görünüm kalitesini elde edebilmiş ve büyümesini etkili bir şekilde değerlendirebilmişlerdir. Serada yaklaşık 300 salatalık orijinal görüntü ile yapmış oldukları segmentasyon deney sonucunda geliştirilmiş GrabCut algoritmasının, salatalığın tam ve pürüzsüz sınırını etkili bir şekilde çıkarabileceğini göstermişlerdir. Nispeten yüksek segmentasyon değerlendirme endeksi ile hassasiyet %93.88, geri çağırma oranı %99.35, F-Tedbiri %96.53'e ulaşmış ve yanlış sınıflandırma hatası minimum %5.84'te kontrol edildiğini belirtmişlerdir. Sistemin ortalama çalışma süresini 1.4023 s'ye kısaltmışlardır. Karşılaştırma sonuçları, geliştirilmiş GrabCut algoritmasının en iyisi olduğunu ve ardından SLIC ve geleneksel GrabCut yönteminin geldiğini bildirmişlerdir.

Islam ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada görüntü işleme tekniği kullanarak çeltikte etkilenen kısmın RGB değerinin yüzdesine dayanarak hastalıkları tespit eden ve sınıflandıran yeni bir teknik geliştirmişlerdir. Etkilenen bölgeden RGB yüzdesi çıkarıldıktan ve çeşitli sınıflara ayrıldıktan sonra, hastalığı çeşitli kategorilerde sınıflandıran Naive Bayes adı verilen basit bir sınıflandırıcı tekniğini kullanmışlardır. Bu teknik ile çeltik kahverengi lekesi, çeltik bakteri yanması ve çeltik patlaması gibi üç pirinç hastalığını başarıyla tespit etmiş ve tanımlamışlardır. Bu teknik verimli ve daha hızlıdır çünkü hastalığın tanımlanması ve sınıflandırılması için minimum hesaplama süresi gerektiren etkilenen kısmın sadece bir özelliğini, yani RGB değerlerini kullanmaktadır. Bütün yaprağın işlenmesi yerine, bu teknik, çeltik hastalığı için etkilenen kısmı içeren sadece küçük bir yaprak numunesi kullanarak hastalıkları başarılı bir şekilde tespit ettiğini bildirmişlerdir.



Hs ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada bitkinin hasta kısmını analiz etmek ve ilacın sadece hastalıklı kısma uygulanmasını sağlamak amacıyla geliştirdikleri görüntü işleme tekniğini kullanan bir Raspberry Pi tabanlı Agrobot ismi verilen aracı geliştirmişlerdir. Bitkinin herhangi bir kısmının enfekte olduğu tespit edilirse, pestisit bütün bitkiye değil, sadece o kısma püskürtüldüğünü belirtmişlerdir. Bu şekilde kullanılan böcek ilacı sadece virüs bulaşmış bölgelerle sınırlı olmuş ve aşırı böcek ilacı kullanımı kontrol edebildiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmada ayrıca Open CV-Python kullandıklarını belirtmişlerdir.

Fernandez ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada hassas tarım uygulamalarında robotik hasat otomasyonu ile tarlada yetiştirilen salatalıkların tespit edilmesi için bir algoritma tasarlamayı amaçlamışlardır. Önerilen algoritma, salatalıkları, yapraklar, gövdeler, zemin, taşlar ve sulama boruları gibi farklı ortamlardan ayırmaya kabiliyetli bir sınıflandırma sistemi elde etmek için çeşitli görüntü işleme ve veri madenciliği tekniklerinden oluşan bir kombinasyon kullanmışlardır. Tespit performansını, önerilen algoritma tarafından sağlanan sonuçlar ile etiketlenmiş görüntülerden elde edilen temel doğruluk verileriyle karşılaştırılarak hem piksel hem de salatalık seviyelerinde değerlendirmişlerdir. Piksel seviyesinde elde edilen yüksek doğruluk oranı ve düşük yanlış-pozitif oran ve salatalık seviyesindeki yüksek hatırlama ve hassasiyet, önerilen algoritmanın tatmin edici performansını göstermiş ve otomatik salatalık hasat uygulamaları için potansiyel faydaları olacağını bildirmişlerdir.

Khojastehnazhand ve ark. (2019), çalışmalarında kayısların görsel görünümüne göre sınıflandırılmasını, görüntü işleme tekniği kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Kayısları üç olgunluk safhasına ayırmış (henüz olgunlaşmamış, olgunlaşmış ve olgunlaşmamış) ve hacmini hesaplamışlardır. Meyvelerin yakalanan görüntülerini daha önce geliştirilen bir otomatik algoritma kullanılarak işlemişlerdir. Görüntüler kırıldı, filtrelendi ve üzerine nispi R, G, B kanalları, gri skala,  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  gibi kayısı görüntüleme özelliklerinin çıkarıldığı bölümlere ayrıldı. Kayısı hacimlerini, sıyırma yöntemi kullanılarak ve değer yuvarlaklık faktörüne çarpılmasıyla hesaplamışlardır. İstatistiksel analiz sonucu, olgunluk aşamaları arasında G, gri skala,  $L^*$  ve  $b^*$  özelliklerine göre anlamlı bir fark olduğunu göstermişlerdir. Kayısları renk

özelliğine göre sırasıyla 0.904 ve 0.923 hassasiyetinde sınıflandırabilmişlerdir. Araştırmacılar, algoritmanın kayısların görüntü özelliklerini kullanarak meyveleri uygun şekilde sınıflandırdığını bildirmişlerdir.



### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

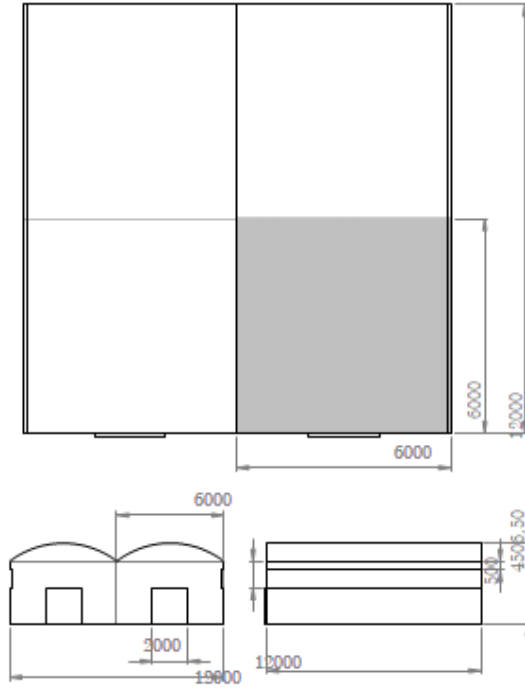
#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Araştırma alanı

Çalışma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü araştırma uygulama seralarında gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.1’de çalışma yapılan seranın dışarıdan görünümü verilmiştir. Serada kullanılan çelik konstrüksiyon malzemeleri TS EN 13031-1 veya ISO 9001 standartlarına uygundur. Örtü malzemesi 8 mm 3 cidarlı şeffaf polikarbon malzemedir. Sera içinde eşit alana sahip birbirinden izoleli 4 adet bölmeden oluşmaktadır. Çalışma Şekil 3.2’de görülen işaretli bölümde yürütülmüştür. Hıyar bitkilerinin yetiştirileceği saksıların sera içerisinde yerleştirilmesi Şekil 3.3’de görülmektedir.



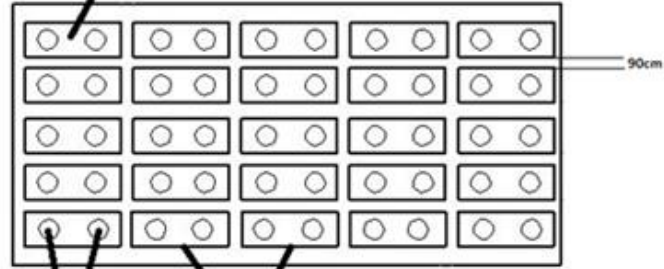
Şekil 3.1. Çalışma yapılan seranın dışarıdan görünümü



Şekil 3.2. Serada çalışmanın yapıldığı bölüm

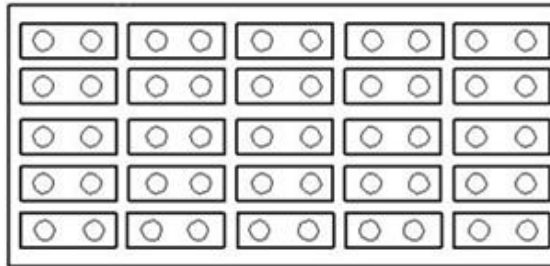
İKİ NOKTALI KIRMIZI ÖRÜMCEK SALIMI YAPILACAK BÖLÜM

TOPRAK+PERLİT+TORF  
KARIŞIMI ORANI (1:1:1)



HIYAR BİTKİLERİ 70X25X30 SAKSILAR

KONTROL



Şekil 3.3. Hıyar bitkilerinin yetiştirildiği saksıların sera içerisindeki yerleşimi

### 3.1.2. Hıyar bitkisinin yetiştirilmesi

Çalışma alanına 40 adet 70x25x30 cm ebatlarında dikdörtgen saksılar sera içerisine yerleştirilmiştir. Yerleştirilen bu saksılara 1:1 oranında toprak + torf + perlit karışımı eklenmiştir. Bu işlemler bittikten sonra 80 hıyar fidesi (her saksıya 2 adet olmak üzere) dikim işlemi gerçekleştirilmiştir. Dikildikten sonraki gelişim aşamalarını Şekil 3.4’de verilmiştir.



Şekil 3.4. Dikim işlemi yapılan hıyar fidesinin 10 günlük periyotlarla alınan gelişim görüntüleri

Hıyar bitkisinin yetişmesinde gerekli mikro ve makro elementleri sağlayacak olan Hoagland çözeltisinin modifiye edilmiş hali uygulanmıştır. Bu çözelti haftalık olarak her bitkinin kök bölgesine 250 ml olacak şekilde uygulanmıştır. Modifiye edilmiş hoagland çözeltisinin element içeriği Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Modifiye edilmiş hoagland çözeltisi

<b>N</b>	250 ppm	<b>Cu</b>	0,05 ppm
<b>P</b>	100 ppm	<b>Mn</b>	0,05 ppm
<b>K</b>	250 ppm	<b>Fe</b>	0,05 ppm
<b>Ca</b>	150 ppm	<b>Zn</b>	0,03 ppm
<b>Mg</b>	100 ppm	<b>Mo</b>	0,005 ppm
<b>S</b>	30 ppm	<b>B</b>	0,05 ppm

Hıyar bitkisinin yetiştirilmesi esnasında günlük olarak ölçülen sera içi sıcaklık değerleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Günlük olarak ölçülen sera içi sıcaklığı

Tarih	Sera İçi Sıcaklığı(°C)	Tarih	Sera İçi Sıcaklığı(°C)
5 Mayıs	34	27 Mayıs	37
6 Mayıs	37	28 Mayıs	37
7 Mayıs	38	29 Mayıs	40
8 Mayıs	24	30 Mayıs	39
9 Mayıs	27	31 Mayıs	38
10 Mayıs	29	1 Haziran	37
11 Mayıs	29	2 Haziran	37
12 Mayıs	27	3 Haziran	35
13 Mayıs	32	4 Haziran	33
14 Mayıs	26	5 Haziran	32
15 Mayıs	40	6 Haziran	32
16 Mayıs	39	7 Haziran	33
17 Mayıs	38	8 Haziran	39
18 Mayıs	39	9 Haziran	40
19 Mayıs	31	10 Haziran	40
20 Mayıs	36	11 Haziran	40
21 Mayıs	37	12 Haziran	34
22 Mayıs	39	13 Haziran	35
23 Mayıs	35	14 Haziran	36
24 Mayıs	41	15 Haziran	38
25 Mayıs	36	16 Haziran	39
26 Mayıs	34	17 Haziran	36

### 3.1.3. Çalışmada tasarımı yapılan ve kullanılan platform METAZİ

Sera şartlarında hıyar bitkisinin yetiştirilmesi sırasında *T. urticae* zararlısının verdiği zarar düzeyinin belirlenmesi amacıyla bitkilerden kaliteli görüntü alınabilmesi amacıyla kameranın stabilitesinin sağlanması ve oluşabilecek titreşimlerden etkilenmemesi için TÜBİTAK 1180751 nolu proje kapsamında geliştirilen METAZİ ismi verilen bir platformun tasarımı ve imalatı yapılmıştır. Platform tarla ve sera koşullarında hastalık ve zararlı görüntülerinin alınabilmesi amacıyla iki farklı şasi tasarımı yapılarak imalatı gerçekleştirilmiştir. Bu iki tip şasi sera ve tarla koşullarında yetiştirilen çok sayıda farklı

bitkilerden de görüntü alabilmesi amacıyla bitki boyuna göre otomatik yükseltme yapabilecek ve iş genişliği ayarlanabilecek şekilde tasarımı yapılmıştır. Ayrıca geliştirilmeye açık olarak tasarlanan platformun proje sonrası dönemde gerçek zamanlı tarımsal uygulamalar yapabilecek ve otonom olarak hareket edebilen bir robot haline getirilmesi hedeflenmektedir.

Platform üzerine yerleştirilen kameranın sahip olduğu optik imaj sabitleme ve kameranın bağlı olduğu gimbal mekanizması sayesinde tarla şartlarında dahi net görüntüler alınabilmekte ve görüntü ve video işleme yapılabilmektedir. Kamera tablet üzerinden uzaktan kumanda edilebilmektedir. Platformun hareket ettirilmesi uzaktan kumanda ile yapılmaktadır. Şekil 3.5’de platform METAZİ’nin görseli verilmiştir.



Şekil 3.5. Platform METAZİ

*Tasarlanan platform METAZİ’nin yapım aşamaları aşağıdaki başlıklar altında verilmiştir.*

### Şasi İmalatı

Platform METAZİ şasi malzemesi olarak 28-32 mm kalınlığında gri dökme demir kullanılmıştır. Şasi borularının birleştirilmesinde argon kaynağı kullanılarak 1 adet tarla ve 1 adet sera şartlarına uygun olmak üzere 2 adet farklı iş genişliğinde ve farklı yüksekliklerde üst tamamlayıcı bar yapılmıştır. Alt kısımda bar uçlarına teleskobik olarak takılabilen 2 adet yürür aksamın takılacağı alt şasi yapılmıştır. METAZİ'nin şasisi tarla ve sera'daki iş genişliği ve bitki yüksekliğine göre ayarlanabilen teleskobik bir tasarım dili kullanılmıştır. Şekil 3.6 'da Platform METAZİ'nin şasi kısmı verilmiştir.



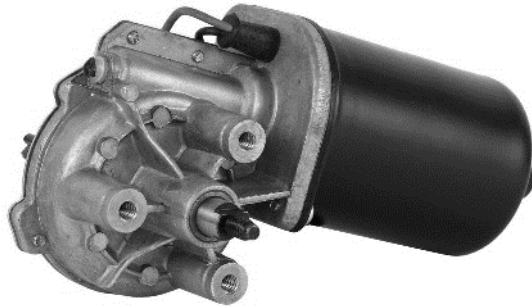
Şekil 3.6. Platform METAZİ'nin şasi kısmı (Tarla tipi barı ile birlikte)

### Yürür Aksamı ve Elektrik Motorları Yerleşimi

Platform METAZİ'de 4 adet çapa makinesi römork tekeri kullanılmıştır. Teker özellikleri 400x8x25 ebatlarında göbekten rulmanlı havalı tekerdir. Bu tekerin



kullanılmasının sebebi zorlu tarla koşullarında şasiye gelen yük darbelerini emmesi ve elektrik çekiş ve dönüş motorlarını minimum enerji tüketimiyle rahat bir şekilde görevini yerine getirmesi düşünülerek kullanılmıştır. Tekerleklere bağlı 4 adet redüktörlü 2 kademeli 12V Wiper DC motor kullanılmıştır. 2 kademeli 12V Wiper DC motor görseli Şekil 3.7’de verilmiştir. Platform METAZİ ön kısımdan çekiş ve arka kısımdan dümenleme yapacak şekilde yapılmıştır. Bunlardan 2 adedi çekiş motoru olarak monte edilmiştir. Çekiş motorları kısmında küçük ve büyük dişli farkından oluşan transmisyon oranından faydalanılarak motor gücünü en verimli şekilde tekerleklere aktarılması düşünülerek monte edilmiştir. Motor hızları 30 ve 60 rpm iki kademe hızda dönmektedir. Bu hız kademesini kumanda üzerinde ataması yapılan 2 konumlu switch kanalından değişimi yapılabilmektedir. Dümenleme sisteminde de 2 adet redüktörlü 2 kademeli 12V Wiper DC motor kullanılmıştır. Dönüş açısı ayarlanabilir frenleme pabuçları ile artırılıp azaltılabilir şekilde yapılmıştır. Şekil 3.8’de çekiş ve dümenleme motorları ve tekerleklerinin montajı yapılırken ki hali verilmiştir.



Şekil 3.7. Kademeli 12V Wiper DC motor



Şekil 3.8. Platform METAZİ tekerlek ve motor montajı

## Kumanda Kontrol Sistemi

METAZİ'nin kontrolünde 10 kanallı Radiolink marka AT9S model RC kumanda kullanılmıştır. Kullanılan kumandanın özellikleri aşağıda verilmiştir. Şekil 3.9'da ise kullanılan RC kumandanın görseli verilmiştir.

- Boyutlar: 183mm x 193mm x 100mm kumanda, 41mm x 23mm x 14mm alıcı (R9DS)
- Ağırlık: 0.88 kg
- Frekans: 2.4GHz ISM Bandı (2400-2485 MHz arası)
- Modülasyon tipi: QPSK
- Kanal bant genişliği: 5MHz
- Spektrum yayılımı: DSSS & FHSS
- Komşu kanal reddi: >38dbm
- Verici çıkış gücü: <100mw (PCB test)
- Çalışma gerilimi: 7.4 ~ 18v
- Çalışma akımı: <90mA
- Menzil (tahmini): Yüzeyde 900 metre, havada 1.5 km
- Kanal sayısı: 10
- 2.8" 16-renk ekran, 240x320 piksel çözünürlük
- Üç adet 3-konumlu, dört adet 2-konumlu switch, bir adet yaylı 2-konumlu switch
- 2 adet potansiyometre, 2 adet slider
- Pil yatağı ölçüleri: 330mm (G) x 110mm (U) x 260mm (D)



Şekil 3.9. Radiolink AT9S 10 CH

Kumanda üzerinden 6 kanal kullanılmıştır. Bu kanalların atamaları Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Kumanda kanallarının görevleri

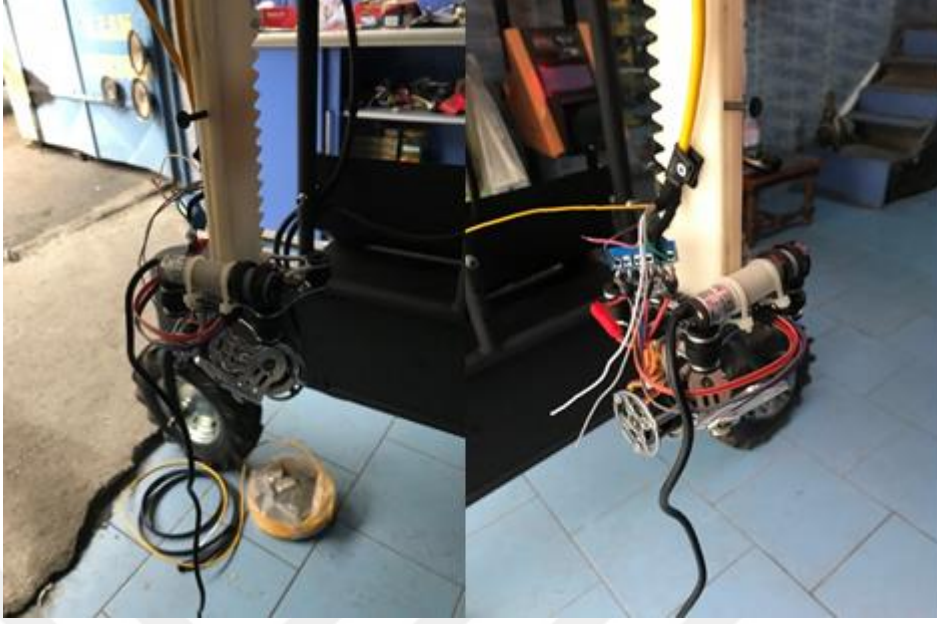
<b>Kanallar</b>	<b>Atamalar</b>
Kanal 1	İleri-Geri
Kanal 2	Sol-Sağ
Kanal 3	Yukarı-Aşağı (Kamera Mekanizması)
Kanal 4	Sol-Sağ (Gimbal Roll Hareketi)
Kanal 5	Yukarı-Aşağı (Gimbal Pitch Hareketi)
Kanal 6	30-60 Rpm Motor Kademe Değişimi

### Görüntüleme Mekanizması

Görüntü alımı için 2 eksenli gimbal (pitch-roll) ile yukarı-aşağı hareketi 12V Wiper DC motor tahrikli otomatik olarak kızılötesi sensör yardımıyla ya da manuel olarak kumandadan kontrollü olarak hareketi sağlanan mekanizma yapılmıştır. Şekil 3.10’da kullanılan gimbal mekanizması ve kızılötesi sensör görseli verilmiştir. Kamera mekanizmasının görüntüleme yapması sırasında herhangi bir bitkiye çarpmasını engellemek için kızılötesi sensör kullanılmıştır. Kullanılan kızılötesi sensör 30 cm ile 80 cm mesafe algılama aralığına sahiptir. Sensörün bitkiyi algıladığında kamera mekanizmasını bitkiye çarpmayacak şekilde sistem ayarlaması yapmaktadır. Şekil 3.11’de sistem montajı verilmiştir.



Şekil 3.10. Gimbal mekanizması ve kızılötesi sensör



Şekil 3.11. Sistem montajı

#### Yazılım ve Elektronik Donanımı

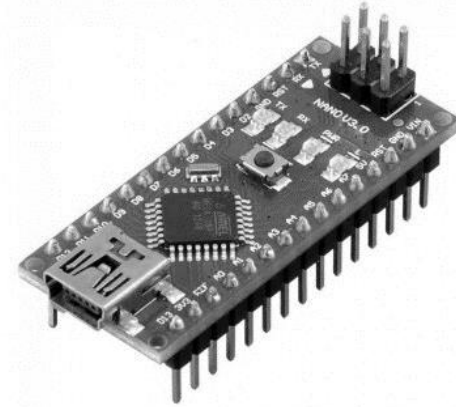
Platform METAZİ’de RC kumanda kontrolü için PPM sinyali PWM sinyaline dönüştürme işlemi yapılmıştır. Bu işlem geliştirilen yazılım ile sinyal dalga boyu genişletmesi yapılmıştır. Yapılan bu yazılımın ekran görseli Şekil 3.12’ de verilmiştir. DC motorlar yapısı gereği PPM sinyallerine karşı tek başına yanıt vermemektedirler. Bunun için bir sinyal dönüşümü yapılması gereklidir. Sinyal dönüşümü yapılan yazılımda okunan PPM sinyal değeri PulseIn dönüştürmesiyle PWM sinyaline dönüştürülmüştür. Bu sinyal dönüşümü için Arduino Nano kartı kullanılmıştır. Kullanılan Arduino Nano kartı görseli Şekil 3.13’de verilmiştir. Kullanılan DC motoru hareket ettirmek için geliştirilen 5V tetikleme ile çalışan 2 röleli PIC 12F675 mikroişlemci kontrollü devre kartı kullanılmıştır. 12F675 mikroişlemci yazılımı Basic dilinde yazılmıştır. Geliştirilen 2 röleli PIC 12F675 mikroişlemci kontrollü devre kartı görseli Şekil 3.14’de verilmiştir.

```
metazisonn | Arduino 1.8.9
Dosya Düzenle Taslak Araçlar Yardım
metazisonn
int yukari=3;
int asagi=5;
int sol=2;
int sag=7;
int ileri=6;
int geri=4;
int power=9;
int rckanal1=10;
int rckanal3=8;
int rckanal7=11;
int rckanal5=12;

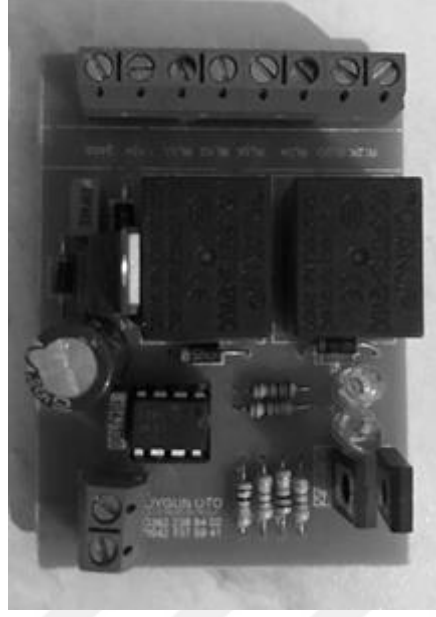
void setup(){
  pinMode(rckanal1,INPUT);
  pinMode(rckanal3,INPUT);
  pinMode(rckanal7,INPUT);
  pinMode(rckanal5,INPUT);
  pinMode(sol,OUTPUT);
  pinMode(sag,OUTPUT);
  pinMode(yukari,OUTPUT);
  pinMode(asagi,OUTPUT);
  pinMode(ileri,OUTPUT);
  pinMode(geri,OUTPUT);
  pinMode(power,OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop(){
  MetaziHareket();
  MetaziYon();
  MetaziKamera();
  MetaziPower();
}
```

Şekil 3.12. PPM-PWM sinyal dönüştürme yazılımı ekran görseli

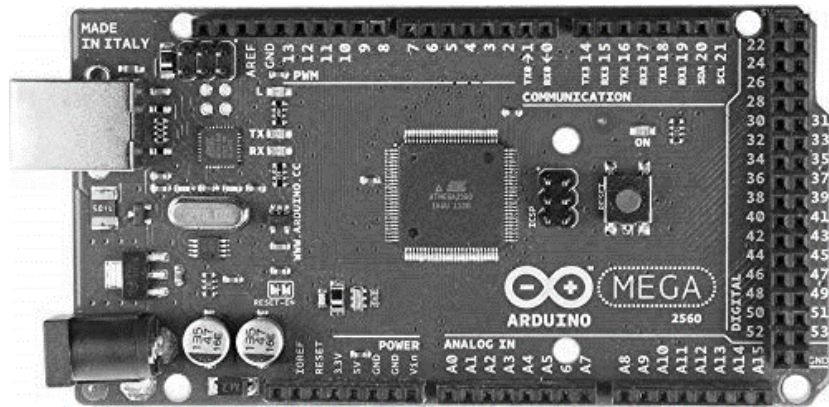


Şekil 3.13. Arduino Nano



Şekil 3.14. Röleli PIC 12F675 mikroişlemci kontrollü devre kartı

Dümenleme sisteminde kullanılan 12V Wiper DC motor dişli içerisine monte edilen bir potansiyometre yardımıyla servo motora dönüştürülmüştür. Bu geliştirilen dönüşüm için Arduino Mega 2560 kullanılmıştır. Kullanılan Arduino Mega 2560'ın görseli Şekil 3.15'de verilmiştir. Geliştirilen yazılım ile potansiyometreden alınan konum mikroişlemciye iletilerek buradaki dijital değeri DC motorun hangi adımı izleyeceğini karar vermesi sağlanmıştır. Şekil 3.16'da DC motorun Servo motora dönüştürülen yazılımın ekran görseli verilmiştir.



Şekil 3.15. Arduino Mega 2560

```
sketch_jan10a | Arduino 1.8.9
Dosya Düzenle Taslak Araçlar Yardım
sketch_jan10a
int pot1=A0;
int pot2=A1;
int led1=2;
int led2=4;
int led3=7;
int led4=8;
int potdeger;
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  pinMode(pot1,INPUT);
  pinMode(pot2,INPUT);
  pinMode(led1,OUTPUT);
  pinMode(led2,OUTPUT);
  pinMode(led3,OUTPUT);
  pinMode(led4,OUTPUT);
}
void loop(){
  potsol();
  potsag();
}
void potsol(){
  potdeger= analogRead(pot1);
  if (potdeger<506&potdeger>0){
    digitalWrite(led1, HIGH);
    digitalWrite(led2, LOW);
    delay(5);
  }
  if (potdeger<516&potdeger>506){
    digitalWrite(led1, LOW);
    digitalWrite(led2, LOW);
    delay(5);
  }
  if (potdeger<1023&potdeger>516){
```

Şekil 3.16. DC motorun Servo motora dönüştürülen yazılımın ekran görseli

### Görüntüleme Araçları

Bitki hastalık ve zararlı görüntülerini elde edebilmek için GoPro marka Hero 7 Black Model kamera, platformun kamera mekanizması üzerine monte edilmiştir. GoPro Hero 7 Black kamerasının görseli Şekil 3.17’de verilmiştir.

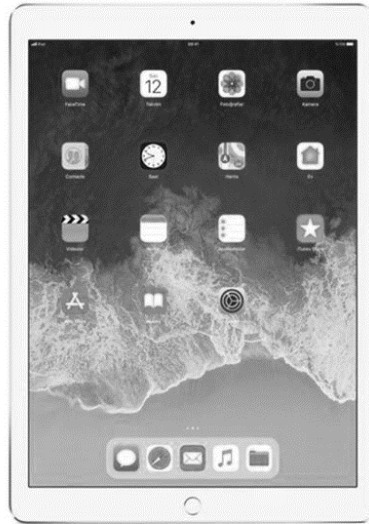


Şekil 3.17. GoPro marka Hero 7 Black

Kullanılan GoPro Hero 7 Black kameranın özellikleri aşağıdaki gibidir.

- Görüntü İşlemcisi: GoPro GP1
- Sensör Tipi: CMOS
- Etkin Piksel: 12 MP
- Azami Çözünürlük: 4000×3000
- Görüntü Oranı: 4:3
- Sensör Formatı: 1/2.3 İnç
- Sensör Boyutu (Gen.): 6.17 mm
- Sensör Boyutu (Uzun.): 4.62 mm
- En Düşük ISO: 100
- En Yüksek ISO: 6400
- Wi-Fi

Kullanılan GoPro Hero 7 Black kamerasının Wi-Fi haberleşmesi sayesinde kumanda üzerinden kontrolü sağlanabilmektedir. Bu haberleşme kontrolü kumanda üzerine monte edilen Apple iPad 6.Gen tablet yardımıyla sağlanmıştır. Apple iPad 6.Gen görseli Şekil 3.18’de verilmiştir.



Şekil 3.18. Apple iPad 6.Gen

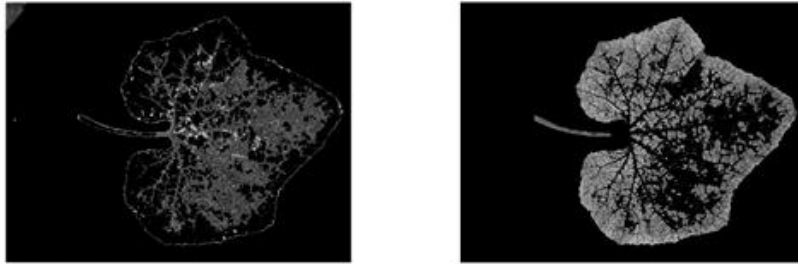


## Güç Ünitesi

Platform METAZİ gücünü 2 adet 12 V 60 Ah aküden almaktadır. Akü kullanımı 2 kademeli kontak ile kullanım yoğunluğuna göre tek akü ya da 2 akü devrede iken kullanılabilir. Yapılan bu 2 kademeli kontak sistemi tarla şartlarında çalışır iken şarj bitmesi durumunda 2. aküyü devreye sokarak yapılacak işin tamamlanmasını sağlamaktadır. Akü şarj edilmesi için geçen süre ise ortalama 3 saattir.

### **3.1.4. MATLAB**

Platform METAZİ ile alınan yaprak görüntüleri MATLAB® R2018a paket programı kullanarak görüntü işleme yapılmıştır. MATLAB®, temel olarak nümerik hesaplama, grafiksel veri gösterimi ve programlamayı içeren teknik ve bilimsel hesaplamalar için yazılmış yüksek performansa sahip bir yazılımdır. MATLAB programının tipik kullanım alanları: Matematik ve hesaplama işlemleri, algoritma geliştirme modelleme, simülasyon ve ön tipleme veri analizi ve görsel efektlerle destekli gösterim, bilimsel ve mühendislik grafikleri, uygulama geliştirme şeklinde özetlenebilir. Görüntü işleme MATLAB yazılımının Image Processing Toolbox modülü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Image Processing Toolbox görüntü işlemeyle ilgili tüm fonksiyon ve komutları içinde barındıran MATLAB araç kutusudur. Görüntü işleme üzerinde çalışma yapanlar için kodlar sınıflandırılmış ve düzenlenmiştir. Bu konuda çalışanlara çok büyük kolaylık sağlanmıştır. Şekil 3.19'da MATLAB Image Processing Toolbox ile görüntü işleme yapılan örnek görseli verilmiştir.



Şekil 3.19. MATLAB Image Processing Toolbox ile görüntü işleme yapılan *Tetranychus urticae* akarının zarar verdiği hıyar bitkisi yaprağı

### 3.1.5. İki noktalı kırmızı örümcek (*Tetranychus Urticae* Koch.)

*Tetranychus urticae* beslendiği bitkide bitki öz suyunu emdiği için yaprağın rengi sararır ve bitkinin klorofil miktarı azaldığı için fotosentez gerilemektedir. Bu yapraklar kıvrılarak dökülmekte ve sonuç olarak zararlıın beslendiği bitkide büyük verim kayıpları görülmektedir. Bu zararlarının yanında *T. urticae*'nin birçok bitki virüs hastalıklarına vektörlük ettiği de belirtilmektedir. *T. urticae*; kültür bitkilerinden domates, kavun, karpuz, hıyar, kabak, patlıcan, fasulye, bezelye, börülce, pamuk, çilek, yer fıstığı ve ayçiçeğinde ayrıca süs bitkileri ve meyve ağaçlarında beslenen polifag bir zararlı akar türüdür (Anonim, 2008). Şekil 3.20'de kırmızı örümceğin zarar verdiği yapraklar verilmiştir.



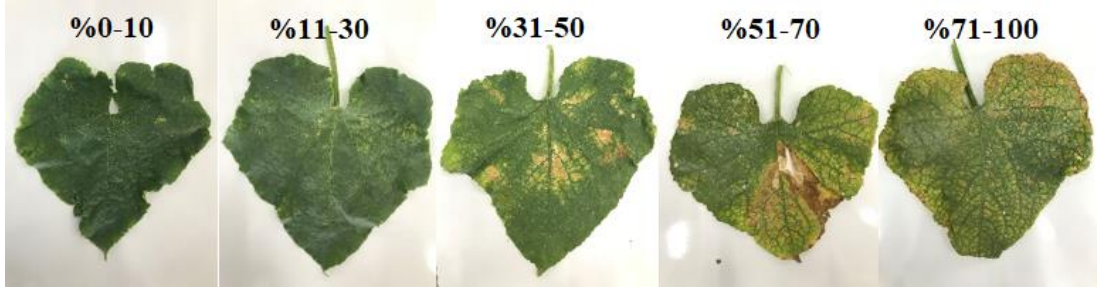
Şekil 3.20. *Tetranychus urticae* akarının zarar verdiği hıyar bitkisi yaprağı

## 3.2. Yöntem

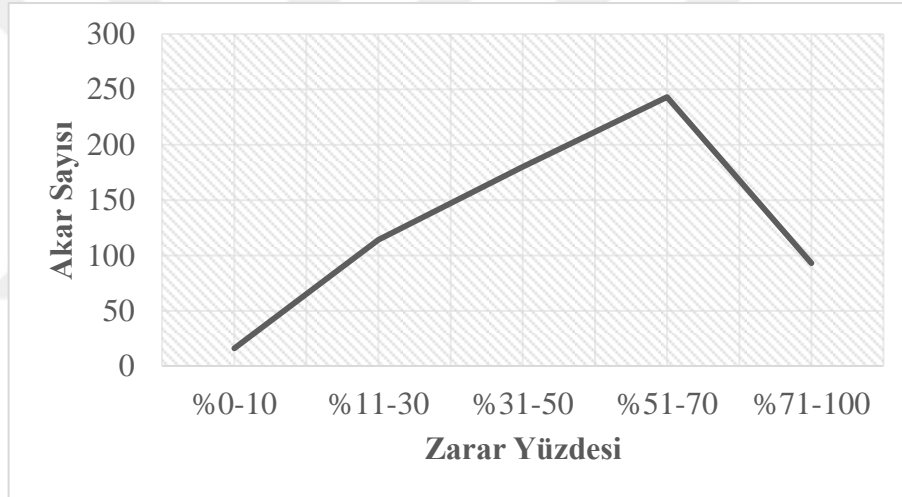
### 3.2.1. *Tetranychus urticae* zararının tespit edilmesi

*Tetranychus urticae* akarı yapraklarda klorofili emdiğinden dolayı yaprak renginde gözle görülür açılmalara ve ardından kurumaya sebep olur. Akarın verdiği bu zararın tespiti gözlem ile yapılabilmektedir. Ayrıca belirlenen zarar yüzdesine ek olarak akar sayımı yapıp zararın başlangıç, orta ve son safhalarında olduğu belirlenebilir. Bu bilgilerden yola çıkılarak örnek 5 adet hıyar yaprağından oluşturulan zarar skalası Şekil

3.21’de ve skala oluşturulurken örneği verilen yapraklardaki akar sayısı ve yüzde zarar grafiği Şekil 3.22’de verilmiştir.



Şekil 3.21. *Tetranychus urticae* görsel zarar skalası



Şekil 3.22. *Tetranychus urticae* sayısı ve zarar grafiği

Bu verilerin sonucunda Şekil 3.22’de verilen grafiğe göre en yüksek akar sayısının %40 ile %60 arasında olduğu görülmektedir. Başlangıç ve son seviyede bu sayının daha az olduğu görülmektedir. Son safhadaki bu azalışın nedeni yaprakta emilecek klorofil kalmadığından dolayı taze yapraklara doğru hareket etmelerinden kaynaklanmaktadır.

### 3.2.2. Görüntü alma

Görüntüler yapılan platform METAZİ yardımıyla haftalık periyotlarla görüntü alımı yapılmıştır. İlk görüntü alımı 23 Haziran tarihinde ikinci görüntüleme ise 30 Haziran tarihinde yapılmıştır. Toplamda 50 görüntü içerisinde 10 adet görüntü işlemeye tabi

tutulmuştur. Platform METAZİ üzerinde bulunan gimbal mekanizması sayesinde farklı açılar ile görüntüler alınmıştır.

### 3.2.3. Görüntü okuma ve dönüştürme

Alınan görüntüler, MATLAB programının çalışma alanı “workspace” için “imread” komutu kullanılarak tanımlanmıştır. Giriş görüntüleri JPEG (Joint Photographic Experts Group) formatında RGB görüntüleri olarak tanımlanmıştır. RGB görüntüsü, parlaklıktan kaynaklanan görüntü bozulmalarını sınırlandırdığı için “Makecform” ve “applycform” komutları kullanılarak  $L^*a^*b^*$  renk uzayına dönüştürülmüştür.  $L^*a^*b^*$  renk uzayını oluşturan bileşenler; ‘ $L^*$ ’ parlaklık katmanı, ‘ $a^*$ ’ renklerin kırmızı-yeşil ekseninde nereye düştüğünü gösteren kromatiklik katmanı, ‘ $b^*$ ’ rengin mavi-sarı ekseninde nereye düştüğünü gösteren kromatiklik katmanıdır. Renk bilgisinin tümü ‘ $a^*$ ’ ve ‘ $b^*$ ’ katmanlarında bulunduğundan  $L^*a^*b^*$  renk uzayındaki hastalık bilgisi sadece iki kanalda saklanmaktadır.

### 3.2.4. Renk tabanlı kümeleme

Kümeleme, nesnelerin gruplarına ayırmanın bir yoludur. Hastalığın tanımlanmasında en önemli süreç olan yaprak görüntüsü hastalık segmentasyonu, K-means kümeleme gibi tipik algoritmalar kullanarak, bir dizi özelliğe göre pikselleri K sınıflarına ayırmaya çalışmaktadır. K-means kümeleme, her nesneyi uzaydaki bir konuma sahip olarak değerlendirmektedir. K-means işlevi, verileri birbirinden bağımsız kümelere ayırır ve her gözlemi atadığı kümenin dizinini döndürmektedir. Hiyerarşik kümelemeden farklı olarak, k-means kümelemesi gerçek gözlemler üzerinde çalışır (daha büyük benzerlik önlemleri kümesi yerine) ve tek bir küme düzeyi oluşturmaktadır. Her küme içindeki nesnelerin olabildiğince birbirine yakın olmasını ve mümkün olduğunca diğer kümelerdeki nesnelere uzak olmasını sağlayacak bölümler bulmaktadır. Bölünecek kümelerin sayısını ve iki nesnenin birbirine ne kadar yakın olduğunu belirlemek için bir mesafe metriği belirtilmesi gerekmektedir. Kümelenen verinin türüne bağlı olarak beş farklı mesafe ölçümü arasından seçim yapılabilmektedir. Bu çalışmada öklid (Euclidean) mesafe metriği kullanarak iki renk arasındaki fark ölçülmüştür ve 4 kümeye

bölünmüştür. Görüntüdeki her piksel “cluster\_index” ile etiketlenmiştir. Piksel etiketlerini kullanarak, görüntüdeki nesnelere dört resimle renklere ayrılmıştır.

### 3.2.5. Bölümlendirme (Segmentasyon)

Görüntü segmentasyonu, genellikle görüntüdeki piksellerin özelliklerine bağlı olarak bir görüntüyü birden fazla parçaya veya bölgeye bölmek için dijital görüntü işleme ve analizinde yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. Görüntü segmentasyonu, ön planın arka plandan ayrılmasını veya renkli veya şekildeki benzerliklere dayalı piksel bölgelerinin kümelenmesini içerebilir. Çalışmada, kümeleme işlemi yapıldıktan sonra yeniden şekillendirilen görüntü üç hücreye bölünmüştür. Piksel etiketleri kullanılarak, “repmat” komutu ile görüntü klonlanmıştır ve “for” döngüsü ile görüntüdeki nesnelere renklerle ayırarak dört resim elde edilmiştir.

### 3.2.6. Yaprak üzerindeki zararlı şiddeti hesabı

Yaprak üzerindeki hastalıklı bölgelerin alanı, o bölgeleri oluşturan piksel sayısının toplamının yaprağı oluşturan toplam piksel sayısına oranlanarak yaprak üzerindeki kapladığı alan yani hastalığın şiddeti hesaplanmıştır.  $B(x,y)$  m satır ve n sütununa sahip bir resmin x'inci satırı ve y'ninci sütundaki değerini ifade etsin k'nıncı nesnenin alanı aşağıdaki eşitlikler ile bulunabilmektedir (Altaş, 2017).

$$Ak = \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n B(x, y) \quad (3.1)$$

$$B(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{eğer } B(x,y) \in k \text{ ise} \\ 0 & \text{eğer } B(x,y) \notin k \text{ ise} \end{cases} \quad (3.2)$$

$Ak$  = resim üzerindeki nesnenin alanı (zararlanmış bölge alanı)

$B(x,y)$  = tanımlanan resmin satır ve sütun değeri (x'inci satır, y'ninci sütun )

$$\text{Zarar şiddeti (\%)} = \frac{Ak}{\text{Toplam Alanı}} \quad (3.3)$$



#### 4. BULGULAR

Deneme 40 bitki *Tetranychus urticae* akarının bulaştırılacağı kısım ve yine 40 bitki kontrol kısmı olarak 2 ye ayrılmıştır. Çalışma alanında zarar şiddetinin farklı düzeylerde oluştuğunu gösteren 10 adet fotoğraf seçilmiştir. Geliştirilen yazılım ile seçilen bu fotoğraflar görüntü işleme yöntemi uygulanarak bulgular verilmiştir. İlk olarak orijinal fotoğraf, kahverengi-sarı segment ve yeşil segment işlemlerinin çıktısı elde edilmiştir.

##### 1- Görüntü A



Şekil 4.1. Görüntü A (1: orijinal görüntü, 2: kahverengi-sarı segment, 3: yeşil segment)

*Tetranychus urticae* akarının verdiği zarar görsel skalaya göre %11-30 aralığına denk geldiği görülmüştür. Gözlem ile yapılan sayım sonucunda yaprakta 48 adet akar ölçülmüş olup buna karşılık olarak görüntü işlemede zarar oranı %20.68 olarak belirlenmiştir.

## 2- Görüntü B



Şekil 4.2. Görüntü B (1: orijinal görüntü, 2: kahverengi-sarı segment, 3: yeşil segment)

*Tetranychus urticae* akarının verdiği zarar görsel skalaya göre %31-50 aralığına denk geldiği görülmüştür. Gözlem ile yapılan sayım sonucunda yaprakta 88 adet akar ölçülmüş olup buna karşılık olarak görüntü işlemede zarar oranı %31.42 olarak belirlenmiştir.

## 3- Görüntü C



Şekil 4.3. Görüntü C (1: orijinal görüntü, 2: kahverengi-sarı segment, 3: yeşil segment)

*Tetranychus urticae* akarının verdiği zarar görsel skalaya göre %31-50 aralığına denk geldiği görülmüştür. Gözlem ile yapılan sayım sonucunda yaprakta 92 adet akar ölçülmüş olup buna karşılık olarak görüntü işlemede zarar oranı %35.13 olarak belirlenmiştir.



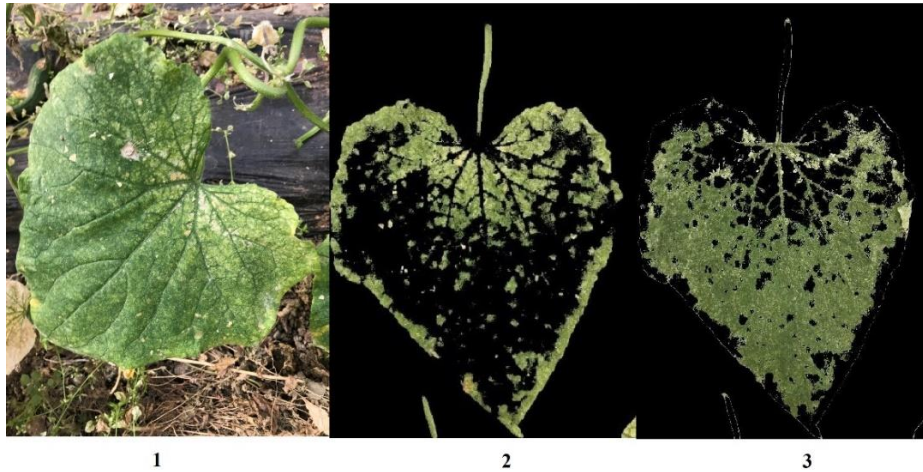
#### 4- Görüntü D



Şekil 4.4. Görüntü D (1: orijinal görüntü, 2: kahverengi-sarı segment, 3: yeşil segment)

*Tetranychus urticae* akarının verdiği zarar görsel skalaya göre %51-70 aralığına denk geldiği görülmüştür. Gözlem ile yapılan sayım sonucunda yaprakta 102 adet akar ölçülmüş olup buna karşılık olarak görüntü işlemede zarar oranı %52.42 olarak belirlenmiştir.

#### 5- Görüntü E



Şekil 4.5. Görüntü E (1: orijinal görüntü, 2: kahverengi-sarı segment, 3: yeşil segment)

*Tetranychus urticae* akarının verdiği zarar görsel skalaya göre %51-70 aralığına denk geldiği görülmüştür. Gözlem ile yapılan sayım sonucunda yaprakta 128 adet akar ölçülmüş olup buna karşılık olarak görüntü işlemede zarar oranı %57.68 olarak belirlenmiştir.

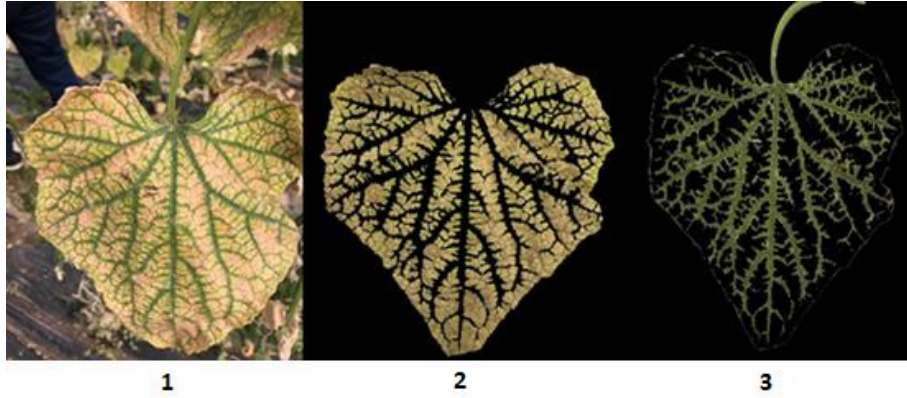
## 6- Görüntü F



Şekil 4.6. Görüntü F (1: orijinal görüntü, 2: kahverengi-sarı segment, 3: yeşil segment)

*Tetranychus urticae* akarının verdiği zarar görsel skalaya göre %71-100 aralığına denk geldiği görülmüştür. Gözlem ile yapılan sayım sonucunda yaprakta 38 adet akar ölçülmüş olup buna karşılık olarak görüntü işlemede zarar oranı %81.98 olarak belirlenmiştir.

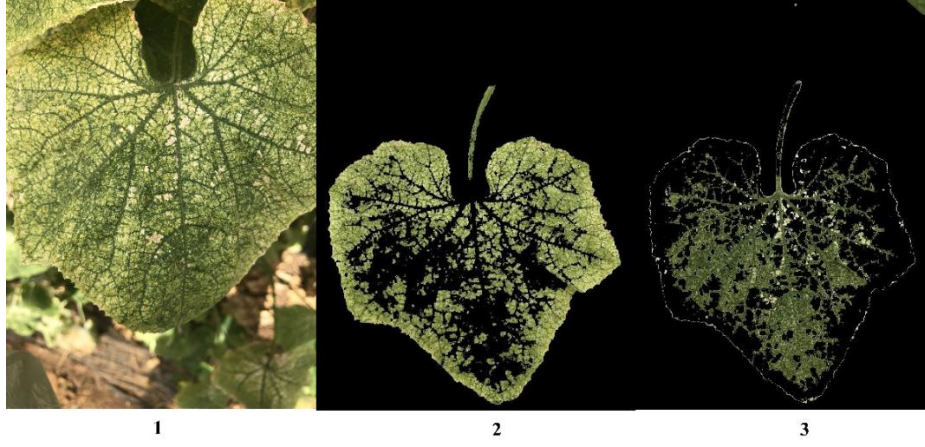
## 7- Görüntü G



Şekil 4.7. Görüntü G (1: orijinal görüntü, 2: kahverengi-sarı segment, 3: yeşil segment)

*Tetranychus urticae* akarının verdiği zarar görsel skalaya göre %71-100 aralığına denk geldiği görülmüştür. Gözlem ile yapılan sayım sonucunda yaprakta 27 adet akar ölçülmüş olup buna karşılık olarak görüntü işlemede zarar oranı %86.73 olarak belirlenmiştir.

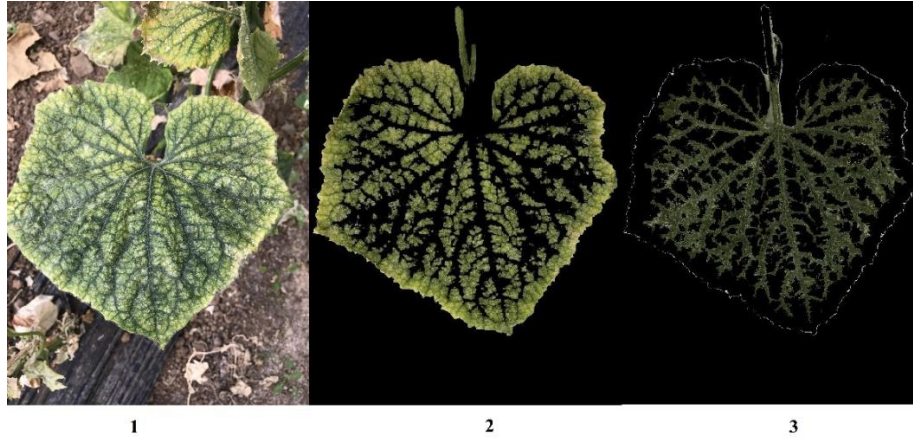
## 8- Görüntü H



Şekil 4.8. Görüntü H (1: orijinal görüntü, 2: kahverengi-sarı segment, 3: yeşil segment)

*Tetranychus urticae* akarının verdiği zarar görsel skalaya göre %71-100 aralığına denk geldiği görülmüştür. Gözlem ile yapılan sayım sonucunda yaprakta 26 adet akar ölçülmüş olup buna karşılık olarak görüntü işlemede zarar oranı %87.76 olarak belirlenmiştir.

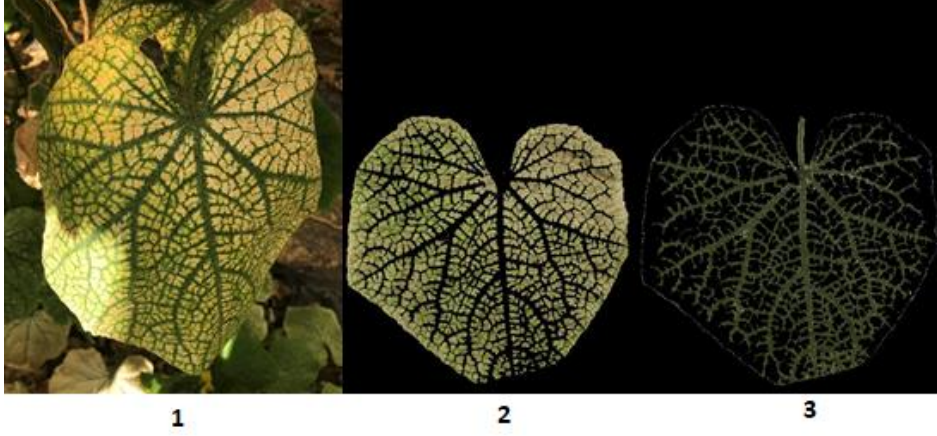
## 9- Görüntü I



Şekil 4.9. Görüntü I (1: orijinal görüntü, 2: kahverengi-sarı segment, 3: yeşil segment)

*Tetranychus urticae* akarının verdiği zarar görsel skalaya göre %71-100 aralığına denk geldiği görülmüştür. Gözlem ile yapılan sayım sonucunda yaprakta 21 adet akar ölçülmüş olup buna karşılık olarak görüntü işlemede zarar oranı %87.87 olarak belirlenmiştir.

## 10- Görüntü J



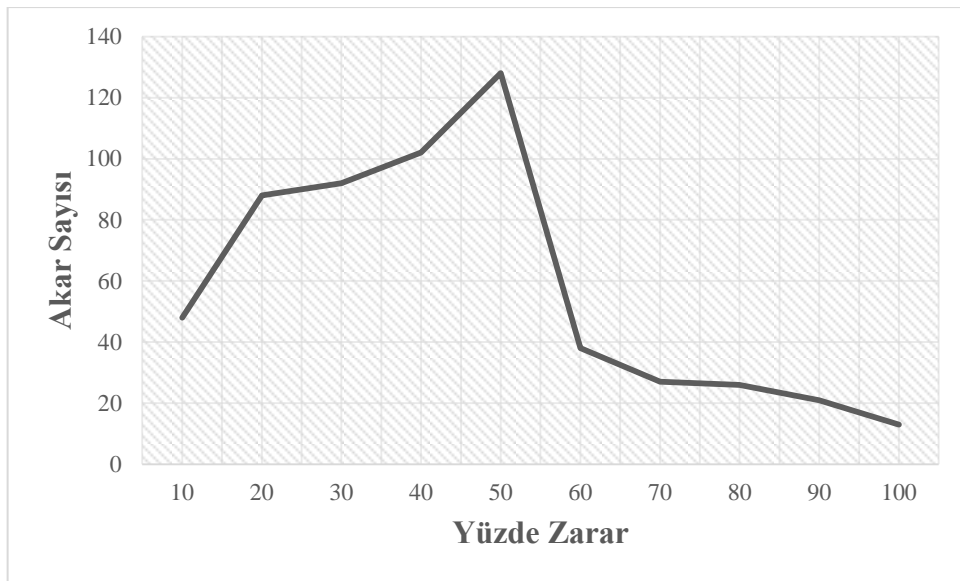
Şekil 4.10. Görüntü J (1: orijinal görüntü, 2: kahverengi-sarı segment, 3: yeşil segment)

*Tetranychus urticae* akarının verdiği zarar görsel skalaya göre %71-100 aralığına denk geldiği görülmüştür. Gözlem ile yapılan sayım sonucunda yaprakta 13 adet akar ölçülmüş olup buna karşılık olarak görüntü işlemede zarar oranı %95.79 olarak belirlenmiştir.

## 5. SONUÇ

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü serasında yapılan platform METAZİ yardımıyla seradan alınan görüntüler geliştirilen görüntü işleme tekniği algoritmalarıyla *Tetranychus Urticae* akarının bulunup bulunmadığı, bu akar türü var ise bitkide hangi ölçüde zarar oluşturduğu tespitini amaçlayan bu çalışmada, deneme alanında bu akar türünün farklı düzeylerde zarar oluşturduğu 10 adet görüntü MATLAB Image Processing Toolbox modülü ile görüntü işleme tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Ölçümü yapılmış olan yapraktaki akar sayısı Şekil 3.21'de oluşturulan skalaya göre karşılaştırılması yapılmıştır.

Belirlenen farklı düzeylerdeki zararların oluşturulan skalaya göre zarar yüzdeleri karşılaştırılmış olup görüntü işleme tekniği ile bulunan zarar düzeyleri oluşturulan skala ile başarılı bir şekilde uyum göstermiştir. Seçilen 10 adet görüntünün görüntü işleme tekniği ile zarar yüzdesi hesaplanmış ve akar sayısı ile birleştirilerek Şekil 5.1 elde edilmiştir. Elde edilen bu grafik ile oluşturulan Şekil 3.22 grafiğindeki çizgiler birbirine yakınlık göstermiştir. En yüksek akar seviyesinin %40 ile %60 arasında olduğunu 2 grafikte göstermiştir. Zararın minimum seviyesinde ve maksimum seviyesinde akar sayısının minimum olduğu görülmektedir.



Şekil 5.1. Görüntü işleme tekniği ile oluşturulan zarar grafiği ve akar sayısı

Çalışmada kullanılan platform METAZİ daha net ve kolay bir şekilde görüntü almayı sağlamıştır. Çalışma sonucunda görüntü işleme tekniği ile zarar yüzdesinin tespiti yapılmış olup ve bu belirlenen net zarar yüzdesine göre zararın başlangıç ve orta safhasında kolayca tespit edilmesi ile zarar yüzdesine göre ilaç uygulamasının yapılabileceğini göstermiştir. Bu çalışma bitkide oluşan zarar tespitini kolaylaştıracağı düşünülmüş olup bu tekniğin genel ilaçlamanın yanı sıra sadece hastalıklı bitkiye ilaçlama yapacak sistemlerin gelişimine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Tasarımı ve imalatı gerçekleştirilen METAZİ isimli Platform, tarla ve sera koşullarında yetiştirilen çok sayıda farklı bitkilerden görüntü almaya uygun şekilde yapılmıştır. Bu şekilde görüntü alınabilmesi için iş genişliği ve yükseklik ayarı yapılmaktadır. Geliştirilmeye açık olarak tasarlanan platformun proje sonrası dönemde gerçek zamanlı tarımsal uygulamalar yapabilecek ve otonom olarak hareket edebilen bir robot haline getirilmesi hedeflenmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Anonim, 2008. Bitki Zararlıları Zirai Mücadele Teknik Talimatları. Cilt 2. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara 64 s.
- Anonim, 2013. Ege İhracatçı Birlikleri. <http://www.egebirlik.org.tr>. Erişim: Şubat, 2013.
- Anonim, 2017. TÜİK verileri. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim Tarihi: 30.04.2018.
- Ağın, O. ve Taner, A., 2015. Determination of Weed Intensity in Wheat Production Using Image Processing Techniques. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 30 (2015) 110-117.
- Akyazı, R. ve Ecevit, O., 2006. Seralarda Kırmızı Örümcekler [*Tetranychus* spp. (Acarina: Tetranychidae)] İle Mücadelede Predatör Akarların Kullanımı. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 2006,21(1):122-131.
- Altaş, Z., 2017. Drone Kullanılarak Görüntü İşleme Tekniği İle Şeker Pancarı Yaprak Lekesi Hastalık (*Cercospora beticola*) Düzeyinin Belirlenmesi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Altas, Z., Ozguven, M.M. ve Yanar, Y., 2018. Determination Of Sugar Beet Leaf Spot Disease Level (*Cercospora beticola* Sacc.) With Image Processing Technique By Using Drone. *Current Investigations In Agriculture And Current Research*, 5(3), 621-631., Doi: 10.32474/CIACR.2018.05.000214 (Yayın No: 4505398).
- Altaş Z, Özgüven M,M. ve Yanar, Y., 2019. Bitki Hastalık ve Zararlı Düzeylerinin Belirlenmesinde Görüntü İşleme Tekniklerinin Kullanımı: Şeker Pancarı Yaprak Leke Hastalığı Örneği. *International Erciyes Agriculture, Animal Food Sciences Conference 24-27 April 2019 - Erciyes University - Kayseri/Turkiye (Tam Metin Bildiri)* (Yayın No:5023188).
- Bock, C.H., Poole, G.H., Parker, P.E. ve Gottwald T.R., 2010. Plant Disease Severity Estimated Visually, By Digital Photography And Image Analysis, And By Hyperspectral Imaging. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 29(2):59–107.
- Çağlar, M., 2017. İki Noktalı Kırmızı Örümcek [*Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae)] Ağının Yapısal Karakterizasyonu. *Erzincan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Erzincan*.
- Fasulo, T.R., 2000. DPI Entomology Circular 89, University of Florida, and H.A. Denmark (retired), Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, EENY-150.
- Fernandez, R., Montes, H., Surdilovic, J., Surdilovic, D., De Santos, P.G. ve Armada, M., 2018. Automatic Detection of Field-Grown Cucumbers for Robotic Harvesting. *IEEE Access*, Vol. 6, 10.1109/ACCESS.2018.2851376.
- Gerson, U. ve Weintraub, P.G., 2007. Mites of the control of pests in protected cultivation. *Pest. Manag. Sci.* 63, 658-676.
- Green, R.H., Butcher, M.R., Penman D.R. ve Scott, R.R., 1987. Population dynamics of two-spotted spider mites in multiple year strawberry crops in Canterbury. *New Zealand Journal of Zoology*, 14(4): 509-517.
- Gonzalez, R.C., Woods, R.E. ve Eddins, S.L. 2004. *Digital image processing using Matlab*. Dorling Kindersley, 2004.

- Gonzelez, R.C. ve Woods, R.E., 2008. Digital Image Processing, Pearson Prentice Hall, U.S.A., ISBN: 0-13-168728-8.
- Helle, W. ve Sabelis, M.W., 1985. Spider Mites. Their Biology, Natural Enemies and Control, vol. 1A. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Hoy, M.A. 2011. Agricultural Acarology: Introduction to Integrated Mite Management. CRC Press, Boca Raton, FL USA.
- Hs, K., Hebbar, R., Patil, A.R., Kamble, D., Vinod, P.V., Amrutha, R. ve S, A.S., 2018. AgRobots (A Combination of Image Processing and Data Analytics for Precision Pesticide Use). IEEE DOI 10.1109/ICDI3C.2018.00020. 2018 International Conference on Design Innovations for 3Cs Compute Communicate Control.
- Hussey, N.W. ve Parr, W.J., 1963. The effect of glasshouse red spider mite (*Tetranychus urticae*, Koch) on the yield of cucumbers. J. Hort. Sci. 38,255-263.
- Islam, T., Sah, M., Baral, S. ve RoyChoudhury, R., 2018. A Faster Technique on Rice Disease Detection Using Image Processing of Affected Area in Agro-Field. IEEE Xplore, ISBN:978-1-5386-1974-2. Proceedings of the 2nd International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies (ICICCT 2018).
- Khojastehnazhand, M., Mohammadi, V. ve Minaei, S., 2019. Maturity Detection and Volume Estimation of Apricot Using Image Processing Technique. Scientia Horticulturae 251 (2019) 247–251.
- Kim, D.H., Lee, K.H., Choi, C.H., Choi, T.H. ve Kim, Y.J., 2018. Development of Real-Time Onion Disease Monitoring System Using Image Acquisition. Front. Agr. Sci. Eng. 2018, 5(4): 469–474.
- Mothes, U. ve Seitz, K.A., 1982. Fine structural alterations of bean plant leaves by feeding injury of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae).Acarology 23, 149–157.
- Oatman, E.R., Sances, F.V., LaPr'e, L.F., Toscano, N.C. ve Voth, V. 1982. Effects of different infestation levels of the two-spotted spider mite on strawberry yield in winter plantings in southern California. J. Econ. Entomol. 75: 94–96.
- Pagona, P.S., Ragusa Di Chiara S. ve Tsolakis, C.H., 1994. Phytophagous mites and their predators observed on cultivated plants in Greece during 1975-1990. Annls Inst. Phytopathol. Benaki, (N.S.), 17: 35-87.
- Silva, G.R., Escarpinati, M.C., Abdala, D.D. ve Souza, I.R., 2017. Definition of Management Zones Through Image Processing for Precision Agriculture. IEEE, DOI 10.1109/WVC.2017.00033.
- Singh, V. ve Misra, A.K., 2017. Detection Of Plant Leaf Diseases Using Image Segmentation And Soft Computing Techniques. Information Processing In Agriculture 4 (2017) 41–49.
- Solak, S. ve Altınışık, U., 2018. Görüntü İşleme Teknikleri ve Kümeleme Yöntemleri Kullanılarak Fındık Meyvesinin Tespit ve Sınıflandırılması. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22 (1), 56~65, 2018.
- Tomczyk, A. ve Kropczyńska, D., 1985. Effects on the host plants. In: Helle,W., Sabelis, M.W. (Eds.), Spider Mites, Their Biology, Natural Enemies and Control, vol. 1B. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 317–327.
- TÜİK, 2018. Bitkisel Üretim İstatistikleri. ([http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001).) (Erişim tarihi:05.05.2018).



- Wyman, J.A., Oatman, E.R. ve Voth, V., 1979. Effects of varying twospotted spider mite infestation levels on strawberry yield. *J. Econ. Entomol.* 72: 747–753.
- Ye, H., Liu, C. ve Niu P., 2018. Cucumber Appearance Quality Detection Under Complex Background Based on Image Processing. *International Journal of Agricultural & Biological Engineering*, 2018; 11(4): 193–199.



## 7. ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Tahsin UYGUN  
Doğum Yeri ve Yılı : Samsun/ 1993  
Yabancı Dili : İngilizce  
Medeni Hali : Bekar  
e-mail : sahin\_uygun@hotmail.de

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı	2019
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü	2016
Lise	Karşıyaka Anadolu Lisesi	2011