

T.C.
MALTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ İLE
ZİRAİ TUZAKLARDAKİ BÖCEK ADEDİ
TESPİTİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mustafa YILMAZ

131402102

Danışman Öğretim Üyesi

Doç. Dr. Şenol Zafer ERDOĞAN

İSTANBUL, Eylül 2016

T.C.
MALTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ İLE
ZİRAİ TUZAKLARDAKİ BÖCEK ADEDİ
TESPİTİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mustafa YILMAZ

131402102

Danışman Öğretim Üyesi

Doç. Dr. Şenol Zafer ERDOĞAN

İSTANBUL, Eylül 2016

T.C. Maltepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

30.09.2016 tarihinde tezinin savunmasını yapan Mustafa YILMAZ ait "Görüntü İşleme Teknikleriyle Ziraî Tuzaklardaki Böcek Adedi Tespiti" başlıklı çalışma, Jürimiz tarafından Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Bilgisayar Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programında Yüksek Lisans Tezi Olarak **Oy Birliği/Oy Çokluğuyla** Kabul Edilmiştir.



Doç. Dr. Şenol Zafer ERDOĞAN
(Üye/Danışman)



Yrd. Doç. Dr. Selim BAYRAKLI
(Üye)



Yrd. Doç. Dr. Erdal GÜVENOĞLU
(Üye)

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında Görüntü İşleme Teknikleri İle Böcek Adedi Tespiti incelenmiştir. Tuzağın içine sabitlenen özel bir düzenek sayesinde uzaktan böcek adedi tespiti yapılmak istenmiştir.

Öncelikle tez konusunu seçerken isteklerimi göz önünde bulundurup bana yardımcı olan tez danışmanım Doç. Dr. Şenol Zafer ERDOĞAN'a teşekkürlerimi sunarım. Bu zorlu tez sürecinde benden desteğini bir an için bile esirgemeyen değerli arkadaşım Yasin YENER'e, tüm eğitim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen her zaman yanımda olan sevgili aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Eylül 2016

Mustafa YILMAZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi, Görüntü İşleme Teknikleri İle Böcek Adedi Tespiti, T.C. Maltepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı.

Bu tez çalışmasında görüntü işleme tekniklerinden yararlanılarak zirai tuzaklarda yakalanan böceklerin adedinin tespiti yapılmaktadır. Ortaya konulan sistem içerisinde mini bir bilgisayar yerleştirilmekte ve o bilgisayara kamera bağlantısı sağlanarak tuzağın fotoğrafının çekilmesi gerçekleştirilir. Çekilen fotoğraflar tanımlanacak belirli saatlerde bağlı ağ ile FTP sunucuya iletilmektedir. İletim gerçekleştirildikten sonra FTP sunucudan alınan görüntü üzerinde görüntü işleme teknikleri kullanılarak tuzakta yakalanan böcek adedi tespitinin yapılması sağlanmaktadır. Görüntü işleme tekniklerinin uygulanması için MATLAB yazılımı kullanılmaktadır.

İlgili kişiler FTP sunucudan aldıkları bu görüntüleri inceledikten sonra levha üzerinde yapışan böcek sayısı artmış ise düzeneği yenileyerek tekrar böcek yakalama işlemine devam etmektedirler.

Anahtar Kelimeler: Görüntü İşleme, böcek sayma, nesne tespiti, zirai mücadele, nesnelere interneti

ABSTRACT

Master Thesis, Image Processing Techniques with Identify of Number of Insect, T. C. Maltepe University, Institute of Science, Computer Engineering Department.

Identify of the number of insects caught in agricultural traps is done by using of image processing techniques. A minicomputer is placed inside to disclosed system and ensuring that the camera connection to the computer and photograph of the trap is taken. The captured images are transmitted to the FTP server will be defined by specific hours depending on the network. After transmission is realized on the image which was taken from FTP server making a determination of the number of insects caught in traps are provided by using image processing techniques. MATLAB software is used for the application of image processing techniques.

The persons concerned after examining the images received from the FTP server. If the number of insects on the adhesive disc was increased, the trap is renewed and continue the process to catch insects.

Key Words: Image processing, count insect, detect object, pest eradication, internet of things

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER TABOLOSU	v
ÇİZELGELER TABLOSU.....	vi
1. GİRİŞ	1
2. NESNELERİN İNTERNETİ VE UYGULAMA ALANLARI.....	8
2.1 Nesnelerin İnterneti.....	8
2.2 Nesnelerin İnternetinin Kullanım Alanları.....	10
3. GÖRÜNTÜ İŞLEME.....	16
3.1. Görüntü.....	16
3.2. Görüntü Türleri.....	16
3.2.1. İkili (Binary) Görüntü	16
3.2.2. Gri Seviyeli Görüntüler	17
3.2.3. Renkli Görüntüler	18
3.3. Görüntü İşleme	18
3.4. Görüntü İşleme Teknikleri.....	19
3.5. Görüntü İşlemenin Kullanıldığı Alanlar	20
4. GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ	21
4.1. Görüntünün Griye Çevrilmesi	21
4.2. Görüntü Eşikleme (Thresholding).....	22
4.3. Gürültü Giderme	23
4.3.1. Ortalama Filtreleme	24
4.3.2. Median Filtreleme.....	25
4.4. Morfolojik İşlemler	26
4.4.1. Yayma	27
4.4.2. Aşındırma	28
4.4.3. Boşluk Doldurma	29
4.5. Görüntü Üzerindeki Nesnelerin Sayılması	30
5. KULANILAN MATERYALLER.....	32
5.1. Zirai Tuzaklardaki Böcek Adedi Tespiti Sistemi Mimarisi.....	32
5.1.1. Raspberry Pi 3 Mini Bilgisayar Donanımı.....	33
5.1.2. Raspberry Pi Kamera	35
5.1.3. Tuzağın Yapısı	36
5.1.4. MATLAB Programı.....	37
5.1.4.1. MATLAB'ın Avantajları.....	38
5.1.4.2. MATLAB'da Genel Görüntü İşleme Komutları.....	39
5.1.5 Dosya Transfer Protokolü (File Transfer Protocol – FTP).....	40
6. GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ İLE BÖCEK ADEDİ TESPİTİ.....	41
7. SONUÇ.....	48
KAYNAKLAR.....	49
ÖZGEÇMİŞ	53

ŞEKİLLER TABLOSU

Şekil 1.1 Pirinç zararlılarını tespit etme ve ayırt etmek için kurulan sistem.....	3
Şekil 1.2 Referans resim ve input resimin farklarının gösterilmesi.....	3
Şekil 1.3 Sensör sistem mimarisi.....	4
Şekil 1.4 Saha sunucusu, görüntü işleme kullanılarak böcek sayımının mimarisi.....	6
Şekil 2.1 Nesnelerin İnterneti.....	9
Şekil 2.2 Trafik yoğunluğu.....	11
Şekil 2.3 Akıllı Çöp kutusu.....	12
Şekil 2.4 Örnek klima.....	12
Şekil 2.5 Örnek bir kontrol sistemi.....	13
Şekil 2.6 Örnek bir böcek yakalama tuzağı.....	14
Şekil 2.7 Akıllı bilekliler.....	15
Şekil 2.8 Akıllı saatler.....	15
Şekil 3.1 İkili (Binary)Örnek Görüntü.....	17
Şekil 3.2 Gri Seviyeli Örnek Görüntü.....	17
Şekil 3.3 Renkli Örnek Görüntü.....	18
Şekil 3.4 Görüntü İşleme Teknikleri Şeması.....	20
Şekil 4.1 Orjinal görüntü ve gri seviyeli görüntü.....	22
Şekil 4.2 Görüntü Eşikleme Uygulama Sonucu.....	23
Şekil 4.3 Örnek gürültülü görüntünün piksel değerleri.....	24
Şekil 4.4 Örnek gürültülü görüntünün piksel değerleri.....	25
Şekil 4.5 Median filtre uygulama sonuçları	26
Şekil 4.6 Örnek bir yapı elemanı.....	27
Şekil 4.7 Yayma İşlemi Uygulama Sonuçları	28
Şekil 4.8 Örnek bir yapı elemanı	28
Şekil 4.9 Aşındırma İşlemi Uygulama Sonuçları.....	29
Şekil 4.10 Boşluk Doldurma İşlemi Uygulama Sonuçları.....	30
Şekil 4.11 Nesnelere sayılan görüntü	31
Şekil 5.1 Sistem Mimarisi.....	33
Şekil 5.2 Raspberry Pi 3.....	34
Şekil 5.3 Raspberry Pi Kamera.....	35
Şekil 5.4 Örnek delta tipi tuzak.....	37
Şekil 6.1 Sistemin Block diagramı.....	41

ÇİZELGELER

Tablo 5.1 Raspberry Pi 3 Donanım Özellikleri	34
Tablo 5.2 Raspberry Pi Kamera Kodları ve Açıklamaları	35
Tablo 5.3 Raspberry Kamera Donanım Özellikleri	36
Tablo 6.1 Üç farklı örnek görüntünün 6 adımda böcek adedi tespiti.....	43
Tablo 6.2 Görüntülerin değer tablosu	46



1.GİRİŞ

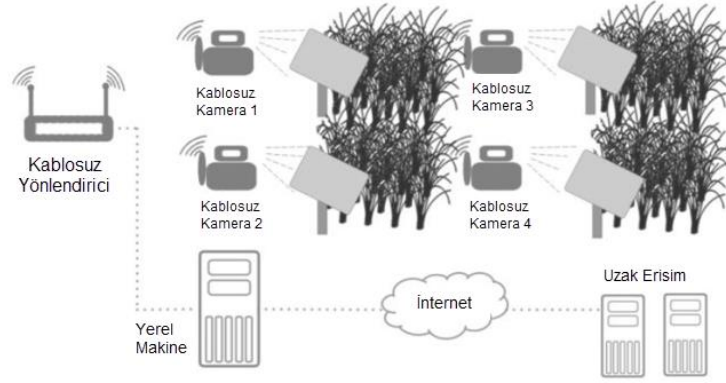
Doğada bulunan canlı türlerinin büyük bir bölümü böceklerden oluşmaktadır. Böcekler dünyanın dört bir yanında, hemen her bölgede yaşamayı başarabilmiş canlılardır. Ekosistemde yeri olan bu canlılar hayatlarını sürdürebilmek için beslenmek zorundadırlar. Aynı zamanda besin piramidinin dengesini de korurlar. Böceklerin yaşam alanları denildiğinde ilk aklımıza yeşil alanlar (tarlalar, bahçeler, seralar vb.) ve çöplükler gelse de fabrikalar, yemekhaneler, alışveriş merkezleri, restoranlar gibi birçok yerlerde de yaşamaktadırlar. Böcekler genellikle bitki özlerini, hayvanların kanlarını emerek beslenirler. Bunun yanında odun, tahta, mantar ve kumaş yiyenlerde bulunmaktadır. Bazı böcek türleri doğada yetişen yaban otlarını sömürerek meyve, sebze ve bahçe çiçeklerinin büyümesine fayda sağlamaktadırlar. Yine bir başka tür böceklerde ekinlere zarar veren böcekleri yiyerek ekinlerin yetişmesine katkı sağlamaktadırlar.

Böceklerin mahsullere zararlarının engellenmesi için böcekler ile mücadele edilmektedir. Böcekler ile mücadele zirai mücadelenin bir parçasıdır. Bitkisel üretimi sınırlayan hastalık, zararlı ve yabancı otların zararından bitkileri korumak, bu yolla tarımsal üretimi artırmak ve kalitesini yükseltmek amacıyla yapılan tüm işlemlere bitki koruma ya da başka bir deyişle zirai mücadele denir [1]. Bitki korumada doğal dengeyi bozmadan hastalık, zararlı ve yabancı ot yoğunluğunu mümkün olduğunca uzun süre ürün kayıplarına neden olmayacak şekilde, ekonomik zarar düzeyinin altında tutmak temel ilkedir. Bu nedenle, mücadelede doğal dengeyi bozmadan ve herhangi bir girdi kullanmadan zararlı organizmaların bulaşmalarını, çoğalmalarını ve zarar oluşturmasını önleyen yöntemler öncelikle uygulanmalıdır [1]. Zirai mücadelede böcekler ile savaşmak için biyoteknik yöntemler kullanılmaktadır. Zararlıların yaşayışı ve davranışları üzerine etkili olan bazı doğal veya yapay maddeler kullanarak zararlıların normal davranış özellikleri bozulmak suretiyle uygulanan yöntemlere biyoteknik yöntemler denir. Bu amaçla, bazı doğal ve sentetik bileşiklerden yararlanılır. Bunlardan en fazla kullanılanı feromonlardır. Zararlıların yoğunluklarını izleyip mücadeleye karar vermede kullanılır. Bunun için geliştirilmiş tuzaklardan

yararlanılır. Örneğin, elma içkurdu, erik içkurdu, doğu meyve güvesi, salkım güvesi, mısır kurdu, yaprak büken gibi zararlılara karşı yurdumuzda dâhil olmak üzere, birçok ülkede kullanılmaktadır [2]. Bitki zararlısı böceklerle mücadelede bu zararlıların erginlerinin doğaya çıkış zamanının belirlenmesinde renk, şekil, koku vb. böceklerin dikkatini çekecek bir ya da birden fazla özelliği bulunan özel olarak tasarlanmış yakalayıcı araçlara tuzak denir. Zararlılara karşı kullanılan tuzaklar genellikle besin, görsel, feromon, ışık ve su tuzakları olarak 5 grupta sınıflandırılırlar [3]. Çeşitli tipte tuzaklar bulunmaktadır. Bu tuzaklardan kullanılanlardan biriside delta tipi tuzaktır. Bu tuzak üçgen şeklindedir. Karton, plastik vb. maddenin üçgen şeklinde katlanarak bir tel yardımı ile bir yere asılmaktadır. Bu üçgen kartonun tabanına levha yerleştirilir ve levhanın üzerine yapıştırıcı sürülür ve bu levhanın üzerine feromonlar konulur. Feromon; yaydığı koku sayesinde böcekleri tuzağın içine çekmektedir. Tuzağın içine gelen böcek levhaya yapışarak yakalanmaktadır. Tuzağın içindeki levhanın dolup dolmadığının kontrolünün yapılması şayet dolduysa temizlenmesi gerekmektedir.

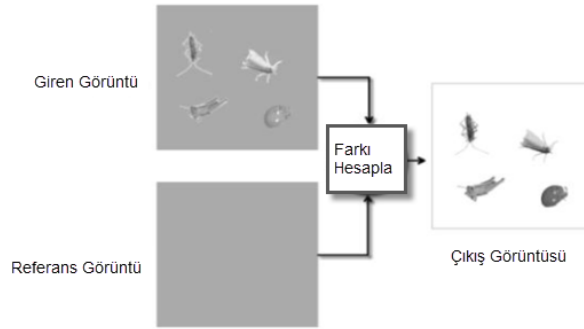
Filipinler’de yapılan bir çalışmada; pirinç tarlalarında tespit edilen zararlılar tarımda yaşanan önemli bir sorun olmaktadır. Bu nedenle böcek zehiri kullanımı en aza indirilerek zararlı istilaları ile savaşmak için etkili önlemler geliştirilmiştir. Görüntü analizi teknikleri yaygın olarak tarım bilimine uygulanmaktadır ve ürünlerin korunması için maksimum koruma sağlamaktadır. Zararlı istilası kontrolü insan gücüne bağlıdır. Ancak insan gücünü ve hatalarını minimize etmek için otomatik kontrol sistemi geliştirilmiştir. Çalışmada; pirinç tarlalarında zararlı böcek yoğunluğunun tahmin edilmesi için otomatik ayırt etme ve tespit etme sistemi kurularak böcek zararlılarının tespitini ve ayırt edilmesini farklı görüntü işleme teknikleri kullanılarak çalışma yapılmıştır.

Sistem içinde doğaya sabitlenen kablosuz kameralar sayesinde alınan görüntünün analizi yapılarak böcekler ayırt edilmekte ve tespit edilmektedir. Şekil 1.1’de pirinç zararlıların tespiti ve ayırt edilmesi için kurulan sistem gösterilmektedir.



Şekil 1.1 Piriñ zararlılarını tespit etme ve ayırt etmek için kurulan sistem[4]

Görüntü analizi için referans resim ve girdi(input) resim olmak üzere iki ayrı resim kullanılmaktadır. Referans resim ile girdi resmin pikselleri karşılaştırma yapılarak bir çıktı (output) resim ortaya çıkartılır. Çıktı resim üzerinden böcekleri tespit etme işlemi yapılır. Karşılaştırma yapılan iki görüntünün piksel değeri farklı ise girdi görüntünün piksel değerini çıktı görüntü olarak çıkartılır, aynı ise 255 piksel değeri verilir. Şekil 1.2’de referans resim ve girdi resim farkını göstermektedir.

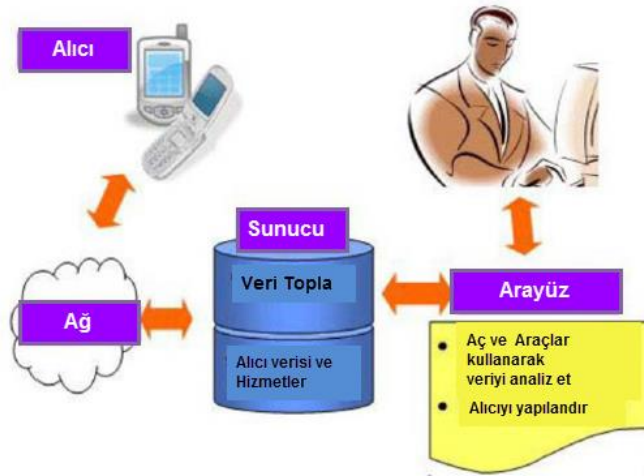


Şekil 1.2 Referans resim ve girdi resmin farklarının gösterilmesi [4]

Tespit edilen zararlıların görüntüden ayıklanması için girdi görüntünün görüntü piksel değerleri, görüntüdeki her böceğin koordinatlarını belirlemek için hem yatay hem dikey olarak taranır. İlk olarak, çıktı görüntünün ilk x yönünde başladığı pikseller yatay taranır, sonra piksel değerleri ilgili sütunlara toplanır. X yönünde koordinat değeri bir arttırılır ve sonraki sütunda toplam piksel değeri hesaplanır. Bu işlem x yönünde son değere ulaşana kadar tekrarlanır. Sonuç olarak her bir sütunun

toplam piksel değerleri hesaplanmıştır. Bir nesnenin x koordinatı başladığında veya bittiğinde her bir toplam değeri belirli bir eşik değeri ile kıyaslanır. İkinci olarak aynı işlem y yönündeki pikseller için yapılacaktır. Tarama işleme sonunda böcek ayıklama işlemi tamamlanmış olacaktır. Deney sonuçları öngörülen sistemin pirinç tarlalarında zararlı tespitinin basit, etkili ve hızlı çözümlerini sağladığını göstermiştir [4].

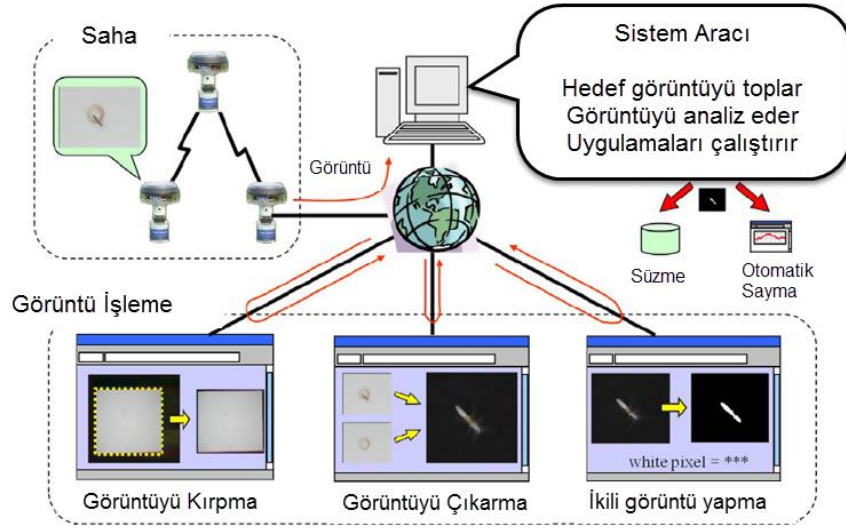
Hindistan'da yapılan başka bir çalışmada; kablosuz sensör ağ kullanılarak zararlı böcek popülasyonunun kontrolünü sağlayan bir sistem üzerinde çalışılmıştır. Mahsulleri korumada zararlı böcek nüfusunu izleme büyük bir sorun olmaktadır. Çiftliklerde yapışkan tuzaklar içinde bulunan zararlılar sürekli çiftçiler tarafından kontrol edilmektedir. Ancak geniş arazilerde tuzakların kontrol edilmesi çiftçiler için uğraştırıcı ve zaman almaktadır. Kontrol işlemini otomatik yapabilen fiyatı uygun bir sisteme sahip olmak çiftçiler için büyük bir avantaj sağlayacaktır. Araştırmada kontrol işlemini görebilecek bir sistem üzerinde çalışılmıştır. Sistem; bir kablosuz sensör ağ üzerinden işletilen görüntüleme cihazına bağlıdır. Bu ağ; tuzak görüntülerini uzak bir masaüstüne otomatik olarak iletmektedir. Uzak masaüstü farklı çiftlik alanlarında bulunan böcek yoğunluğu gelişimini değerlendirir. Eğer böcek yoğunluğu eşik değerini aşmışsa alarm üretir. Ağ mimarisi; bilgisayar içinde bir ana düğüm (master node) ve bir bölüm istemci düğümden (client node) oluşmaktadır ve hareket alanları içinde yayılmaktadır. Ana düğüm; açı koordine eder ve yakalanan resimleri istemci düğümlerden alır. Düğümler birbirleri ile zigbee alıcı kullanarak iletişim kurabilirler. İlgili bilgilerin haşere olabileceğini mesaj veya çağrı yolu ile çiftçiye göndermektedirler. şekil 1.3'de sensör sisteminin mimarisi gösterilmektedir.



şekil 1.3 Sensör sistemi mimarisi[5]

Japonya’da yapılan bir çalışmada; uzak yerlerde bulunan feromon tuzakların etkili böcek sayımlarını gerçekleştirmek için saha sunucularının bir sensör ağ sistemine dayalı uzaktan izleme ve görüntü işleme sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem pirinçlere zarar veren *Leptocorisa Chinensis* böcek türünün oluşumunu izlemek ve sayısını bulmak için istihdam edilmiştir. Yüksek çözünürlük sayısal kamera ile saha sunucusu feromon tuzağın yakınına yerleştirilir. Görüntü verileri ve sıcaklık gibi diğer izleme verileri her beş dakikada bir kablosuz LAN ve internet üzerinden gönderilir. Yaklaşık 7,5 km uzakta bulunan uzaktan saha sunucusu yönetim sistemi; verileri toplar ve böcek sayımında yararlı bilgi sağlamak için verileri analiz eder. Uzaktan yönetim sistemine görüntü işleme modülü uygulanarak böcek türünün sayılmasını desteklemek için arka plan farkı tekniğine dayalı bir görüntü analizi algoritması geliştirilmiştir. Görüntü işleme modülü görüntü kırpma, nesne çıkarma ve nesneyi ikili(binary) görüntüye çevirme olmak üzere üç fonksiyondan oluşmaktadır. Bu sistemi kullanarak görüntü analizi için iki metot önerilmiştir [6].

Birinci yöntem; hedeflenen böceklerin bulunmadığı gereksiz görüntü verilerini filtrelemektir. Bunun için toplanan görüntü verisi ve referans görüntü verisi arasındaki fark hesaplanır. Toplam piksellerin sayısı eşik değerinden büyüktür. Eşik değeri, filtre için kullanılan beyaz piksellerin sayısıdır. Bu yöntemin %89,1 oranında doğruluk ortalaması olduğu görülmüştür. Bu yöntemi kullanarak, harcanan zaman % 85 oranında azaltılabilir. İkinci yöntem ise sayma işini azaltmak için düşük gürültülü bir kısım alanı kullanarak otomatik son üyenin sayısını tahmin ediyor. Bu metot ile ilk metot kullanılarak görüntü analizi yapılmıştır. Beyaz piksellerin sayısı kullanılarak son üyenin tüm sayısı tahmin edilmiştir ve bir piksel değeri bir uç üyeye eşittir. Bu yöntemin sonuçları el sayımı ile elde edilen sonuçlarla oldukça yakın gelmektedir. Günlük kesişim katsayısı oranı 0.974’dür. Saatlik oran ise 0.916’dır. Şekil 1.4’de Saha sunucusu ve görüntü işleme kullanılarak böcek sayımı mimarisi gösterilmektedir [6].



Şekil 1.4 Saha sunucusu, görüntü işleme kullanılarak böcek sayımının mimarisi[6]

Bu tez çalışmasında tuzağın içine kurulan bir düzenek ile levhanın üzerine yapışan böceklerin uzaktan tespiti ve adedini tam olarak bulmaya yarayan bir sistem önerisi yapılmıştır. Sistem içerisinde mini bilgisayar, kamera ve iletişim modülü bileşenleri yer almaktadır. Kamera belirli saatler aralığında levhanın fotoğrafını çekerek mini bilgisayar sayesinde görüntüleri FTP sunucuya gönderir. Görüntüler üzerinde MATLAB programında yazılmış görüntü işleme teknikleri kullanılarak böcek tespiti ve adedi bulunur. MATLAB’da bulunan sonuç ile çıplak gözle sayılan sonuç arasında karşılaştırma yapılarak tam sonuca varılması amaçlanmaktadır.

Tuzağın içinde kullanılan donanımda mini bilgisayar olarak Raspberry ve işletim sistemi olarak Raspian işletim sistemi kullanılmaktadır. Bu mini bilgisayar kredi kartı büyüklüğünde olup üzerinde USB portları, HDMI portları, Ethernet portu, SD kart girişi, ses çıkışı gibi bir bilgisayarda olan hemen hemen her giriş çıkışa sahiptir. Üzerinde Raspberry’nin kendi kamerası kullanılmıştır. Kamera ile çekilen görüntüler belirli saatler ile FTP sunucuya iletilip burada depolanmaktadır. FTP sunucudan alınan görüntünün MATLAB programında analizi yapılmaktadır. MATLAB programı görüntü işleme çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

MATLAB'ın diğer geliştiricilere göre en önemli farkı tek satırla işlemin yapılabilmiş olmasıdır. Diğer geliştirme ortamlarında bu işlemler daha fazla kod satırı ile yapılmaktadır. MATLAB bu fazla satırları birleştirerek tek bir fonksiyon haline getirmiştir. Böylelikle kullanıcıya hem kolaylık hem de zamandan tasarruf sağlamaktadır. MATLAB programında görüntü üzerinde görüntü işleme teknikleri kullanarak analiz yapılmaktadır. Bu tez çalışmasında böcek analizi için görüntü işlemenin görüntüyü gri yapma, ikili görüntüye çevirme, boşlukları doldurma, morfolojik işlemler, gürültüleri giderme ve kenarları belirleme metotlarından yararlanılmıştır.

Böcek analizi için öncelikle görüntü MATLAB'a yüklenir. İkinci adım olarak görüntü gri seviyeye ve sonrasında ikili görüntüye çevrilir. İkili görüntüye çevirmenin amacı görüntü üzerinde nesnelerin arka plandan ayrılmasını sağlamaktır. Araştırmada arka plan siyah, böcekler ise beyaz olarak ayrılacaktır. Bu ayrılma esnasında görüntü gürültüler meydana gelebilmektedir. Gürültü küçük küçük siyah ya da beyaz noktalardan oluşabilmektedir. Doğru analiz açısından bu gürültülerin giderilmesi gerekmektedir. İkili görüntüye çevrilme esnasında nesneler üzerinde boşluklarda meydana gelebilmektedir. Bu nesnelerin ayrı bir nesne gibi görülmemesi için nesnelerin üzeri doldurulur. Eğer yapışık nesneler varsa aşındırma ve yayma işlemi sayesinde bu yapışkan nesneler birbirinden ayrılır. Yayma işlemi görüntü üzerindeki objelerin görüntü işleme tekniklerinden sonra objelerin kalınlaşmasıdır. Yayma işleminden sonra objelerin birbirine yapıştığı görülebilir. Aşındırma işlemi ise yaymanın tam tersidir. Görüntü zerindeki objelerin aşındırma işlemi uygulandıktan sonra objelerin incelmesi işlemidir. Bu işlem sonrasında yapışık objelerin birbirinden ayrıldığı gözlemlenmektedir. Tüm bu işlemlerden sonra artık temiz görüntü elde edilmiştir. Bu temiz görüntü üzerinde ki nesneler kenar belirleme fonksiyonu ile nesneler tespit edilir ve adedi bulunur.

2. NESNELERİN İNTERNETİ VE UYGULAMA ALANLARI

Nesnelerin interneti, nesnelerin gerekli altyapıları çalışmalarını sağlandıktan sonra akıllandırılma işlemidir. Nesnelerin interneti teknolojisi insanların yaşamlarına kolaylıklar sağlamaktadır. Bu teknoloji sağlık, ulaşım, güvenlik, ev sistemleri gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

2.1. Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin İnternet'i (Internet of Things, kısaca IoT), fiziksel nesnelerin birbirleriyle veya daha büyük sistemlerle bağlantılı olduğu iletişim ağıdır. Nesnelerin tekil anahtar (unique identifier) ile işaretlenerek internet altyapısı üzerinden birlikte çalışabilmesi ve bu sayede küçük parçaların toplamından daha büyük değerler oluşturulması öngörülmüştür. Nesnelerin İnternet'i açısından, nesne kavramı oldukça geniş bir anlama sahiptir. Her türlü izleme cihazları, sensörler, biochipler veya erişim düzenekleri nesne olarak nitelendirilmektedir. Bir cihazın "akıllı" sayılabilmesi ve nesne olarak nitelendirilebilmesi için gerekli şartlar: Tekil bir isme sahip olması (unique id), bağlanılabilir olması ve bir sensörü olmasıdır. Bu sayede, akıllı nesne dünyanın herhangi bir yerinden erişilebilir ve kontrol edilebilir hale gelmektedir [7].

Nesnelerin İnterneti kavramı ilk kez 1999 yılında Kevin Ashton tarafından Procter & Gamble şirketi için hazırlanan bir sunumda kullanıldı. Bu sunumda şirketin tedarik zincirinde RFID teknolojisi uygulamasının firmaya faydaları sıralanmakta ve kullanımı önerilmekteydi. Daha sonraki yıllarda gelişen teknolojiler sayesinde milyarlarca insanın bilgisayarlar ya da taşınabilir mobil araçlarla internete bağlanmalarını sağlamıştır. Bu aşamadan sonra beklenen büyük adım birbirlerine bağlı bilgisayarların, birbirlerine bağlı nesneler ile bilgi alışverişi yapmasıdır. Arabalardan kitaplara, elektrikli aletlerden yiyeceklere, buzdolaplarından su ısıtıcılarına, akıllı binalardan ayakkabılara kadar aklınıza gelebilecek tüm nesnelerin birbiri ile bağlanmaları gelecekte bizleri bekleyen bir gelişme olacaktır [8].

Bu teknolojinin ileride çok büyük bir pazar haline geleceği düşünölmektedir. Bu yüzden Apple, Google, Microsoft gibi birçok büyük firma nesnelerin interneti teknolojisine dikkat çekmektedirler. Gelecekte bu teknolojinin yaygınlaşabileceği ve her objeye kendi düşünöbilme yetisinin verilebileceği düşünölmektedir. Nesnelerin interneti teknolojisi sayesinde nesnelere akıllandırma ve uzaktan kontrol edebilme çalışılmaktadır.

Genelde kullanıcı odaklı, merkezinde insanın olduğu teknolojiler geliştirilmekteydi. Artık nesnelerin kendi kendini yönetebilmesi ya da uzaktan yönetilebilmesini sağlayan teknolojilere yönelim başlanmıştır. Nesnelerin interneti teknolojisi sayesinde küresel anlamda bir tasarrufta söz konusudur. Nesnelerin interneti hayatımıza kolaylıklar sağlamaktadır.

Araştırmada geliştirici kart olarak kullanılan Raspberry'nin nesne olarak görölen tuzağın içine yerleştirelerek akıllı tuzak haline getirilmesine olanak sağlayan bir sistem gerçekleştirilmiştir. Raspberry sayesinde tuzaktan alınan veriler kullanıcıya ulaştıktan sonra kullanıcı verilerin analizini yapabilmektedir. Şekil 2.1'de nesnelerin birbirleri ile olan iletişimi gösterilmektedir.



Şekil 2.1 Nesnelerin İnterneti [9]

Nesnelerin interneti machine to machine (M2M) teknolojisi imalat sektöründe de kullanılmaktadır. Machine to Machine terimi makinelerin birbirleri arasında bir insana gerek kalmadan haberleşmelerinin sağlanması ve bu haberleşme esnasında alınan verilerin depolanarak belirli bir algoritma çerçevesinde raporlanabilmesi olarak açıklanmaktadır. İnsanlar fark etmese de M2M sistemi gün içinde insan hayatında büyük bir yer kapsamaktadır. Büyük şehirlerde toplu taşıma araçlarını duraklarda beklerken aracın hangi saatte geleceğini gösteren dakika ölçerler buna örnek olarak gösterilebilir. Şehir içindeki sinyalizasyon sistemleri, güvenlik kameraları gibi donanımların kontrolü de M2M sistemi ile yerine getirilmektedir. İnsanların dikkatini çok çekmese de M2M veri aktarım hizmetleri insanlar için 24 saat çalışmaktadır [10].

2.2. Nesnelerin İnternetinin Kullanım Alanları

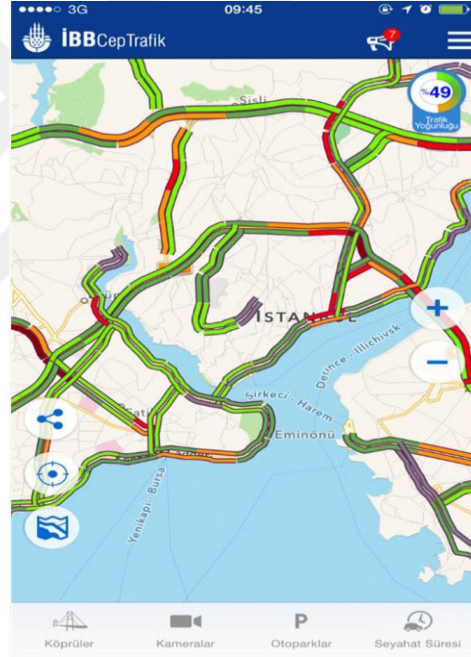
Nesnelerin internetinin birçok alanda kullanımı bulunmaktadır. Sağlık, ulaşım, enerji, güvenlik, ev sistemleri, trafik, tarım, hayvancılık gibi birçok alanda akıllı nesnelerin tüketicilere sunulduğu görülmektedir.

Akıllı şehir uygulamalarında nesnelerin internetinden faydalanılmaktadır. Gelişmiş hizmetler sayesinde, fiziksel şehir altyapılarının (örneğin yol ağları, elektrik şebekesi, vb) ve kendi vatandaşları için yaşam kalitesinin kullanımını optimize etmek mümkündür. IOT teknolojileri, akıllı şehirler senaryolarında farklı uygulamalarda bulunabilmektedir. RFID ve sensör teknolojilerine dayalı park cihazları sistemi uygun boş park alanı izlemeye izin verebilir. Ayrıca, sensörler karayollarında araç trafik akışını izleyebilir. Araçların ortalama hızlarını ve otomobil sayısı gibi bilgileri toplayabilir. Sensörler, havanın kirlilik seviyesini tespit edebilir. Örneğin karbondioksit seviyesi gibi bilgileri alabilir. Bu bilgiyi sağlık kuruluşlarına iletebilir [11]. Trafik sistemlerinde; anlık veya geleceğe dönük tahmini trafik yoğunluğu bilgilerinin oluşturulması ve dağıtılmasına yönelik uygulamalar bulunmaktadır [7].

Geleceğin şehirlerinde, robot taksiler; birlikte dolaşan, toplu halde hareket eden ve ihtiyaç duyulduğunda tam zamanında hizmet vereceklerdir. Robot taksiler kentin

gerçek zamanlı trafik anlarına cevap verirler. Şehirlerde dar boğazlarda ki sıkışıklığı azaltmak için kalibre edilirler. Sürücülü veya sürücüsüz robot taksiler trafikte araçların arasından optimum hızlarda geçerek ilerleyeceklerdir. Yakınlık algılayıcı sensörler aracılığı ile kazalardan kaçınacaklardır. Robot taksiler el hareketleri veya cep telefonu işaretleri ile caddenin yanından çevrilebileceklerdir. Kullanıcıların GPS üzerinden konumları otomatik olarak belirlenir ve detaylı haritalar üzerinde belirli bir yerde ve belirli bir zamanda taksi isteyebilirler. [12]

Şekil 2.2’de de görüldüğü üzere İBB cep trafik uygulaması ile cep telefonu kullanılarak trafik yoğunluğu takip edilebilmektedir.



Şekil 2.2 Trafik yoğunluğu [13]

Atık yönetimi uygulamaları, çöp konteynerlerinin doluluk oranlarının takip edilmesi ile çöp araçları ile yapılan toplama faaliyetlerinin optimizasyonu, konteyner noktalarının değiştirilmesi ve konteyner büyüklüklerinin değiştirilmesi konularında bilgi verebilmektedirler.

Şekil 2.3’de akıllı çöp kutusu görüntüsü gösterilmektedir.



Şekil 2.3 Akıllı Çöp kutusu [14]

Akıllı ev uygulamaları; ışık, ısı, havalandırma, eğlence, güvenlik gibi konularda evlerin sağladığı hizmetlerin uzaktan yönetilmesi ve durumunun takibi amacıyla akıllı ev uygulamaları geliştirilmektedir [7]. Örneğin tatil ya da iş dönüşü, arabadayken, eve ulaşıldığında iç mekânın istenilen sıcaklığa önceden ulaşması sağlanabilir. Bu şekilde yalnızca evin ısısı değil havalandırması da kontrol edilebilir [15].

Şekil 2.4’de örnek bir klima önceden ev ısısının ayarlanabileceği bir klima gösterilmektedir.



Şekil 2.4 Örnek klima [15]

İşten eve dönüldüğünde, hiç beklemeden önceden ısınmış fırında yemek yapabilmek kullanıcıya vakit kazandırabilmektedir. Tatile gidildiğinde buzdolabının ısınıp uzaktan kumanda edebilmek enerji tasarrufu sağlayabilmektedir. Akıllı ev teknolojisi ile programlanan küçük ev aletleri, kullanıcıyı uyanmadan ya da işten dönmeden kahve ya da çayı bile hazırlanabilmektedir [15].

Şekil 2.5'te de görüldüğü üzere kontrol sistemi sayesinde evdeki tüm nesnelerin kontrolünü ve optimizasyonu sağlanabilmektedir.



Şekil 2.5 Örnek bir kontrol sistemi [15]

Nesnelerin interneti tarım alanında da kullanılmaktadır. Nesnelerin interneti tarımsal üretimi arttırmak için her adımın gözlemlenebildiği akıllı tarlalar kurulmasına olanak sağlıyor. Buna ek olarak, gıda güvenliği açısından IoT'nin sunduğu veri tabanlı çözümler tüketicilere yedikleri yemeğin dahi takibini yapabilme seçeneği sunuyor [14].

Şekil 2.6'ta da görüldüğü üzere Z-Trap adlı cihaz ile çiftçiler bölgedeki böcek popülasyonunu takip edip, ürünlerini koruyabiliyor [14].



Şekil 2.6 Örnek bir böcek yakalama tuzağı [14]

Nesnelerin interneti teknolojisinde giyilebilir teknolojide de kullanılmaktadır. Örneğin akıllı saatler, akıllı bileklikler, akıllı gözlükler gibi ürünler günümüzde kullanılmaktadır. Giyilebilir teknolojik ürünler üzerinde bulunan sensörler sayesinde alınan bilgileri kablosuz veya bluetooth bağlanarak cep telefonumuza aktarmaktadırlar. Bu bilgiler günde kaç adım atıldığı, ne kadar kilo kaybedildiği, kalp ritmi değeri gibi çeşitli bilgilerdir.

Örneğin akıllı bilekler sayesinde günde kaç saat uyuduğumuzu, kullanıcı kaç adım attığı, gittiği mesafeyi gibi ölçümler yapabilmektedir. Şekil 2.7' de Samsung Gear Fit (Sol), Sony Smartband (Sağ) bileklikler gösterilmektedir.



Şekil 2.7 Akıllı bilekliler [16]

Bir diğer giyilebilir teknoloji ürünü de akıllı saatlerdir. Akıllı saatlerin verimli çalışabilmesi için öncelikle bir cep telefonuna entegre edilmesi gerekmektedir. Entegre işleminden sonra mesajlar, e-postalar, fotoğraf çekip göndermek, arama yapmak, bildirimleri görmek gibi birçok işlem gerçekleştirilebilmektedir. Şekil 2.8’ de akıllı saatler ve markaları gösterilmektedir.

Görsel	Marka
	LG G Watch
	Samsung Gear Live
	Motorola Moto 360
	Asus ZenWatch

Şekil 2.8 Akıllı saatler [16]

3. GÖRÜNTÜ İŞLEME

Tuzağın tabanında ki temiz levhanın analizi için görüntü işleme alanından yararlanılmaktadır. Bu bölümde görüntünün tanımı, görüntü türleri, görüntü işlemenin tanımı, görüntü işleme teknikleri ve görüntü işlemenin kullanıldığı alanlar hakkında bilgiler verilmektedir.

3.1. Görüntü

Görüntü, gerçek yaşamdaki üç boyutlu nesnelere oluşan bir sahnenin basit iki değişkenli bir fonksiyon olarak tanımlanmasıdır [17]. Görüntü bilgisayar ortamında matrise denk gelmektedir. Matrisin her bir hücresi bir piksele eşittir. Kısaca görüntüler piksellerden oluşmaktadır. Bir görüntüde ne kadar fazla piksel varsa görüntünün çözünürlüğü o kadar yüksektir.

3.2. Görüntü Türleri

Görüntü türleri; ikili (binary) görüntü, gri seviyeli görüntü ve renkli görüntüler olmak üzere üçe ayrılırlar. İkili görüntüler; siyah beyaz görüntüler olarak nitelendirilmektedir. Gri seviyeli görüntüler; siyah ile beyaz arasında bulunan tüm renk tonlarını ifade etmektedir. Bir başka deyişle piksel değeri 0 ile 255 arasında olan piksellerin oluşturdukları görüntülerdir. Renkli görüntüler ise mavi, yeşil ve kırmızı olmak üzere üç renk bileşeninin üst üste gelmesi sonucunda oluşan görüntülerdir.

3.2.1. İkili (Binary) Görüntü

İkili görüntülerde görüntünün piksel değerleri 0 ve 1 ile simgelenmektedir. Burada 0 siyahı 1 ise beyazı temsil etmektedir. Görüntü üzerindeki her piksel 0 ya da 1 olacaktır. Aslında 1 yani beyazın piksel değeri 255'tir ancak sembolik olarak ikili görüntülerde 1 beyaz ile ifade edilmektedir. İkili görüntülerde genelde arka plan kısmı siyah ile gösterilirken görüntü üzerindeki hedef nesnelere ise beyaz ile gösterilmektedir.

İkili görüntülerde bir piksel 1 bit yer kaplamaktadır. Şekil 3.1' te örnek bir ikili görüntü verilmiştir.

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0

Şekil 3.1 İkili (Binary) Örnek Görüntü [18]

3.2.2. Gri Seviyeli Görüntüler

Sadece grinin tonlarından oluşan görüntülerdir. Gri seviyeli görüntülerde görüntünün piksel değerleri 0 ile 255 arasında 256 farklı değer almaktadır. Bu 256 farklı değeri bilgisayar dilinde 8 bit olarak ifade edilmektedir. Piksel değeri olarak 0 siyahı temsil etmektedir. 255 piksel değeri ise beyazı temsil etmektedir. Şekil 3.2'de örnek bir gri seviyeli görüntü gösterilmektedir.



Şekil 3.2 Gri Seviyeli Örnek Görüntü [19]

3.2.3. Renkli Görüntüler

Renkli görüntüler genellikle kırmızı mavi ve yeşil olmak üzere üç farklı bileşenden oluşmaktadır. Bu üç farklı bileşenden tüm renkler oluşturulmaktadır. Gri seviyeli görüntülerde olduğu gibi her bileşen 0 ile 255 arasında 256 farklı değer almaktadır. Renkli görüntüler üç bileşenden oluştuğu için ve her bileşen 8 bitlik boyutu olduğu için bilgisayarda 24 bitlik yer kaplamaktadır. Görüntüleme R (Kırmızı), G (Yeşil), B (Mavi) kodlanmış aynı objeye ait üç adet gri düzeyli görüntünün üst üste ekrana iletilmesi ile oluşur. Elektro-manyetik spektrumda 0,4-0,5 mm dalga boyu mavi renge; 0,5-0,6 mm dalga boyu yeşil renge; 0,6-0,7 mm dalga boyu kırmızı renge karşılık gelir. Bu dalga boylarında elde edilmiş üç gri düzeyli görüntü bilgisayar ekranında sırası ile kırmızı-yeşil-mavi kombinasyonunda üst üste düşürülecek olursa renkli görüntü elde edilmiş olur [20]. Şekil 3.3'te örnek renkli bir görüntü verilmektedir.



Şekil 3.3 Renkli Örnek Görüntü [21]

3.3. Görüntü İşleme

Görüntü işleme, ölçülmüş veya kaydedilmiş olan sayısal (dijital) görüntü verilerini, elektronik ortamda (bilgisayar ve yazılımlar yardımı ile) amaca uygun şekilde değiştirmeye yönelik yapılan bilgisayar çalışmasıdır. Görüntü işleme, daha

çok, kaydedilmiş olan mevcut görüntüleri işlemek, yani mevcut resim ve grafikleri, değiştirmek, yabancılaştırmak ya da iyileştirmek için kullanılır [22]. Diğer bir açıklama ise görüntü işleme; sayısal bir resim hâline getirilmiş olan gerçek yaşamdaki görüntülerin bir giriş resmi olarak işlenerek o resmin özelliklerinin ve görüntüsünün değiştirilmesi sonucunda yeni bir resim oluşturulmasıdır [23]. İki boyutlu bir görüntünün bilgisayar yardımı ile çeşitli görüntü filtreleri uygulanarak görüntü kalitesinin istenilen seviyeye getirilmesidir.

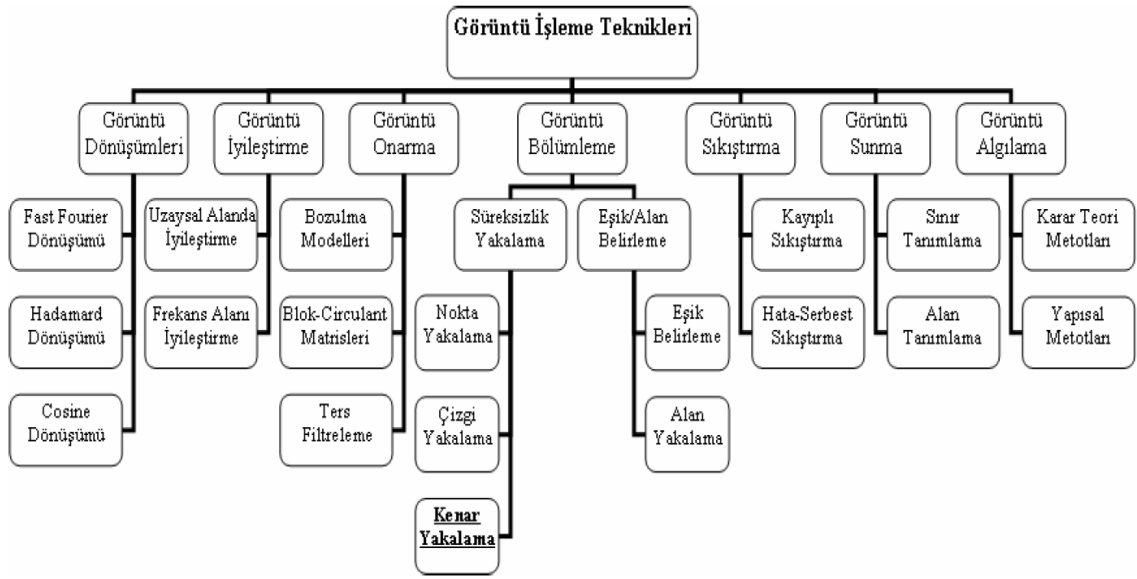
3.4. Görüntü İşleme Teknikleri

Görüntü işleme tekniklerinin uygulanması için görüntülerin sayısal görüntü haline getirilmesi gerekmektedir. Sayısal görüntü, bir görüntünün satır ve sütunlara dönüştürülerek oluşur. Satır ve sütunun olduğu bölgeye piksel denir yani sayısal görüntüler piksellerden oluşmaktadır. Sayısal görüntü üzerine Şekil 3.4'de görüldüğü üzere yedi başlık adı altında görüntü işleme teknikleri uygulanmaktadır.

- Görüntü dönüşümleri; farklı bir açı ile çekilen görüntünün istenilen açıdan çekilmiş gibi görünmesini sağlayan tekniktir.
- Görüntü iyileştirme; görüntünün niteliğini istenilen seviyeye yükseltme işlemidir. Karlı görüntü, aşırı keskin, aşırı parlak, bulanık vb. görüntüleri çeşitli filtrelerden geçirilerek görüntü kalitesinin yükseltilmesi amaçlanır.
- Görüntü onarma; bozulmuş veya gürültüye maruz kalmış görüntüyü orijinal resim seviyesine çekme işlemidir.
- Görüntü bölümlenme; görüntü bölümlenme algoritmaları, bir görüntüdeki elemanların veya nesnelerin gruplandırılması, sınıflandırılması için kullanılır. Bölümlenme bir görüntüdeki çizgilerin, dairelerin veya arabalar, yollar, binalar gibi belirli şekillerin ele alınıp incelenmesi için yapılan bir gruplandırma [24].
- Görüntü sıkıştırma; sayısal bir görüntüyü sıkıştırmak için ihtiyaç duyulan bellek miktarını azaltmak amacıyla yapılan görüntü işleme tekniğidir [24].
- Görüntü sunma; Sınır tanımlama ve alan tanımlama olmak üzere iki alt başlıktan oluşmaktadır. Her iki tanımlama için görüntü üzerindeki objelerin belirginleştirilmesinin amaçladığı işlemleri içerdiği söylenebilir.

- Görüntü algılama; yeryüzüne fiziksel bir temas olmaksızın cisimlerin gözlenmesi ve ölçülmesine ilişkin bilgi sağlayan bir bilimdir. Görüntü algılama teknolojileri yer yüzeyinden yansıyan ve yayılan enerjinin algılanması, kaydedilmesi, elde edilen materyalin bilgi çıkarmak üzere işlenmesi ve analiz edilmesinde kullanılır [25].

Şekil 3.4’de görüntü işleme teknikleri şeması gösterilmektedir.



Şekil 3.4 Görüntü İşleme Teknikleri Şeması [17]

3.5. Görüntü İşlemenin Kullanıldığı Alanlar

Görüntü işleme birçok yerde kullanılmaktadır. Tıp alanında hastalık/kırık, belirleme, nodül tespiti, damar belirleme, nesne sayma; MRI, ultrason, gama ışını, tomografi görüntülerini sayabiliriz. Uzay çalışmaları alanında gezegenler, uydular, gökyüzü olayları vb. uzak yeryüzü kaynakları araştırmalarında uydu görüntüleri analizi yapılmaktadır. Güvenlik alanında ise yüz tanıma, parmak izi tanıma, plaka okuma, kâğıt para tanıma, hareket tespiti gibi alanlarda kullanılmaktadır. Mühendislikte kalite kontrol, üretim, film endüstrisi, uzaktan algılama gibi alanlarda kullanılmaktadır. Spor, sanat, coğrafya, fizik gibi diğer alanlarda da kullanılmaktadır [26].

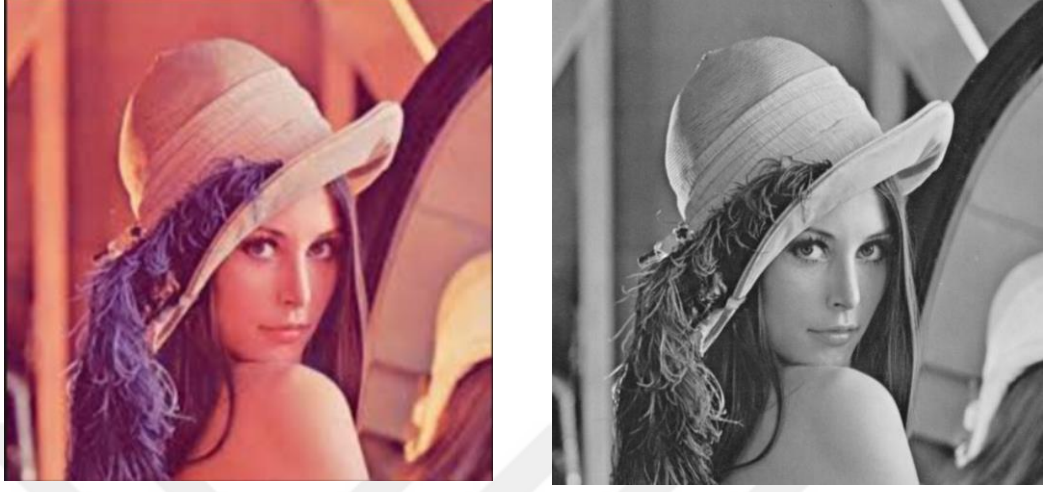
4. GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ

Görüntü işleme yöntemleri, yapılacak olan işleme göre birçok çeşidi bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında görüntü üzerindeki objeleri sayma üzerinde durulduğu için obje saymada kullanılan yöntemler daha fazla ele alınmıştır. Objeye saymak için altı ana teknik üzerinde durulmuştur. Bu teknikler; görüntünün griye çevrilmesi, görüntü eşikleme, görüntü netleştirme, gürültü giderme, morfolojik işlemler ve görüntü üzerindeki objelerin sayılması şeklinde sıralanmaktadır.

4.1. Görüntünün Griye Çevrilmesi

Renkli görüntüyü gri renkli görüntüye çevrilmesinde bilinen çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bunlardan biri üçüncü bölümde belirtilen renkli görüntü üç bileşenden oluşmaktadır. Bunlar kırmızı, yeşil ve mavidir. Bu üç bileşenin kendine ait piksel değerleri bulunmaktadır. İşte bu noktada renkli görüntüyü griye çevirmek için bu üç bileşenin kendine ait olan piksellerin aritmetik ortalaması alınarak griye çevrilir. Örnek olarak I (130, 60, 200) piksel değerlerine sahip renkli görüntünün piksel değerlerinin aritmetik ortalamasını alındığında 130 piksel değerinde gri seviyeli bir görüntü meydana gelmektedir. Daha sık kullanılan ikinci bir yöntem ise parlaklık yöntemlerinde kullanılan yönteme benzer bir yöntemdir. Burada kırmızının 0.2989, yeşilin 0.5870, mavinin 0.1140 aydınlık değerleri bulunmaktadır. Renkli görüntüdeki üç bileşenin piksel değerleri kendilerine ait olan bu aydınlık değerler ile çarpıldıktan sonra bu değerler toplanır çıkan sonuç gri seviyeli görüntünün piksel değeridir. Örneğin I (130*0.2989+ 60*0.5870 +200*0.1140) bu işlem sonucunda 96,877 gri seviyeli piksel değeri bulunur [27].

Şekil 4.1’de orijinal görüntü ve gri seviyeye çevrilmiş bir görüntü gösterilmektedir.



a) Orijinal Görüntü

b) Gri seviye görüntü

Şekil 4.1 Orjinal görüntü ve gri seviyeli görüntü [28]

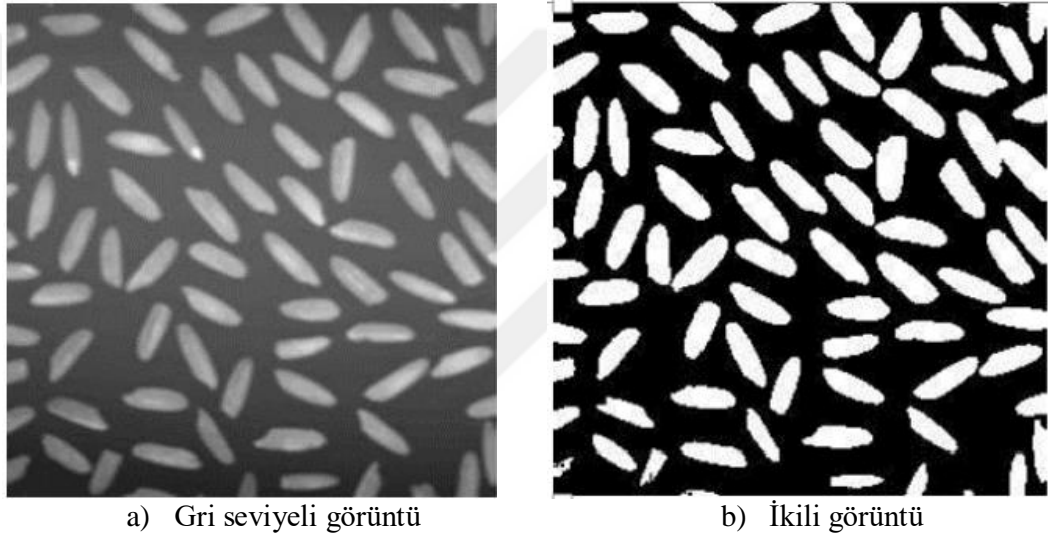
MATLAB’da renkli görüntüleri gri seviyeli görüntülere dönüştürmek için *rg2gray* fonksiyonu kullanılmaktadır.

4.2. Görüntü Eşikleme (Thresholding)

Görüntü eşikleme görüntü işlemede sıklıkla kullanılan yöntemlerden birisidir. Bu yöntem gri seviyeli görüntülerde uygulanabilir. Görüntü eşikleme görüntü üzerindeki nesnelere arka plandan ayrılması için yapılan bir yöntemdir. Arka plandan ayrılan nesnelere analiz için kullanılabilir. Görüntü eşikleme belli bir eşik değeri belirlenerek eşik değerin altında kalan kısımları siyaha üzerindeki de beyaza çeviren bir yöntemdir. Siyah ve beyaz 0 ve 1 şeklinde de sembolik olarak tanımlanabilir. Burada 0 piksel değeri siyahı, 1 ise 255 piksel değerini yani beyazı temsil etmektedir. Burada önemli olan yapılacak olan analizin doğru sonuç verebilmesi için eşik değerini en uygun değer olarak belirlemektir. Eğer eşik değeri çok yüksek verirse görüntüdeki birçok nesnenin siyah olmasına, çok küçük verirse görüntüde ki birçok nesnenin beyaz olmasına neden olacaktır. Bu da doğru bir sonuç

vermemesine neden olacaktır. En uygun eşik değerini belirlemek için otsu metodu uygulanmaktadır. Otsu metodu görüntünün histogram değerlerine göre hesap yapan bir metottur. Otsu metodu, gri seviye görüntüler üzerinde uygulanabilen bir eşik tespit yöntemidir. Bu metot kullanılırken görüntünün arka plan ve ön plan olmak üzere iki renk sınıfından oluştuğu varsayımı yapılır. Daha sonra tüm eşik değerleri için bu iki renk sınıfının sınıf içi varyans değeri hesaplanır. Bu değer en küçük olmasını sağlayan eşik değeri, optimum eşik değeridir [29].

Şekil 4.2.'de gri seviyeli pirinç parçacıkları görüntüsünün siyah beyaza dönüştürülmesi gösterilmektedir.



Şekil 4.2 Görüntü Eşikleme Uygulama Sonucu[30]

MATLAB'da renkli görüntüleri veya gri seviyeli görüntüleri siyah beyaza çevirmek için *im2bw* fonksiyonu kullanılmaktadır.

4.3. Gürültü Giderme

Gürültü dış dünyanın elimizdeki veri, ses veya görüntü üzerine etkisi olarak tanımlanmaktadır yani istenmeyen etki olarak denilebilir. Bu istenmeyen etkiler elimizdeki sesi, veriyi veya görüntüyü yani sinyallerimizi bozmaktadır. Dolayısıyla doğru bilgi aktarmamızı bozmaktadır. Elimizdeki bilgiyi yanlış vermemize neden olmaktadır. Orijinal veriden uzaklaşmış olmaktayız. Periyodik gürültüler, beyaz

gürültüler gibi farklı türlerde gürültüler bulunmaktadır. Bunlardan yaygın bilineni beyaz gürültüdür. Gürültü herhangi bir pikseli 0 ya da 255 olarak değiştirmektedir. Böylece ani renk değişimine neden olmaktadır. Resim çok keskinleşmektedir ve göze rahatsızlık vermektedir. Gürültülü pikselin komşu piksellerin değerleri arasında görünür bir şekilde piksel değeri farkı bulunmaktadır. Gürültü olmaması için piksellerin birbirleri ile etkileşim içerisinde olması gerekmektedir. Ani piksel değişimi olmaması gerekmektedir. Piksel bozulmalarını düzeltmek için Adaptif, Gauss, Median (medyan) ve Mean-Average (ortalama) olmak üzere dört tür algoritma kullanılmaktadır [31].

4.3.1. Ortalama Filtreleme

Ortalama filtrelemede, gürültüyü gidermek için gürültülü pikselin çevresindeki piksel değerleri toplanır ve çevresindeki piksellerin sayısına bölünür.

Şekil 4.3, 3x3 matris olan gri seviyeli gürültülü örnek bir görüntüdür. Her satır ve her sütunda bulunan değerler görüntünün o pikseline ait gri seviyedeki piksel değerini ifade etmektedir. Örneğin; 2. satır 1.sütunda bulunan gri seviyeli pikselin değeri 111'dir.

105	110	120
111	255	101
98	100	95

Şekil 4.3 Örnek gürültülü görüntünün piksel değerleri

Şekil 4.3'de gürültülü görüntüde piksel değeri 255 olan piksel gürültülü pikseldir. Bu gürültüyü gidermek için 255'in çevresindeki 8 pikselin aritmetik ortalaması alınır. Çıkan değer gürültülü piksele atanarak gürültü giderilmiş olur. Şekil 4.3'de ki örnek gürültülü görüntü için hesaplama yapılacak olursa aritmetik ortalamanın sonucu olan 105'i gürültülü piksel olan 255'in yerine atanır.

4.3.2. Medyan (Median) Filtreleme

Medyan filtreleme, görüntü üzerinde tuz biber olarak adlandırılan bozunma türünü gidermek için kullanılır. Öncelikle, maske matris boyutunu 3x3 olarak seçildiği düşünülün ve medyan filtreyi bir imgeye uygularken maske matrisimizin komşulukları aşağıdaki gibi olsun.

Şekil 4.4, 3x3 matris olan gri seviyeli gürültülü örnek bir görüntüdür. Her satır ve her sütunda bulunan değerler görüntünün o pikseline ait gri seviyedeki piksel değerini ifade etmektedir. Örneğin; 1. satır 2.sütunda bulunan gri seviyeli pikselin değeri 5'dir.

4	5	6
1	7	8
3	2	9

Şekil 4.4 Örnek gürültülü görüntünün piksel değerleri

Medyan filtreyi uyguladığımızda; filtre matris elemanlarını büyükten küçüğe doğru sıralayacak ve ortanca elemanı matrisin ortasına yani (2,2) numaralı indise yerleştirecektir. Matris elemanlarımızı sıralayacak olursak 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ortanca eleman 5 olması sebebiyle (2,2) indisine 5 yerleşecektir. Bu şekilde görüntüde iyileştirme sağlanmaktadır.

Şekil 4.5’de gürültülü görüntü ve gürültünün giderilmiş hali gösterilmektedir.



a) Gürültülü görüntü



b) Gürültüsü giderilmiş görüntü

Şekil 4.5 Median filtre uygulama sonuçları[32]

MATLAB’da görüntüler üzerinde istenilmeyen küçük parçacıkları ya da gürültüleri gidermek için *bwareaopen* fonksiyonu kullanılmaktadır.

4.4. Morfolojik İşlemler

Morfolojik işlemler; gürültü sebebiyle iç içe geçmiş olan resimleri birbirinden ayırabilmek veya gürültü sebebiyle birbirinden ayrılmış olan resimleri tek bir nesne haline getirebilmek için uygulanan işlemlerdir. Çeşitli morfolojik işlemler vardır ancak en temelde iki tane morfolojik işlem bulunmaktadır. Bir tanesi aşındırma bir diğeri yaymadır. Diğer morfolojik işlemler daha çok bu teknikler kullanılarak yapılan işlemlerdir.

Morfolojik işlemleri kullanmamızın nedeni analizin doğru sonuç vermesi açısından görüntü üzerindeki yapışık nesnelerin sayılması için birbirinden ayrılması gerekiyor. Bu yüzden aşındırma, yayma gibi görüntüye morfolojik işlemler uygulanması gerekmektedir.

4.4.1. Yayma

Yayma, bir görüntü üzerindeki objeyi yayma işleminden geçirilerek objenin görüntü üzerinde kalınlaştırılması işlemidir. Yayma işleminde yapışık olmayan objelerin yayma işleminden sonra birbirine yapışabildiği gözlemlenmektedir. Ayrıca yayma uygulanan bir görüntüde deliklerin ve boşlukların doldurulması da görülmektedir.

Şekil 4.6'da 3x3'lük bir matrisden oluşan yapı elemanı gösterilmektedir. Yapı elemanın her satır ve her sütunun sembolik olarak 1 ile gösterilmektedir. Sembolik olan 1'in ikili görüntüdeki asıl piksel değeri 255 yani beyaz piksel değeridir. Bu yapı elemanı 255 (beyaz) piksellerden oluşan beyaz piksellerin sembolik olarak 1 ile gösterildiği örnek bir yapı elemanıdır.

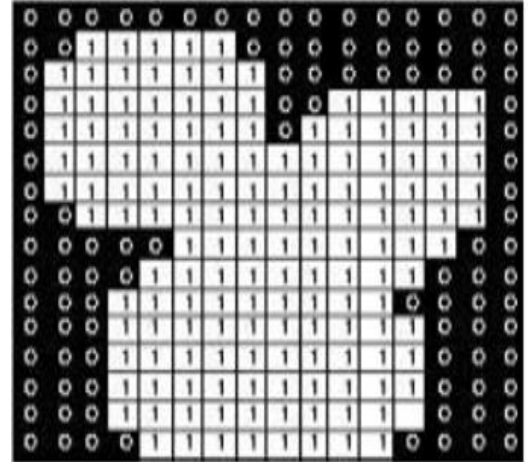
1	1	1
1	1	1
1	1	1

Şekil 4.6 Örnek bir yapı elemanı

Şekil 4.6'daki gibi 3x3'lük bir matristen oluşan tüm elemanlarının 1 değeri olan bir yapı elemanı örneği düşünölsün. Daha farklı yapı elemanları da düşünölebilir. Bu yapı elemanını resim üzerinde örtöşecek şekilde sırayla gezdirilir. Bu resim 0 ve 1'lerden oluşan ikili (binary) resimdir. Eğer yapı elemanının herhangi bir 1 elemanı resim üzerindeki herhangi bir 1 elemanı ile kesişirse orta eleman değerine 1 değeri verilir. Filtre işlemlerinde ve yapı elemanı işlemlerinde genel olarak orta elemanı üzerinde çalışılır. Eğer yapı elemanının herhangi bir 1 değeri resimde herhangi bir 1 ile kesişmiyorsa 0 değeri verilir. Yayma işlemi ile resim üzerindeki ayırık nesnelere birleşebileceği görölmektedir. Şekil 4.7' de yayma işlemi uygulandıktan sonraki görüntü gösterilmektedir.



a) Orijinal görüntü



b) Yayılmış görüntü

Şekil 4.7 Yayma İşlemi Uygulama Sonuçları[33]

MATLAB’da görüntü üzerindeki objelerin kalınlaştırılması için *imdilate* fonksiyonu kullanılmaktadır. *İmdilate* fonksiyonu ile yayma işlemi yapılmaktadır.

4.4.2. Aşındırma

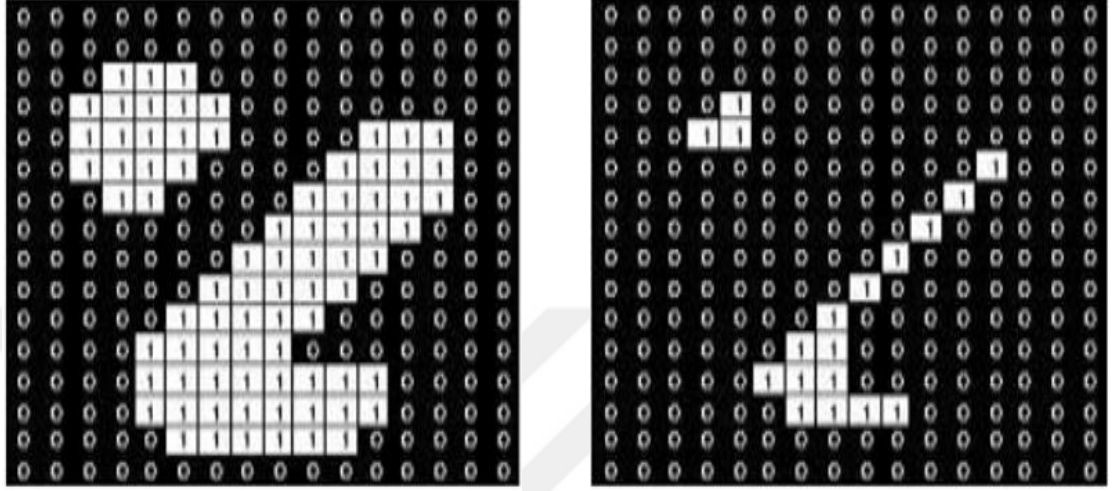
Aşındırma işlemi yayma işleminin tam tersidir. Aşındırma; görüntü üzerindeki objenin aşındırma işleme sonrasında incilmesi işlemidir. Aşındırma işlemi sonrasında yapışık olan objelerin birbirinden ayrıldığı görülebilmektedir.

Şekil 4.8’de 3x3’lük bir matrisden oluşan yapı elemanı gösterilmektedir. Yapı elemanın her satır ve her sütunu sembolik olarak 1 ile gösterilmektedir. Sembolik olan 1’in ikili görüntüdeki asıl piksel değeri 255 yani beyaz piksel değeridir. Bu yapı elemanı 255 (beyaz) piksellerden oluşan beyaz piksellerin sembolik olarak 1 ile gösterildiği örnek bir yapı elemanıdır.

1	1	1
1	1	1
1	1	1

Şekil 4.8 Örnek bir yapı elemanı

Aşındırma işleminde eğer resimdeki 1'ler Şekil 4.8' da ki yapı elemanının 1'lerini kapsıyorsa yapı elemanındaki orta elemana yani (2,2) indisine 1 değeri verilir. Eğer resimdeki 1'ler yapı elemanını kapsamıyorsa orta elemana 0 değeri verilir. Şekil 4.9' de aşındırma işlemi uygulandıktan sonraki görüntü gösterilmektedir.



a) Orijinal görüntü

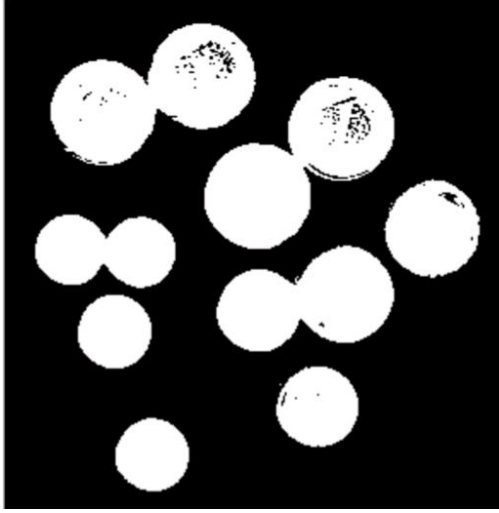
b) Aşındırılmış görüntü

Şekil 4.9 Aşındırma İşlemi Uygulama Sonuçları[33]

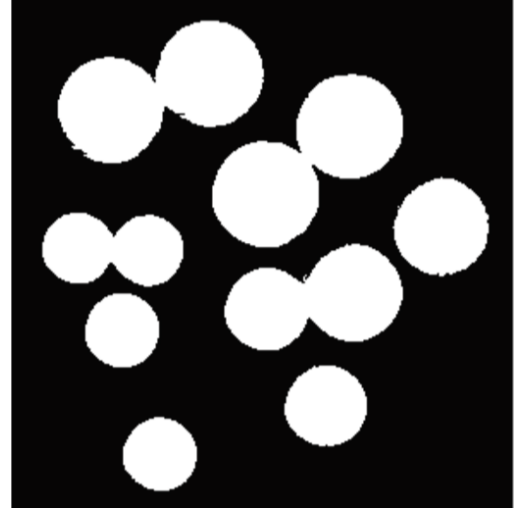
MATLAB'da aşındırma işlemi için *imerode* fonksiyonu kullanılmaktadır.

4.4.3. Boşluk Doldurma

Boşluk doldurma tekniğinin kullanımında, görüntüler gri seviyeden ikili seviyeye dönüştürüldükten sonra nesnelerin içinde boşluklar görülebilmektedir. Boşluk doldurma işlemi arka plandan ayrılan beyaz objelerin üzerinde boşluklar varsa yapılır. Analizin doğru sonuç vermesi adına daha temiz bir görüntü üzerinde işlem yapılması için bu boşlukların doldurulması gerekmektedir. Yani görüntüyü bölümleyebilmek adına bu işlemin yapılması gerekmektedir. Arka plandan ayrılan nesnelere üzerinde ki boşluklar yayma işlemi baz alınarak doldurulmaktadır. Şekil 4.10'da boşluk doldurma işlemi gösterilmektedir.



a) Orijinal görüntü



b) Doldurulmuş görüntü

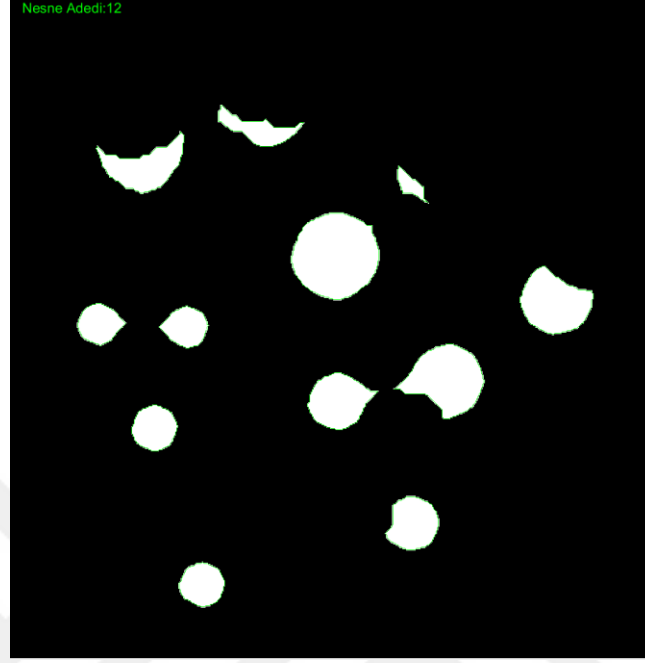
Şekil 4.10 Boşluk Doldurma İşlemi Uygulama Sonuçları [34]

MATLAB’da görüntü üzerindeki objelerin boşluklarının doldurulması için *imfill* fonksiyonu kullanılmaktadır. *Imfill* komutu ile içi boş olan nesnelerin içleri doldurulmaktadır.

4.5. Görüntü Üzerindeki Nesnelerin Sayılması

Görüntü üzerindeki nesnelerin sayılması için görüntünün bazı işlemlerden geçmesi gerekmektedir. Bu işlemler sırasıyla görüntü renkliyse griye çevirme, siyah beyaz yapma, morfolojik işlemler, gürültü giderme, kenar bulma olarak sıralanmaktadır. Görüntü üzerinde nesneler arka plandan ayrıldıktan sonra 3x3 matrisli yapı elemanı görüntü üzerinde gezdirilmeye başlar. Gezdirilme işlemi 3x3 matrisli yapı elemanın sayısal görüntüye çevrilen $m \times n$ matrisli görüntünün her bir pikselinin üzerinden gezdirilmesiyle ifade edilmektedir. Matris elemanı arka plandan ayrılan nesneler üzerine geldiğinde nesnenin piksel değerinin arka planın piksel değerinden farklı olduğunu tespit eder. Yani beyaz pikselleri tespit eder. Yapı elemanı görüntü üzerinde gezdirilmeye devam ettikçe beyaz piksellerin birbirleriyle komşuluklarını kontrol eder. Birbirine komşu beyaz piksellerin eşik değeri bulunmaktadır. Şayet yapı elemanı bu eşik değerin üzerinde beyaz komşu piksel tespit ederse bunun bir nesne olduğunu tayin eder. Yapı elemanı bu işlemi görüntü üzerindeki tüm nesneler üzerinde

uygular ve nesneleri saymış oldur. Şekil 4.11’de arka plandan ayrılan objelerin sayılması gösterilmektedir.



Şekil 4.11 Nesneleri sayılan görüntü

MATLAB’da siyah beyaza çevrilen görüntü üzerindeki objelerin kenarlarını ve adedini tespit etmek için *bwboundaries* fonksiyonu kullanılmaktadır.

5. KULLANILAN MATERYALLER

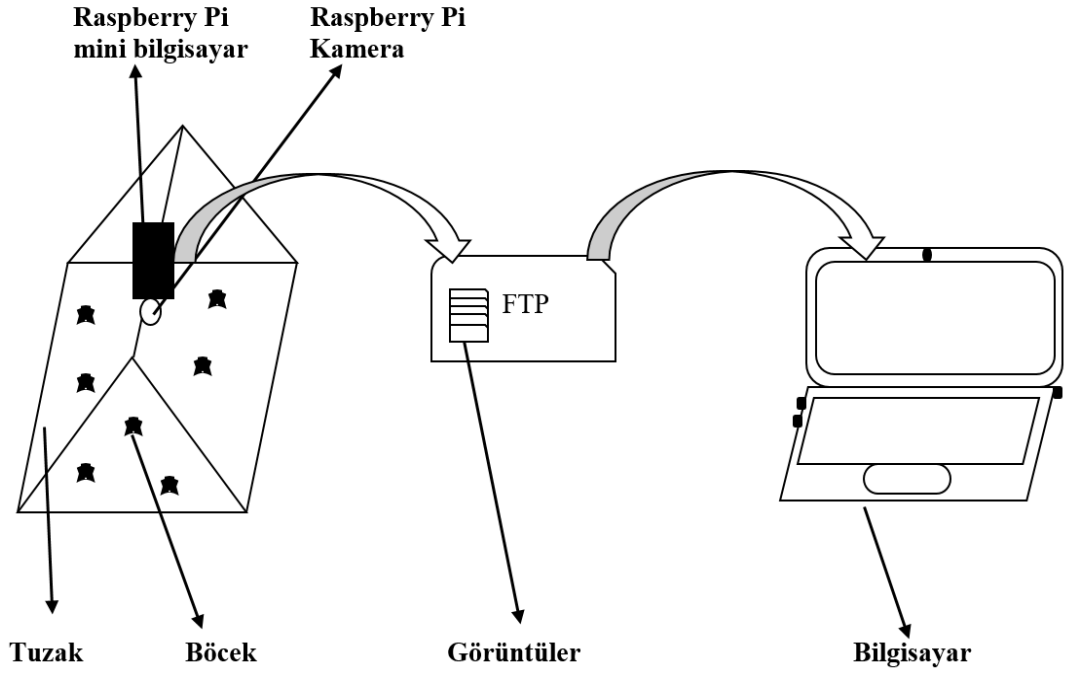
Tez çalışmasının konusu olan böcek sayısının tespitinin yapılması için bir mimari bu bölüm içerisinde verilmektedir. Bu mimari içerisinde temel 3 kısım bulunmaktadır. Bu kısımlar tuzak ve tuzağın üzerine kurulu kamera sistemi, GSM iletim yolu ve uygulama sunucusundan oluşmaktadır. Bu bölüm içerisinde sistem mimarisi ve mimaride kullanılan materyaller detaylı olarak anlatılmaktadır.

5.1. Zirai Tuzaklardaki Böcek Adedi Tespiti Sistem Mimarisi

Sistemin birinci kısmı olarak tuzak ve üzerindeki kamera sistemi yer almaktadır. Tuzak Tarım Bakanlığı'nın kullanmış olduğu standart tuzaklar olup bu tuzak içerisinde yapışkan kokulu bir tabaka bulunmaktadır. Böcekler bu kokulu tabakaya gelerek yapışmaktadırlar. Tez çalışmasında bu tuzağın tavanına bir mini bilgisayar (Rasperry) ve kamera yerleştirilmektedir. Hazırlanan bu düzenek ile istenilen zaman aralıklarında veya istenilen her an için tuzağın içindeki bu tabakanın üstten fotoğrafı çekilebilmektedir.

Sistemin ikinci kısmı ise GSM iletim yoludur. Rasperry mini bilgisayarında dahil olan GSM modül sayesinde kullanılan GSM veri hattı üzerinden tanımlı dosya, sunucu bilgisayara çekilen fotoğraflar gönderilmektedir. Burada önemli husus bu sistemin mutlaka GSM baz istasyonlarının kapsama alanı içerisinde olması gerektiğidir.

Sistemin son kısmı ise uygulama sunucusudur. Gönderilen fotoğraflar uzak uygulama sunucusu üzerinde kayıt edilmektedir. Bu fotoğrafların analizi için MATLAB uygulamasının çalışıyor olması gerekiyor. Sistem mimarisi aşağıdaki Şekil 5.1'de gösterilmektedir.



Şekil 5.1 Sistem Mimarisi

5.1.1. Raspberry Pi 3 Mini Bilgisayar Donanımı

Raspberry Pi Birleşik Krallık ‘ta Raspberry Pi Vakfı tarafından okullarda bilgisayar bilimini öğretmek amacıyla geliştirilmiş kredi kartı büyüklüğünde tek kartlı bir bilgisayardır [35]. Üzerinde HDMI girişi, SD Kart yuvası, USB portları (Hard disk, fare, klavye vb.), Ethernet portu gibi tüm girişlere sahip mini bir bilgisayardır. HDMI girişi ile bir bilgisayar ya da LED TV’ye bağlanabilmektedir. USB portlarına çeşitli bilgisayar bileşenleri takılabilmektedir. Bu modelde önceki modellerine göre yenilik olarak wifi özelliği bulunmaktadır.

Raspberry Pi 3 ile bir bilgisayar ile yapılabilen hemen hemen tüm işlemler yapılabilir. Basit programlama yapıp deneylerde kullanılabilir. HD videolar izlenebilir, kamera ile görüntü sağlanabilir, ışıkları açıp kapama gibi ev otomasyonu da sağlayabilir. Bunlara benzer birçok uygulamalar yapılabilir. Şekil 5.2’ de Raspberry Pi 3 genel görünümü gösterilmektedir.



Şekil 5.2 Raspberry Pi 3 [36]

Tablo 5.1’ de Raspberry Pi 3’ün donanım özellikleri gösterilmektedir.

Tablo 5.1 Raspberry Pi 3 Donanım Özellikleri [35]

Çıkış tarihi	Şubat 2016
Fiyatı	\$35
Anakart	Broadcom BCM2837
CPU	1.2 GHz 64-bit dört çekirdekli ARM Cortex-A53
GPU	Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz
Bellek	1 GB (Paylaşımli)
USB 2.0 portları	4
Video giriş	15-pin MIPI kamera arayüzü (CSI) konektörü
Video çıkış	HDMI, 3.5 mm TRS konektörü
Ses girişi	I ² S (revizyon 2 itibarıyla)
Ses çıkışı	3.5 mm telefon jakıyla analog; HDMI ile dijital ve I ² S (revizyon 2 itibarıyla)
On-board bellek	MicroSDHC slotu
On-board ağ	10/100 Mbit/s Ethernet, 802.11n WiFi, Bluetooth 4.1
Çevre birimleri	17× GPIO
Güç derecesi	800 mA (4.0 W)
Güç kaynağı	5V MicroUSB ya da GPIO başlığı
Boyut	85.60 mm × 56.5 mm

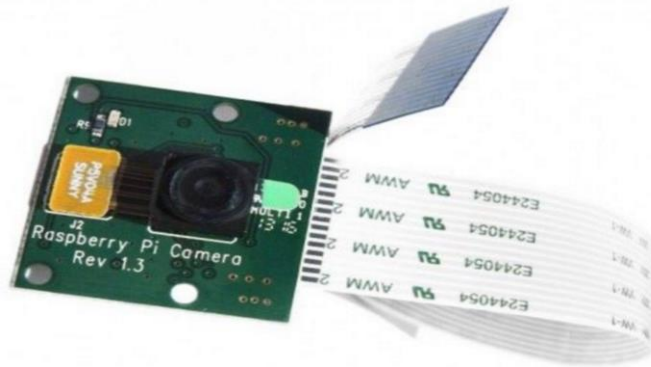
5.1.2. Raspberry Pi Kamera

Raspberry Pi Kamera modül bağlantısı kullanılarak (Connector Serial Interface CSI) Raspberry pi 3'e direk bağlanabilir. Kamera bağlandıktan sonra Raspberry pi 3'de kamera modülünün aktif edilmesi gerekmektedir. Sonrasında ise Raspberry pi 3'ün terminaline update ve upgrade komutları yazılarak kamera modülü hazır hale getirilmektedir. Kamera modülü sayesinde fotoğraf ve video çekimi sağlanabilmektedir. Anlık görüntü alma, belirli zaman aralığında görüntü alma gibi çeşitli fonksiyonlara sahiptir. Sistemin içerisinde ihtiyaç olunan bazı raspberry pi kamera kodları ve açıklamaları Tablo 5.2' de verilmektedir.

Tablo 5.2 Raspberry Pi Kamera Kodları ve Açıklamaları

Kod	Açıklama
sudo apt-get update	Update paketlerini indirme ve kurma kodu
sudo apt-get upgrade	Upgrade paketlerini indirme ve kurma kodu
raspistill -o image.jpg	Anlık görüntü alma kodu
raspistill -t 20000 -tl 10800000 -o image%04d.jpg	Time lapse özelliği (3 saat aralıklara görüntü alma kodu)
raspivid -o video.h264 -t 10000	h.264 uzantılı 1000 milisecond video kaydetme kodu

Şekil 5.3'de raspberry pi kameranın genel görünümü gösterilmektedir.



Şekil 5.3 Raspberry Pi Kamera [37]

Tablo 5.3’de Raspberry Pi kameranın donanım özellikleri gösterilmektedir.

Tablo 5.3 Raspberry Kamera Donanım Özellikleri [38]

Fiyat	\$25
Boyut	25 x 24 x 9 mm
Ağırlık	3g
Çözünürlük	5 Megapixels
Video Modları	1080p30, 720p60, 640x480p60/90
Linux Entegrasyonu	V4L2 sürücü
C programlama API	OpenMAX IL ve diğerleri
Sensor	OmniVision OV5647
Sensor Çözünürlüğü	2592 x 1944 pixels
Sensor Resim Alanı	3.76 x 2.74 mm
Piksel Boyutu	1.4 μm x 1.4 μm
Optik Boyutu	1/4”
Tam Kare SLR Lens Eşdeğeri	35 mm
S/N Oranı	36 dB
Dinamik Aralık	67 dB @ 8x gain
Duyarlılık	680 mV/lux-sec
Karanlık Akımı	16 mV/sec @ 60 C
Ek Hazne	4.3 Ke-
Sabit Odak	1 m to infinity
Odak Uzaklığı	3.60 mm +/- 0.01
Yatay Görüş Alanı	53.50 +/- 0.13 degrees
Dikey Görüş Alanı	41.41 +/- 0.11 degrees
Odak Oranı	2.9

5.1.3. Tuzağın Yapısı

Zirai mücadelede kullanılan çeşitli tuzaklar bulunmaktadır. Besin tuzakları, görsel tuzaklar, feromon tuzakları (eşeyssel çekici tuzakları), ışık tuzakları, su tuzakları, tuzak kombinasyonları gibi çeşitli tuzaklar bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında feromon tuzaklardan eşeyssel çekici tuzaklar kullanılmakta olup bu tuzağın yapısı bu bölümde detaylı olarak anlatılmaktadır. Bu tuzak için karton, mukavva, plastik gibi maddelerin üçgen boyutlara getirilmesi gerekmektedir. Üst kısmına iki delik delinerek bu delikler içerisine metal süspansiyon tel geçirilerek uygun bir yerden asılması

sağlanmaktadır. Sonrasında bu üçgenin alt tabanına 60x25 cm ebatlarında tuzak yerleştirilir. Tuzağın üzerine yapışkan yayılır ve uygun yere tuzak asılır. Domates güvesi için feromon tuzaklar tarlada 10 dekara 3 adet, serada ise dekara 1 adet olacak şekilde kullanılmaktadır [39]. Şekil 5.4’de örnek bir delta tipi tuzak gösterilmektedir. Bu tuzak görüntüsünde de görüldüğü üzere yeşil plastik maddeden üçgen şekline getirilerek tasarlanmıştır. Tuzağın tabanına, üzerine yapışkan bir madde sürülmüş levha konulmuştur. Levhanın üzerine böceklerin yapıştığı görülmektedir.



Şekil 5.4 Örnek delta tipi tuzak [40]

5.1.4. MATLAB Programı

MATLAB (matrix laboratory), çok paradigmalı sayısal hesaplama yazılımı ve dördüncü nesil programlama dilidir. Tescilli bir programlama dili olan MATLAB, MathWorks tarafından geliştirilmiştir. MATLAB kullanıcıya, matris işleme, fonksiyon ve veri çizme, algoritma uygulama, kullanıcı ara yüzü oluşturma, C, C++, Java, ve Fortran gibi diğer dillerde yazılmış programlarla ara bağlama imkanı tanır.

MATLAB, öncelikli olarak sayısal işleme yönelik üretilmiş olmasına rağmen, isteğe bağlı olarak sembolik hesaplama yapabilen MuPAD sembolik motorunu

kullanır. Ek paket, dinamik ve gömülü sistemler için Simulink'i, grafiksel çoklu alan simülasyonunu ve model tabanlı tasarımı ekler [41].

5.1.4.1. MATLAB'ın Avantajları

Matlab matematiksel bir işlem kabiliyetine sahip olduğu için diğer uygulamalara göre daha üstün bir zenginliğe sahiptir. Birçok uygulama ve geliştirme platformunda çok fazla kod yazılarak bir uygulama yapılırken MATLAB'da tek satırlık fonksiyonlar sayesinde bu işlemler yapılabilir. Böylelikle zamandan tasarruf sağlanmaktadır. MATLAB görüntü işlemede kullanıldığı gibi paralel hesaplama, matematik, istatistik, optimizasyon, fiziksel modelleme, kontrol sistemleri, sinyal işleme, kablosuz iletişim, kod oluşturma, sayısal biyoloji, finans, uygulama geliştirme gibi bir çok alanda kullanılabilir.

MATLAB'ın ayrıca simulink ortamı da bulunmaktadır. Bu ortam, yapılan uygulamaları kısa zamanda test etmeyi, karmaşık sistemleri tasarlamayı ve birçok sistemi barındırdığından dolayı sürükle bırak yönetimi ile uygulama üzerinde kolaylıkla değişiklikler yapılabilir.

Malezya'da yapılan yeni bir yüz tanıma tekniği çalışmasında MATLAB'dan yararlanılmıştır. Çalışmada; iki boyutlu ayrık kosinüs dönüşümü (2D-DCT) kullanılarak görüntü sıkıştırma yolu ile yüz görüntülerinden gereksiz verileri çıkarılarak yapay zekâya yönelik görüntü tabanlı bir yaklaşım kullanılır. DCT cilt rengine göre yüz görüntüsünden özellikler çıkarır. DCT katsayıları hesaplanarak özellik vektörleri oluşturulur. Kendi kendini organize eden harita, DCT tabanlı özellik vektörlerini sınıflandırmak için denetimsiz öğrenme tekniğini kullanır. Kendi kendini organize eden harita ile yüz tanıma farklı gruplar içinde gri piksel değerlerin yoğunluğunu sınıflandırır. 5 farklı konu ve her konu 5 farklı yüz ifadesi içeren 25 adet yüz görüntüsü bir görüntü veritabanı kullanılarak MATLAB'da işlenir. Yaklaşık 850 devir sistem denedikten sonra 10 ardışık denemede %81,36 oranında tanıma sağlamıştır. Bu tekniğin en önemli avantajı, yüksek hızda işleme yeteneği ve hem hız hem bellek kullanımı açısından düşük hesaplama gereksinimi istemesidir [42].

5.1.4.2. MATLAB'da Genel Görüntü İşleme Komutları

MATLAB'da satırlarca kod yazmamak için bu satırlarca kodun birleştirilmiş olduğu tek satırlık fonksiyonlar vardır. Bu fonksiyonlar sayesinde işlemlerimizi kısa sürede yaparak hem kolaylık sağlanmış olup hem de zamandan tasarruf sağlanmaktadır. Bu fonksiyonları açıklayacak olursak;

- *imread fonksiyonu*: Bu fonksiyon MATLAB'a resim yüklememizi sağlamaktadır.
- *whos fonksiyonu*: Yüklenen resim hakkında bilgi vermektedir.
- *size fonksiyonu*: Yüklenen resmin büyüklüğünü vermektedir.
- *rgb2gray fonksiyonu*: Renkli bir görüntüyü gri seviyeli görüntüye çevirme fonksiyonudur.
- *im2bw fonksiyonu*: Renkli veya gri seviyeli bir görüntüyü siyah beyaza (ikili) görüntüye çevirme fonksiyonudur.
- *imfill fonksiyonu*: İkili görüntülerde arka plandan ayrılan nesnelerin üzerinde küçük küçük siyah noktalar olabilmektedir. Bu noktaları doldurmak için *imfill* fonksiyonu kullanılmaktadır.
- *bwareaopen fonksiyonu*: Gürültü giderme fonksiyonudur. Görüntü üzerinde bulunan gürültülerin giderilmesini sağlamaktadır.
- *strel fonksiyonu*: İkili görüntülerde nesneler birbirine yapışık ya da ayrık olabilmektedir. Bu nesneleri birbirinden ayırmak ya da birleştirmek için bu fonksiyon kullanılmaktadır.
- *imerode fonksiyonu*: Aşındırma işlemi yapan fonksiyondur. Yapışık nesnelerin birbirinden ayrılmasını sağlamaktadır.
- *imdilate fonksiyonu*: Yayma fonksiyonudur. Ayrık nesnelerin birbirine yapışmasını sağlamaktadır.
- *bwboundaries fonksiyonu*: Kenarları belirleme fonksiyonudur. Görüntü üzerinde arka plandan ayrılan objelerin sayılmasını sağlamaktadır.

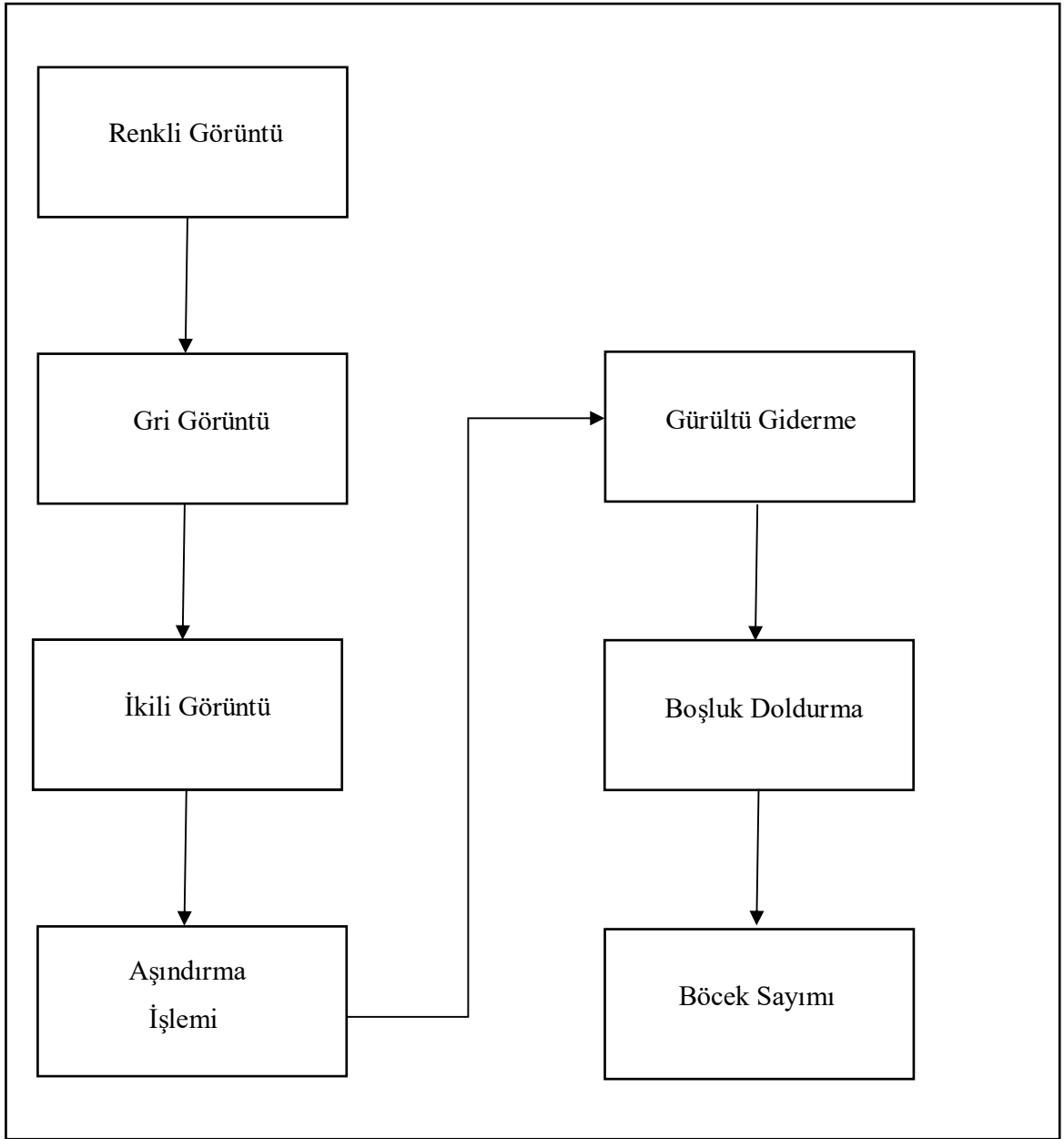
5.1.5. Dosya Transfer Protokolü (File Transfer Protocol – FTP)

Herhangi bir barındırma (hosting) sitesinden FTP adresi temin edilebilir. Barındırma sitesi kullanacağınız FTP için adres, kullanıcı adı ve şifre sağlamaktadır. Verilen FTP adresine giderek kullanıcı adı ve şifreniz girildikten sonra göndermek istediğiniz dosya, resim vb. bu FTP adresinden karşı tarafa gönderilebilmektedir. Karşı tarafta; farklı bir bilgisayardan sizin FTP adresinize giderek kullanıcı adınızı ve şifrenizi girdikten sonra paylaşmış olduğunuz dosyalara erişim sağlamaktadır.



6. GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ İLE BÖCEK ADEDİ TESPİTİ

Görüntü işleme teknikleri kullanılarak tuzağın tabanında ki levhanın üzerine yapışan böceklerin adedi tespit edilmektedir. Görüntüyü griye çevirme, görüntüyü siyah beyaza çevirme, aşındırma, gürültü giderme, boşluk doldurma, kenarların belirlenmesi tekniklerinde yararlanılmıştır.




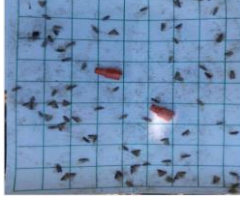

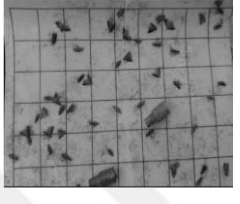
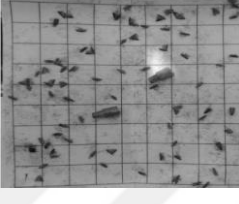
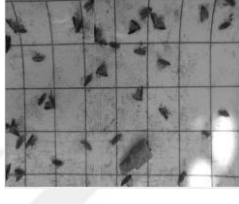
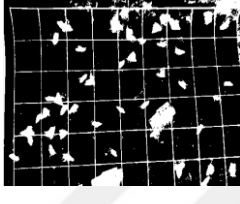
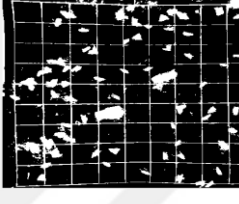
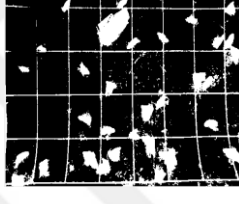






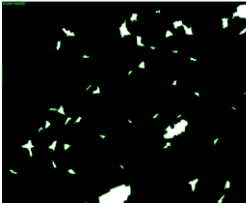
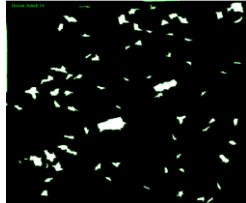
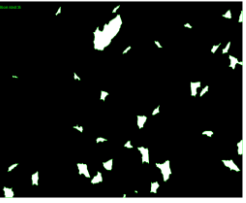
Şekil 6.1 Sistemin Block Diagramı

Zirai mücadele ile uğraşan kişiler mahsullerinin zarar görmemesi için böcekler ile mücadele etmektedirler. Böceklerden zarar görmemek için mahsullerinin bulunduğu tarlalara tuzaklar yerleştirmektedirler. Bu tuzakların görevi zararlı böcekleri yakalamayı sağlamaktır. Tuzak üçgen biçiminde sert plastik, karton, mukavva gibi maddelerden oluşmaktadır. Tuzağın tabanında beyaz levha bulunmaktadır. Bu beyaz levha üzerine yapışkan madde sürülmektedir. Yapışkan madde sayesinde tuzağın içerisine gelen böcekler tabandaki levhaya yapışarak yakalanırlar. Böceklerin tuzağa gelmelerini sağlayan feromon madde kullanılmaktadır. Feromon madde; etrafa dişi böcek kokusu vererek erkek böceklerin tuzağın içerisine gelmesi sağlamaktadır. Tuzağın içine gelen erkek böcekler tabanda ki temiz levhanın üzerine konarak yakalanmaları sağlanmaktadır.

Sistem tuzağın tavanına yerleştirilen mini bir bilgisayar ve mini bilgisayar üzerine entegre edilen kameradan oluşmaktadır. Tuzağın tabanında ki levha üzerine böcekler yapıştıktan sonra böceklerin sayımı için tuzağın tavanına mini bilgisayar monte edilir. Mini bilgisayar kredi kartı büyüklüğündedir. Bir bilgisayarın yapabildiği hemen her işlemi yapabilmektedir. Mini bilgisayar üzerinde ek olarak tabanı görecektir şekilde kamera entegre edilmiştir. Kamera belirli saatler aralığında tabandaki levhanın görüntülerini çekmektedir. Çekilen bu görüntüler mini bilgisayar tarafından FTP' de depolanmaktadır. FTP' de depolanan görüntüler üzerinde MATLAB yazılımı olan bilgisayar aracılığı ile görüntü işleme tekniklerinden yararlanılarak analizi yapılmaktadır.

Zirai mücadele ile uğraşan kişiler böceklerin popülasyonunu dengelemek için delta tipi tuzak kullanırlar. Delta tipi tuzakların tabanında yapışkan temiz levha bulunmaktadır. Tuzağın tavanına mini bilgisayar monte edilir ve mini bilgisayarın üzerine kamera entegre edilmektedir. Kamera belirli saatler aralığında tabanda ki levhanın görüntülerini çekerek mini bilgisayar aracılığı ile bu görüntüler FTP' de depolanır. FTP' de depolanan görüntüler; MATLAB yazılımına sahip bir bilgisayar sayesinde görüntü işleme tekniklerinden yararlanılarak analizleri yapılmaktadır. Bu analizler sonucunda görüntü üzerinde böcekler tespit edilir ve böceklerin adedi bulunur.

Tablo 6.1 Üç farklı örnek görüntünün 6 adımda böcek adedi tespiti

Örnek Görüntü 1	Örnek Görüntü 2	Örnek Görüntü 3
		
		
		
		
		
		

Tablo 6.1’de görüldüğü üzere üç örnek görüntünün altı adımda analizleri alta gösterilmiştir. Delta tipi tuzağın tabanında bulunan yapışkan levhanın görüntüleri, tuzağın tavanına sabitlenen mini bilgisayar ve mini bilgisayara entegre edilen kamera aracılığı ile belirli saatler aralığında çekilmiştir. Çekilen görüntüler mini bilgisayar sayesinde FTP’ de depolanmıştır. FTP’ de depolanan görüntüler MATLAB yazılımı donanımına sahip bilgisayarda analiz edilmiştir. Her görüntü MATLAB’ a tek tek yüklenmiştir ve her görüntünün ayrı ayrı analizi yapılmıştır.

Analizlerde birinci adım olarak orijinal görüntü Matlab’ a yüklenmiştir. İkinci adımda ise orijinal görüntü gri seviyeli görüntüye çevrilmiştir. Üçüncü adımda gri seviyeli görüntüden ikili görüntüye geçişi sağlanmıştır. Dördüncü adımda morfolojik işlemlerden birisi olan aşındırma işlemi yapılmıştır. Bu sayede yapışık olan böceklerin birbirinden ayrılması sağlanmıştır. Beşinci adımda görüntü üzerindeki gürültüler giderilmiştir ve böcekler üzerinde ki boşluklar doldurulmuştur. Altıncı ve son adımda arka plandan ayrılan böceklerin sayılma işlemi yapılmıştır. Aşağıda adımlar daha detaylı incelenmiştir.

1.Adım:

İlk olarak MATLAB’a orijinal görüntü yüklenir. Orijinal görüntü; tuzak içerisinde bulunan kamera tarafından belirli saatler aralığında çekilerek FTP’ ye gönderilmektedir ve FTP’ de depolanmaktadır.

2.Adım:

İkinci adım olarak orijinal görüntü gri seviyeli görüntüye çevrilir. Orijinal görüntüyü gri seviyeli görüntüye çevrilmesinin nedeni görüntüyü siyah beyaz ortamda incelenmesi gerektiğindedir. Gri seviyeli görüntü siyah beyaza çevrilmeden bir önceki adımdır.

3.Adım:

Üçüncü adımda, gri seviyeye çevrilmiş görüntü siyah beyaza çevrilir. Görüntü işlemede sayma işleminin yapılabilmesi için görüntünün ikili görüntü olması gerekmektedir. Bunun sebebi objelerin arka plandan ayrılması içindir. Objeler arka plandan ayrıldıktan sonra sayma işlemi yapılabilmektedir. Siyah beyaz görüntü 0 ve 1'lerden yani siyah ve beyaz piksellerden oluşacağı için sayma işlemi yapı elemanın bu 0 ve 1'leri taraması ile yapılmaktadır.

4.Adım:

Dördüncü adımda, siyah beyaza dönüştürülmüş görüntüye aşındırma işlemi uygulanmaktadır. Görüntü üzerinde yapışık olan objeler MATLAB'da tek bir objeymiş gibi algılandığından dolayı aşındırma işlemi yapılmaktadır. Aşındırma işlemi ile yapışık olan objeler birbirinden ayrılarak daha doğru sonuç vermesi sağlanmaktadır.

5.Adım:

Beşinci adım olarak görüntü üzerindeki gürültülerin giderilmesi ve nesnelere üzerinde ki boşlukların doldurulması işlemi ele alınmaktadır. Gürültülerin giderilmesi görüntü üzerindeki beyaz noktaların giderilmesini sağlayacaktır. Bu sayede bu noktalar böcek olarak sayılmamış olacaktır ve daha temiz görüntü elde edilecektir.

6.Adım:

Altıncı adımda ise nesnelere tespiti ve sayılması işlemi yapılmaktadır. Nesnelere tespiti ve sayılması işlemi arka plandan ayrılan objelerin kenarlarının belirlenmesi ile yapılmaktadır. Yapı elemanı beyaz piksellerin komşuluklarını dikkate alır. Şayet beyaz piksellerin komşulukları yapı elemanı için atanan eşik değerinin üzerindeyse nesne olduğunu algılar ve bunu bütün görüntü için uygular. Yani yapı elemanın eşik değeri 50 olduğu düşünülürse, minimum 50 adet veya 50'nin üzerinde

piksel birbirine komşuysa (yapışksa) bunun nesne olduğunu tayin etmektedir. Eğer eşik değerinin altındaysa nesne olmadığını kabul etmektedir.

FTP' de depolanan üç örnek orijinal görüntü üzerinde böceklerin adedi tespit edilmiştir. Görüntü işleme teknikleri adım adım uygulandıktan sonra verdiği sonuçlar Tablo 6.1'de görülmektedir.

Üç örnek orijinal görüntü üzerindeki böcek yoğunlukları farklı olduğu için aşındırma ve gürültü giderme eşik değerleri her orijinal görüntü için farklı verilmiştir. Böylece daha doğru sonuç elde edilmesi sağlanmıştır. Birincil orijinal görüntünün MATLAB algoritmaları ile yapılan analizinde 50 adet böcek olduğu tespit edilmiştir. Çıplak gözle sayıldığında da aynı sonucu vermiştir. İkinci orijinal görüntü üzerinde yapılan görüntü işleme teknikleri sonrasında elde edilen sonuç 74'tür. İkinci orijinal görüntü çıplak göz ile sayıldığında bu sonucun 75 olduğu görülmüştür. Üçüncü orijinal görüntünün MATLAB algoritmaları ile analizi sonucunda 35 adet böcek olduğu tespit edilmiştir. Üçüncü orijinal görüntü çıplak göz ile sayıldığında da 35 olduğu görülmüştür.

Orijinal üç örnek görüntünün MATLAB algoritması uygulandıktan sonra elde edilen değerler ve yüzdeler başarı durumları Tablo 6.2' de gösterilmiştir.

Tablo 6.2 Görüntülerin değer tablosu

Görüntü	Algoritma Sonucu	Çıplak Göz Sonucu	Yüzdeler Başarı
Örnek Görüntü 1	50	50	%100
Örnek Görüntü 2	74	75	%98,66
Örnek Görüntü 3	35	35	%100

Tablo 6.2'de görüntülerin değer tablosu gösterilmektedir. Üç örnek görüntünün algoritma sonucu analizleri, çıplak göz sonuçları ve çıplak göz baz alınarak algoritmanın yüzdeler başarıları hesaplanmıştır. Örneğin; örnek görüntü 1 için MATLAB programında görüntü işleme teknikleri algoritmaları uygulanması sonrasında görüntüde 50 adet böcek tespit edilmiştir. Aynı görüntü çıplak göz ile sayıldığında 50 adet böcek olduğu görülmüştür. Çıplak göz sonucu baz alınarak yapılan yüzdeler değerlendirmede algoritmanın %100' lük başarı sonucu hesaplanmıştır. Örnek görüntü 2 içinde MATLAB programında görüntü işleme

teknikleri algoritmaları uygulanması sonrasında 74 adet böcek olduğu tespit edilmiştir. Aynı görüntü çıplak göz ile sayıldığında 75 adet böcek sayılmıştır. Çıplak göz sonucu baz alınarak algoritmanın % 98,66'lık yüzelik başarı gösterdiği görülmüştür. Örnek görüntü 3 içinde MATLAB programında görüntü işleme teknikleri algoritmaları uygulanması sonrasında görüntüde 35 adet böcek tespit edilmiştir. Aynı görüntü çıplak göz ile sayıldığında 35 adet böcek olduğu görülmüştür. Çıplak göz sonucu baz alınarak yapılan yüzelik değerlendirmede algoritmanın %100'lük başarı sonucu hesaplanmıştır.



7. SONUÇ

Araştırmada zirai tuzaklarda bulunan böceklerin uzaktan adedinin ve tespitinin yapılması amaçlanmıştır. Böylece tarım ile uğraşan kişiler tuzakların içine yerleştirilen özel bir sistem ile tuzağı uzaktan kontrol edebileceklerdir. Tuzakların sürekli yanlarına gidip kontrol etmelerine gerek kalmayacaktır. Uzaktan izleyip tuzağın içi böcek ile dolduğu zaman tuzağı yenileyebileceklerdir.

Günümüzde hemen her Őeyin uzaktan izlenmesi, takibi ve kontrolü yapılmaktadır. Nesnelerin interneti olarak adlandırılan bu yeni kavram içerisinde birbirlerinden uzak nesnelere bir ağ içerisinde birbirleriyle ve merkez cihazlarla iletişim kurabilmektedirler.

Bu tez çalışmasında da uzaktan izleme, takip ve kontrol işlemlerinin zirai alanda nasıl yapılacağı ve bir uygulaması anlatılmıştır. Elde edilen sonuçlar ile önerilen sistem mimarisinin uzaktan izleme ve böcek adedinin tespit edilmesi için kullanılabilir bir sistem olduğu grlmektedir.

KAYNAKLAR

1. Kaymak S., Özdem A., Karahan A. “Ülkemizde Zirai Mücadele Girdilerinin Değerlendirilmesi” , T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, ISBN : 978-605-9175-33-3, 7, Ankara, Türkiye, Aralık 2015.
2. http://www.tarimkutuphanesi.com/ZIRAI_MUCADELENIN_TANIMI_VE_MUCADELE_YONTEMLERI_00185.html “Zirai Mücadelenin Tanımı ve Mücadele Yöntemleri” , (Erişim Tarihi: 20.03.2016)
3. Altındişli Ö., Kılıç T., Özsemerci F. “Biyoteknik Yöntemlerinin Tanımı ve Gelişimi” Zirai Mücadele Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, Bornova, İzmir, 2007.
4. Johnny L. Miranda, Bobby D. Gerardo, and Bartolome T. Tanguilig III, "Pest Detection and Extraction Using Image Processing Techniques," International Journal of Computer and Communication Engineering vol. 3, no. 3, pp. 189-192, 2014.
5. C.Thulasi Priya, K.Praveen, A.Srividya “Monitoring Of Pest Insect Traps Using Image Sensors” International Journal Of Engineering Trends And Technology-Volume 4 Issue 9-September2013, Assistant Professor, Department of EConE, Sree Vidyanikethan Engineering College, Tirupati 517102, Andhra Pradesh, India
6. Fukatsu T., Watanabe T., Hu H., Yoichi H., Hirafuji M., “Field monitoring support system for the occurrence of *Leptocorisa chinensis* Dallas (Hemiptera: Alydidae) using synthetic attractants, Field Servers, and image analysis” National Agriculture and Food Research Organization, 3-1-1 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8666, Japan, 11 October 2011.
7. https://tr.wikipedia.org/wiki/Nesnelerin_%C4%B0internet%27i “Nesnelerin İnternet’i”, (Erişim Tarihi: 12.08.2016).
8. Kutup N., “Nesnelerin İnterneti; 4H Her yerden, Herkesle, Her zaman, Her nesne ile bağlantı.” İzmir Ekonomi Üniversitesi Endüstri Sistemleri Mühendisliği Bölümü, 2, İzmir, Türkiye, 2011.
9. <http://www.egitimdeteknoloji.com/ogrenme-nesnelerinin-interneti-iolt/> “Öğrenme Nesnelerinin İnterneti”, (Erişim Tarihi: 13.08.2016).

10. <http://blog.turkcell.com.tr/m2m-nedir-ve-gunluk-hayatimizi-nasil-sekillendirir> “M2M nedir ve günlük hayatımızı nasıl şekillendirir” , (Erişim Tarihi: 13.08.2016).
11. Miorandi D., Sicari S., Pellegrini F., Chlamtac I., “Internet of things: Vision, applications and research challenges” CREATE-NET, via Alla Cascata 56/D, IT-38123 Povo, Trento, Italy Dipartimento di Informatica e Comunicazione, Università degli Studi dell’ Insubria, via Mazzini, 5, IT-21100 Varese, Italy, 25 February 2012.
12. Atzori L^a., Iera A^b., Morabito G^c., “The Internet of Things: A survey” DIEE University of Cagliari/Italy^a, University “Mediterranea” of Reggio Calabria/Italy^b, University of Catania/ Italy^c, 14 May 2010.
13. <http://tkm.ibb.gov.tr/ibb-cep-trafik/> “ IBB Cep Trafik” (Erişim Tarihi: 15.08.2016).
14. <http://www.teknolo.com/nesnelerin-interneti-kullanim-alanlari/> “Nesnelerin İnterneti ve Kullanım Alanları” , (Erişim Tarihi: 15.08.2016).
15. T.C Milli Eğitim Bakanlığı, “Elektrik Elektronik Teknolojisi Akıllı Ev Sistemlerine Giriş” 4,6, Ankara, Türkiye, 2015.
16. Sağbaş E., Ballı S., Yıldız T., “Giyilebilir Akıllı Cihazlar Dünyü, Bugünü ve Geleceği” Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü Muğla, Fırat Üniversitesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü Elektronik Ana Bilim Dalı, Elazığ.
17. Karakoç M., “Görüntü İşleme, Teknolojiler ve Uygulamaları” Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 50, Uşak, Türkiye, Şubat 2012.
18. Şenol M., “C# İle Web Kameradan Optik Okuma”, Afyon Kocatepe Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, 12, Afyon, Türkiye, Haziran 2014.
19. <http://ismailari.com/blog/matlab-ile-imge-islemeye-giris/> “Matlab İle İmge İşlemeye Giriş” , (Erişim Tarihi: 25.03.2016)
20. <http://www.yildiz.edu.tr/~bayram/sgi/saygi.htm> “Sayısal Görüntü İşleme”, (Erişim Tarihi: 25.03.2016)
21. <http://blogs.mathworks.com/steve/2008/01/31/counting-occurrences-of-imagecolors/> “Counting Occurrences of Image Colors”, (Erişim Tarihi: 30.03.2016)

22. https://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%B6r%C3%BCnt%C3%BC_i%C5%9Fleme “Görüntü İşleme”, (Erişim Tarihi: 05.04.2016)
23. Karakoç M., “Görüntü İşleme, Teknolojiler ve Uygulamaları” Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 33, Uşak, Türkiye, Şubat 2012.
24. Göçeri E., Yaldır K. “Çok Boyutlu Görüntüler için JPEG2000 Standardını Destekleyen Görüntü İşleme Uygulaması” Pamukkale Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 20070, 64, Denizli, Türkiye, Şubat 2007.
25. http://www.academia.edu/2437911/G%C3%B6r%C3%BCnt%C3%BC_Alg%C4%B1lama_Teknikleri_Ve_Tarih%C3%A7esi “Görüntü Algılama Teknikleri ve Tarihçesi” , (Erişim Tarihi:7.04.2016)
26. Aybars U., “Görüntü İşlemeye Giriş, Introduction to Image Processing”, Ege Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği, 17, İzmir, Türkiye, 2013.
27. <http://www.enterprisecoding.com/post/renkli-resmi-gri-tonlamaya-donusturma> “Renkli bir Resmi Gri Tonlamaya Dönüştürme”, (Erişim Tarihi:14.04.2016)
28. <http://dana.loria.fr/doc/image.html> “Image Processing” (Erişim Tarihi: 10.04.2016)
29. <http://www.atasoyweb.net/Otsu-Esik-Belirleme-Metodu> “Otsu Eşik Belirleme Metodu” , (Erişim Tarihi: 10.04.2016)
30. Gül Ç., “Matlab İle Görüntü İşleme” Elektrik Elektornik Mühendisiliği 31.08.2015.
31. <https://omertaban.com/2013/05/14/goruntu-bozunmalari-ve-duzeltme-teknikleri/> “Görüntü Bozunmaları ve Düzeltme Teknikleri”, (Erişim Tarihi: 13.04.2016)
32. Aydın İ. “Görüntü Restorasyonu” Fırat Üniversitesi, 12, Elazığ, Türkiye.
33. Şenel F. Tokat S., “Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak Bir Ortamın İnsan Yoğunluğunun Hesaplanması” Süleyman Demirel Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 614, Bursa, Türkiye, 1 Aralık 2012.
34. <http://www.caglargul.com/2015/09/matlab-ile-bozuk-para-sayma-algoritmas.html> ,(Erişim Tarihi: 15.04.2016)

35. https://tr.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi “Raspberry Pi” , (Erişim Tarihi: 17.04.2016)
36. <http://www.samm.com/page/17/raspberry-pi-sss.html> , (Erişim Tarihi: 17.04.2016)
37. <http://www.samm.com/product/524/raspberry-pi-kamera-modulu.html> , (Erişim Tarihi: 19.04.2016)
38. <https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/camera/README.md> , (Erişim Tarihi: 30.04.2016)
39. Birişik N. Altındışli Ö. Kılıç T. “Teoriden Pratiğe Biyoteknik Mücadele” T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 48, Ankara, 2013
40. [http://www.tarimkutuphanesi.com/Domates_guvesiTuta_absoluta_\(Meyrick,1917\)_00987.html](http://www.tarimkutuphanesi.com/Domates_guvesiTuta_absoluta_(Meyrick,1917)_00987.html) (Erişim Tarihi: 05.05.2016)
41. <https://tr.wikipedia.org/wiki/MATLAB> , (Erişim Tarihi: 20.05.2016)
42. Nagi J^a., Ahmed S^b., Nagi F.^c “A MATLAB based Face Recognition System using Image Processing and Neural Networks” Department of Electrical and Electronics Engineering Universiti Tenaga Nasional^{ab}, Department of Mechanical Engineering Universiti Tenaga Nasional^c, Km7, Jalan Kajang-Puchong, 43009 Kajang, Malaysia.

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında İstanbul'da doğdu. İlköğretimini İstanbul Davut Akidil İlköğretim okulunda, ortaöğretimini Gümüşhane Lisesinde tamamladı.

2006 yılında Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Doğu Akdeniz Üniversitesi Bilgisayar Teknolojileri ve Bilişim Sistemleri bölümünü kazandı ve 2011 yılında mezun oldu.

2013 yılında, Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Yüksek Lisans programında yüksek lisans öğrenimi yapmaya hak kazandı.