



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HAYVANSAL ÜRETİM ENDÜSTRİSİNDE GÖRÜNTÜ İŞLEME TABANLI GERÇEK ZAMANLI BİR KALİTE KONTROL UYGULAMASI

Halil ÖZKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı

Ağustos-2012
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAYVANSAL ÜRETİM ENDÜSTRİSİNDE GÖRÜNTÜ İŞLEME TABANLI GERÇEK ZAMANLI BİR KALİTE KONTROL UYGULAMASI

Halil ÖZKAN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektronik ve Bilgisayar Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr.Cemil SUNGUR

2012,78 Sayfa

Jüri
Doç.Dr.Cemil SUNGUR
Yrd.Doç.Dr. H. Erdinç KOÇER
Yrd.Doç.Dr. Ö. Kaan BAYKAN

Günümüzde gıda, hijyen ve sağlık standartları gittikçe önem kazanmaya başlamıştır. Gıda üretim alanında kalite kontrol zorunluluk haline gelmiştir. Üretim alanında hızla yoğunlaşmakta olan rekabet ortamında, kalite güvencesinin sağlanması; farklılık yaratmak ve rekabette avantaj sağlamak için, işletmelerin en çok önem verdikleri unsurlardan biri haline gelmiştir.

Hızla gelişen teknolojiler sayesinde kalite kontrolünü otomatik ve güvenli bir şekilde gerçekleştirmek artık mümkün olmaktadır. Endüstriyel uygulamalarda kullanılan görüntü işleme temelli kalite kontrol sistemlerinin amacı ürünlerin kalitesini analiz etmek ve gözlemlemektir.

"Hayvansal Üretim Endüstrisinde Görüntü İşleme Tabanlı Gerçek Zamanlı Bir Kalite Kontrol Uygulaması" isimli tez çalışmamızda; bir kanatlı hayvan ürünü olan tavuk yumurtasının dış özellikleri kullanılarak, yumurta hacim hesaplama ve kir tespiti yoluyla bir kalite kontrol uygulaması yapılmıştır.

Tez çalışması sonucunda %98 doğrulukla kalite kontrol işlemi yapılabilmiştir.

Anahtar Kelimeler: bulanık mantık, görüntü işleme, kalite kontrol, kir tespiti, yumurta tasnif

ABSTRACT

MS THESIS

A REAL TİME QUALİTY CONTROL APPLİCATİON FOR ANİMAL PRODUCTİON BY IMAGE PROCESSİNG

Halil ÖZKAN

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF ELECTRONIC AND COMPUTER EDUCATION

Advisor: Assoc.Prof.Dr.Cemil SUNGUR

2012, 78 Pages

Jury
Assoc.Prof.Dr.Cemil SUNGUR
Asst.Prof.Dr. H.Erdinç KOÇER
Asst.Prof.Dr. Ö.Kaan BAYKAN

Nowadays, the food hygiene and health standarts getting necessity. It is an obligation to control the quality in food production sector. The quality control gets more important in the competing business world to be different and to obtain more advantage to the other companies for outsell.

Any more it is possible to make quality control automatically and safely by fastly improvement on the technologies. In the industrial applications, the quality control which is using image processing based, aims to analise product quality and to observe system.

It is aimed in our search, which is termed as "A Real Time Quality Control Application for Animal Production by Image Processing." , to find quality control degree in the chicken egg and to calculate the volume of egg and to detect dirt on the egg surface.

As a result of this study %98 of success rate was achieved.

Keywords: dirt detection, egg classification, fuzzy logic, image processing, quality control,

ÖNSÖZ

Değerli katkılarıyla bu çalışmamı tamamlamamı sağlayan danışmanım Doç.Dr.Cemil SUNGUR ‘a teşekkürü bir borç bilirim. Yine fikir alış verişinde bulunduğum Yrd.Doç.Dr. Erdinç KOÇER’e teşekkür ederim.

Bunun yanında tüm destekleriyle ailem ve eşime özellikle, Emine ÖZKAN ’a teşekkür ederim.

Halil ÖZKAN
KONYA-2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

1.1. Dünyada Tavuk Yumurtası Üretimi 3
1.2. Türkiye'de Tavuk Yumurtası Üretimi 6

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **8**

3. SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEME VE TEKNİKLERİ **12**

3.1. Görüntü Nedir? 12
3.2. Görüntünün Elde Edilmesi 13
3.3. Sayısal (Dijital) Görüntü 15
3.3.1. İkili görüntü 16
3.3.2. Gri ölçek görüntü 18
3.3.3. Renkli görüntü 20
3.4. Görüntü İşleme 21
3.4.1 Görüntü işleme terimleri 25
3.5. Görüntü İşleme Teknik ve Operasyonları 28
3.5.1. Renkli resmin griye çevrilmesi 28
3.5.2. Renkli veya gri resmin siyah beyaza çevrilmesi 29
3.6. Histogram İşlemleri 31
3.6.1. Histogram çıkarma 31
3.6.2. Histogram eşitleme 32
3.7. Filtreleme İşlemleri 34
3.8. Kenar Belirleme İşlemleri 35

4. BULANIK MANTIK **36**

4.1. Bulanık Kontrolörün Genel Yapısı 37
4.2. Üyelik Fonksiyonları 38
4.2.1. Üçgen Tipi Üyelik Fonksiyonu 39

5. MATERYAL VE YÖNTEM **41**

5.1. Amaç ve Önem 41
5.2. Hedefi 42
5.3. Teknolojik Gelişmeye Katkısı 42
5.5. Tez Sonucunun Mevcut Teknolojilere Olan Farkı, Üstünlükleri 43

5.5.1. İnsansız kalite kontrol - sınıflandırma –akıllı görme sistemi 43
5.5.2. Bu konuda yerli bir tasarım veya üretimin bulunmaması 44
5.6. Materyal 45
5.6.1. Yumurta Taşıma Bandı 46
5.6.2. Kamera 50
5.6.3. Karanlık Oda 51
5.7. Yöntem 52
5.7.1. Yazılım 54

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 72

6.1 Sonuçlar 72
6.2 Öneriler 74

KAYNAKLAR 75

ÖZGEÇMİŞ 78

SİMGELER VE KISALTMALAR

Şekil Listesi

Şekil 3.1 Anlık hava durumunu gösteren radar görüntüsü (www.meteor.gov.tr)
Şekil 3.2 Görüntü yakalama ve sayısallaştırma aşamaları (Soykan, 2005)
Şekil 3.3 Sayısal Görüntü Temsili
Şekil 3.4 İkili sayısal görüntü
Şekil 3.5 Gri ölçek görüntü
Sekil 3.6 Aynı görüntünün farklı bit sayılarıyla ifadesi
Şekil 3.7. Kırmızı, mavi, yeşil (RGB) renkli görüntü küpü
Şekil 3.8 Görüntü İşleme Aşamaları (Yaman, 2000)
Şekil 3.9 Görüntü işleme genel akım şeması (Gonzales ve Woods, 1993)
Sekil 3.10 Sayısal görüntü temsili ve eksenleri
Şekil 3.11 Görüntüye ilişkin histogram
Şekil 3.12 Orijinal resim ve gri'ye dönüştürülmüş hali (Baydar, 2007).
Şekil 3.13 Renkli Resim ve Siyah Beyaz'a dönüştürülmüş hali (Baydar, 2007).
Şekil 3.14 Gri Resim ve Siyah Beyaza dönüştürülmüş hali (Baydar, 2007) .
Şekil 3.15 Resmin kırmızı kanal histogramı
Şekil 3.16 Resmin yeşil ve mavi kanal histogramları
Şekil 3.17 Orijinal Resim ve Histogram Eşitlenmiş Hali
Şekil 3.18 Kenar bölgeleri
Şekil 5.1 Sistem donanımı
Şekil 5.2 Sistem donanımı
Şekil 5.3 Metal Konveyör İskeleti
Şekil 5.4 Tekerlek Bilyesi
Şekil 5.5 Tekerlek
Şekil 5.6 Konveyör Rulosu
Şekil 5.7 Karanlık Oda
Şekil 5.8 Yumurta uzun ve kısa çapı
Şekil 5.9 Kirli yumurta örnekleri
Şekil5.10 Otomasyon arayüzü.
Şekil 5.11 Sistem Yazılımı Algoritması
Şekil 5.12 Yumurta kalite kontrolü manuel sistemi
Şekil 5.13 Kameradan gelen canlı görüntü
Şekil 5.14 Dörtlü yumurta grubu
Şekil 5.15 Yerleri Belirlenmiş Yumurtalar
Şekil 5.16 Lekeli Yumurta Tespiti
Şekil 5.17 Yumurta leke üyelik dereceleri
Şekil 5.18 Yumurta ağırlıkları üyelik dereceleri
Şekil 5.19 Yumurta kalite yüzdesi üyelik dereceleri
Şekil 5.20 Program örnek otomasyon ara-yüzü.
Şekil 5.21 Led gösterge paneli

Çizelgeler

Çizelge 1.1 Dünya Beyaz et ve Yumurta Üretimi (1970-2005) (FAO)
Çizelge 1.2 Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yumurta üretimindeki değişim
Çizelge 1.3 Dünya yumurta üretiminin kıtalar arası değişimi (1970-2005) (FAO)
Çizelge 1.4 Dünya yumurta üretimindeki lider 10 ülke (10970 ve 2005) (FAO)
Çizelge 1.5 Türkiye' de Yıllara Göre Yumurta Üretimi(Yum-Bir: Yumurta Üreticileri Merkez Birliği)
Çizelge 1.6 A Sınıfı Yumurtaların Ağırlık Sınıfları (www.turkishpoultry.com).
Çizelge 5.1 Konveyör Çeşitleri
Çizelge 5.2 Logitech Hd Procam Teknik Özellikleri
Çizelge 5.3 bwconncomp sonucu elde edilen veriler(MATLAB 7-Help).
Çizelge 5.4 Bulanık Kural Tablosu
Çizelge 6.1 Başarı oranı Çizelgesi

Kısaltmalar

RGB – Red, Green, Blue (Kırmızı,Yeşil, Mavi)
CMY – Cyan, Magenta,Yellow (Cyan, Magenta, Sarı)
DIP – Digital Image Processing (Dijital Görüntü İşleme)

1. GİRİŞ

Günümüzde dünya gıda sektöründe önemli gelişmeler olmaktadır. Dünya çapında standartlar belirlenmiştir. Temizlik ve hijyen en dikkat edilen ve aranan özelliklerden olmuştur.

Aynı durum tavukçuluk sektöründe de görülmektedir. Tavuk yumurtası için ağırlık, sağlık ve hijyen koşulları açısından standartlar oluşturulmuştur. Tavuk yumurtacılığı sektöründe en temel problemlerden bir tanesini, defolu ve defosuz yumurtaların otomatik olarak tasnifi teşkil etmektedir (Garcia-Alegra, 1998). Defolu yumurtalar gerek sağlık ve gerek görüntü açısından sıkıntı oluşturmaktadır. Bu sorunun üstesinden gelebilmek adına, içinde; optik, mekanik, elektrik ve akustik tekniklerinde bulunduğu sayısız çeşitte teknikler denenmiştir (USDA, 1990). Esas olarak yumurtaların işlenmesi noktasında 4 adım mevcuttur. Bunlar;

- Toplama,
- Yıkama,
- Derecelendirme
- Paketleme olarak sayılabilir. (Moba NewsLetters, 1996).

Ancak, yumurta kalitelendirme işlemi çok büyük firmalar haricinde genellikle insan algıları ve insan eli yordamlarıyla yapılmaktadır. Bu da beraberinde birçok problemler getirmekte ve bir kalite standardizasyonu oluşturulamamaktadır. Bu konuda gerçek-zamanlı olmayan, yumurta üretim endüstrisinde kullanılamayan birçok akademik çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca yumurta kalite kontrolü konusunda akıllı görme sistemleriyle ilgili herhangi bir Türkçe çalışmaya da rastlanamamış olması bizi bu konuda çalışmaya yöneltmiştir.

Günümüzde yumurtalar koliler içinde S(SMALL)-M(MEDIUM)-L(LARGE) olarak ölçeklendirilerek marketlerde yerini almaktadırlar. Bu yüzden yumurtalar paketlenmeden önce sınıflara ayrılmak zorundadır. Bir çiftlikte üretimin yüz binlerle ifade edilebildiği bir endüstride, sınıflandırma ve kalite kontrol işleminin ne kadar hızlı olması gerektiği tahmin edilebilir bir durumdur. Günümüzde bu işlemler aşama aşama,

insanlar ve makineler tarafından yapılmaktadır. Kalite kontrol işlemi insan duyularıyla yapılmakta ya da akustik temelli makineler tarafından yapılmaktadır.

Yumurta üretim endüstrisinde kullanılan yumurta tasnif ve paketleme makineleri çok büyük sermaye isteyen ve geniş alana ihtiyaç duyan cihazlardır. Tasnif makineleri üreten yerli bir firma olmaması, tamamen dışa bağımlılığı zorunlu hale getirmekte olup, bu yüzden makinelerin bakımı, kullanımı ve kurulumu da oldukça masraflı ve zor olmaktadır. Teknoloji kullanımının kalite kontrol ve hızlı üretim açısından, olmazsa olmaz haline geldiği günümüzde, bu tür teknolojilere sahip olmak ciddi sermaye istediği için, küçük ölçekli işletme ve çiftlikler bu teknolojilere sahip olamamaktadırlar. Ayrıca ithal edilen makineler yalnızca çok büyük işletmelere yönelik olup, küçük işletmeler için maliyet-verimlilik açısından mantıklı değillerdir. Bu noktadan hareketle, yerli ve daha makul maliyetlere üretebileceğimizi düşündüğümüz bir yumurta tasnif ve kalite kontrol sistemi tasarlanmıştır.

Tasarlanan Yumurta Kalite Kontrol ve Sınıflandırma otomasyonunda, bir üretim bandından gelen yumurtaların görüntüsü, gerçek zamanlı kameralar ile sürekli olarak yakalanmaktadır. Uygulamada bir adet kamera, bir bilgisayar ve bir ürün bandı kullanılmıştır. Konveyör bant, yazılımın kontrolünde durup kalkmaktadır. Kameradan alınan görüntüler, görüntü işleme teknikleri ile analiz edilmişlerdir. Görüntü değerlendirme yazılımı için MATLAB 7 programı kullanılmıştır.

Çalışmada kameralardan elde edilen yumurta resimlerinden; uzun çap, kısa çap gibi yumurtaya ait özellikler çıkarılmıştır. Çıkarılan nitelikler kullanılarak çıktı ürünü olan yumurtanın hacim hesaplaması "Narushin Geometrik" (V.G Narushin, 2005) modeli ile yapılmıştır. Ayrıca hacimden yola çıkarak ağırlık hesaplaması ve tahmininde bulunulmuştur. Yine yumurta kabuğu yüzeyi taranarak, kir ve kırık tespiti yapılmıştır.

Bu tez çalışması ile insan gücünden tasarruf edilmesi ve daha düzgün, %100'e yakın bir kalite kontrol amaçlanmıştır.

1.1. Dünyada Tavuk Yumurtası Üretimi

Dünya yumurta üretimi ve ticareti son 35 yıl içerisinde önemli değişiklikler göstermiştir. 1970 ve 2005 yılları arasında yumurta üretimi hızlı bir artış göstermiştir (Çizelge 1.1). 1970-2005 yılları arasında, yumurta üretimi üç kat artmıştır (Hans-Wilhelm, 2007).

1970 ve 2005 yılları arasındaki gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki yumurta üretim hacmi incelendiğinde, (Çizelge 1.3) 90'lı yıllarda gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülkelerin üretim hacmini geçtiğini ve dünya üretiminin 3'te 2sine ulaştığı görülmektedir. Dünya yumurta üretimindeki gelişmeler bölgeler arasında dengesizlikler arz etmektedir (Çizelge 1.4). Avrupa, Kuzey ve Orta Amerika geçmişteki pazar paylarını kaybederken, pazar payı artan tek kıta Asya olmuştur. 1970'li yıllarda dünya yumurta üretiminde lider konumda olan Avrupa, 80'li yılların başında bu konumunu kaybetmiştir. 2005 yılına gelindiğinde Asya kıtası dünya yumurta üretim hacminin %60'ını üretirken, Avrupa %16.8'e, Kuzey ve Orta Amerika %13.6'ya düşmüştür. Güney Amerika ülkeleri 90'lı yıllara kadar dünya pazarında önemli paya sahip iken, daha sonraları üretimleri artmasına karşın bu konumlarını koruyamamışlardır (Hans-Wilhelm, 2007).

1970 yılında Avrupa kıtasındaki altı ülke lider konumunda iken, 2005 yılında dünya üretiminin hacminin %72.4'ünü üreten 10 lider ülke içinde yalınızca Fransa kalmıştır. Bu durum Çizelge 1.4'te görülmektedir. Diğer 5 ülkenin yerlerini, Hindistan, Meksika, Brezilya, Endonezya ve Türkiye almıştır. Şunu ifade edebiliriz ki, 2005 yılında dünya üretiminin hemen hemen yarısı Çin, Hindistan ve Japonya tarafından gerçekleştirilmiştir. 1970'te dünya yumurta üretimini gerçekleştiren 10 ülke arasında gelişmekte olan tek ülke Çin iken, 2005'te FAO'nun gelişmişlik sınıflandırmasına göre gelişmekte olan ülke statüsünde yer alan 6 ülke üst sıralarda yer almıştır. Bu ülkelerden 4'ü Asya'da, 2 tanesi ise Latin Amerika'da bulunmaktadır (Hans-Wilhelm, 2007).

Çizelge 1.1 Dünya Beyaz et ve Yumurta Üretimi (1970-2005) (FAO)

Yıl	**Yumurta (1000 ton)**
1970	19.538
1975	22.232
1980	26.215
1985	30.764
1990	35.232
1995	42.857
2000	51.690
2005	59.233
Artış (%)	**203.2**

Çizelge 1.2 Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yumurta üretimindeki değişim (1970-2005) (FAO)

Yıl	Dünya (1000 ton)	Gelişmiş ülkeler (GÜ) (1000 ton)	Gelişmekte olan ülkeler (1000 ton)	GÜ Payı (%)
1970	19.538	14.866	4.672	23.9
1975	22.232	16.204	6.028	27.1
1980	26.215	17.957	8.265	31.5
1985	36.764	18.667	12.097	39.3
1990	35.232	18.977	16.255	46.1
1995	42.857	17.490	25.367	59.2
2000	51.690	18.263	33.427	64.7
2005	59.233	19.170	40.063	67.6
Artış (%)	**203.2**	**29.0**	**757.5**	-

Çizelge 1.3 Dünya yumurta üretiminin kıtalar arası değişimi (1970-2005) (FAO)

Kıta	**1970**	**1990**	**2005**
Afrika	3.0	4.4	3.7
Asya	23.7	39.2	60.4
Avrupa	30.9	20.1	16.8
Rusya	11.5	13.0	-
Kuzey-orta Amerika	25.3	16.4	13.6
Güney Amerika	4.3	6.3	5.1
Ocenia	1.2	0.7	0.4
Dünya	**100**	**100**	**100**

Çizelge 1.4 Dünya yumurta üretimindeki lider 10 ülke (10970 ve 2005) (FAO)

1970 Ülke	**Üretim (1000 ton)**	**Pay (%)**	**2005 Ülke**	**Üretim (1000 ton)**	**Pay (%)**
ABD	4.053	20.7	Çin	24.348	40.1
Rusya	2.248	11.5	ABD	5.330	9.0
Japonya	1.766	9.0	Hindistan	2.492	4.2
Çin	1.533	7.8	Japonya	2.265	4.2
Almanya	1.162	5.9	Rusya	2.054	3.5
İngiltere	892	4.6	Meksika	1.906	3.2
Fransa	658	3.4	Brezilya	1.560	2.6
İtalya	607	3.1	Fransa	1.045	1.8
İspanya	464	2.4	Endonezya	876	1.5
Polonya	389	2.0	Türkiye	830	1.4
10 ülke	**13.722**	**70.05**	**10 ülke**	**40.906**	**72.4**
Dünya	**19.538**	**100**	**Dünya**	**59.233**	**100**

1.2. Türkiye'de Tavuk Yumurtası Üretimi

Türkiye, 1970'li yıllarda başlayan yumurta üretimi alt yapısını sürekli geliştirerek ve kalitesini yükselterek dünya yumurta üretiminde ilk 10'da yer alır hale gelmiştir. Sürdürülebilir bir yapıya sahip Türk yumurta sektörü hem kendi insanının hayvansal protein ihtiyacını karşılamakta hem de birçok ülkeye yaptığı ihracat ile insanlığın beslenmesine katkı sunmaktadır. Türkiye'nin gıda, yem ve hayvan sağlığı mevzuatı, Avrupa Birliği ile tam uyumludur ve çiftlikten sofraya güvenli yumurta üretmektedir. Ülkemizdeki yıllara göre üretim miktarı Çizelge 1.5 'te verilmiştir.

Çizelge 1.5 türkiye'de yıllara göre yumurta üretimi (Yum-Bir: Yumurta Üreticileri Merkez Birliği)

Yıllar	Yumurta Üretimi (milyon adet)
2000	7.245
2001	8.194
2002	7.809
2003	9.192
2004	7.819
2005	8.397
2006	8.401
2007	10.515
2008	11.258
2009	11.920
2010	12.737
2011	13.980

Türkiye Yumurta Üreticileri Birliği, Uluslararası Yumurta Komisyonu'na üyedir ve dünyadaki bütün gelişmeleri yakından takip etmektedir.

Yumurtalar, Türk Gıda Kodeksi yumurta ve yumurta ürünleri tebliğinde belirlenmiş olan standartlara göre üretilmek, etiketlenmek ve pazarlanmak zorundadırlar. Bu standartlara göre kalite olarak yumurtalar; öncelikle A ve B sınıfı olmak üzere iki gruba ayrılmaktadırlar. A grubu yumurtalar defosuz, B grubu yumurtalar ise defolu olarak belirlenmiştir. Sadece A sınıfı yumurtalar doğrudan insan

tüketimine sunulabilmekte olup, B sınıfı yumurtalar ise sadece gıda sanayisinde kullanılabilmektedirler (www.turkishpoultry.com).

A Sınıfı yumurtalar ise kendi aralarında S-M-L-XL olarak ağırlıklarına göre gruplandırılmışlardır. Her sınıfın ağırlık aralıkları Çizelge 1.6' da gösterilmiştir.

Çizelge 1.6 A Sınıfı Yumurtaların Ağırlık Sınıfları (www.turkishpoultry.com).

Ağırlık Sınıfı	**Ağırlık**
XL – Çok Büyük	≥ 73 g
L – Büyük	63 – 72 g
M – Orta	53 – 62 g
S – Küçük	≤ 52 g

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

García-Alegre M.C., (1997), Towards an automatic visual inspection of eggshell defects, "Yumurta kabuğunda renkli resim işleme tabanlı hata tespiti" isimli çalışmasında, yumurtalar üzerinde akıllı görme sistemine dikkat çekmektedir. Defolu ve sağlam olan yumurtaları yeterli sürelerde ayırmak için bir algoritma işletmişlerdir. Çalışmalarında önce yumurta yerini tespit ederek arka plandan yumurtayı ayırmış ve çeşitli resim iyileştirme ve morfolojik işlemler uygulayarak geçerli sonuçlar almışlardır.

Dehrouyeh M.H., (2010), Grading and Quality Inspection of Defected Eggs Using Machine Vision, "Yumurtaların Makine görmesi kullanılarak kalite tespiti ve sınıflandırılması" isimli çalışmasında; farklı aydınlatmalar altında yumurtalardan alınan resimleri işleyerek, yumurta kabuğunda kir tespiti ve yumurta içini kontrol eden, resim işlemeye dayalı bir algoritma üzerinde durmuşlardır. Yazılım MATLAB 7 üzerinde hazırlanmış olup, HSV renk uzayı kullanılmıştır. Çalışmanın %85,66 oranında başarılı olduğu belirtilmiştir.

Nakano K., (2003), A Study on the Development of Non-Destructive Detection System for Abnormal Eggs, " Anormal yumurtaların, görüntü işleme yoluyla kırılmadan tespiti üzerine bir çalışma" isimli çalışmasında kahverengi yumurtalarda, kabuk üzerindeki anormallikleri ve kabuk içinde bulunabilecek olan kan damlacıklarını, yumurtayı kırmadan tespit edebilecek bir algoritma üzerinde çalışmışlardır. Belirli sayıda yumurta üzerinde yapılan deneylerde başarılı tespit oranının %98 olduğu açıklanmıştır.

Jones D.R., (2010), Modified pressure imaging for egg crack detection and resulting egg quality, "Yumurta kalitesi ve kırık tespiti için yenilenmiş görüntüleme" isimli çalışmasında; yumurtanın raf ömrünün kabuk kalitesine bağlı olduğu, bunun tespitinin çok önemli olduğundan bahsedilmektedir. Kabukta bulunacak olan bir çatlak raf ömrünü azaltmaktadır. Endüstride kullanılan sınıflandırma makinelerinde kalite tespitinin insan algılarıyla yapıldığı belirtilmiş olup, mikro kırıklar olarak adlandırılan kıl çatlaklarının insan gözüyle algılanmasının mümkün olmadığı söylenmiştir. Mikro kırıkların tespitini gerçekleştirmek için bir düzenek hazırlanmış ve yumurta kalitesi tespit edilmiştir.

Lawrence K.C., (2009), Modified pressure System for imaging egg cracks, "Yumurta kırıklarının tespiti için modernize bir sistem" isimli çalışmasında; yumurtanın insan görmesi ile kalitelendirilmesinin çok sağlıklı olmadığı belirtilmiştir. Bu yüzden görüntü işleme tabanlı bir yöntem önerilmiştir. 1000 yumurta üzerinde gerçekleştirilen deneylerde, %99,6 oranında başarılı tespitler alındığı söylenmiştir.

Mertens K., (2005), Dirt detection on Brown eggs by means of color computer vision, "Renkli Bilgisayar görüntüleri kullanılarak kahverengi yumurta resimlerinde kir tespiti" isimli çalışmada; ışık altındaki yumurtalardan görüntü alınarak, yumurtaların sınıflara ayrıldığı bir düzenek ve yazılım hazırlamıştır. 100 sağlam ve 100 hatalı yumurta üzerinde off-line bilgisayar sistemi kullanarak deneyler yapılmış, %99 başarı yakalandığı belirtilmiştir.

Pourezza H.R., (2008), Automatic detection of eggshell defects based on machine vision, "Makine görmesi tabanlı otomatik hatalı yumurta tespiti" isimli çalışmasında; hatalı yumurtaların ekonomik ve sağlık açısından zararlarından bahsetmiş olup, hatalı yumurtaların kamera aracılığı ile bulunmasını baz alan yeni bir algoritma sunmuştur. Bu algoritmaya göre, resim üzerinde devamı gelmeyen düzensiz şekillerin yumurta kabuğundaki hatalardan kaynaklandığı düşünülmüş ve yüksek geçiren filtre uygulanarak düzensizlikler tespit edilmiştir.

Patel V.C., (1998), Color computer vision and artificial neural Networks for the detection of defects in poultry eggs, Bu konuda çok sayıda çalışması olan "Patel ve ark.", "Yumurta defoları tespiti için renkli bilgisayar görmesi ve yapay sinir ağları" isimli çalışmasında kan lekeli yumurta tespiti için yapay sinir ağı çalıştırılmış ve tüm yumurtalar üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır. Kan lekesi tespitinde %92,8 başarı sağlandığı belirtilmiştir.

Schmitt K. M. ve ark., (2000); Image processing applied to brick quality control, "Tuğla kalite kontrolünde görüntü işleme uygulaması" isimli çalışmasında, gerçek zamanlı görüntüden tuğla üzerindeki çatlak, leke veya defoların özellik çıkarımını yaparak, tuğla kalitesi hakkında yorum yapan bir sistem geliştirdiklerini belirtmişlerdir. Geliştirilen sistemin gerçek ticari hayat içinde kullanılabilir olduğunu belirtmişlerdir.

TONGUÇ G., (2007); Yüksek lisans tez çalışmasında görüntü işleme teknikleri kullanarak meyvelerin boyut ve renk ayrımı üzerine çalışmıştır. Çalışmada önce sabit bir platformda ön çalışma ve incelemeler yapılmış, buradan elde edilen verilerle çalışmalar hareketli bir platforma taşınmıştır. Platformdan, yüksek çözünürlüklü kamera ile alınan görüntüler C# programlama dili ile hazırlanan yazılım tarafından işlenmiştir. Kameradan alınan görüntüleri işleyerek ekranda incelediği meyvenin boyut ve rengi hakkında sayısal ve görsel bilgiler vermektedir.

ELBEHIERY H, (2005); Surface Defects Detection for Ceramic Tiles Using Image Processing and Morphological Techniques, Bilgisayar sistemi kullanılarak seramik karo yüzeyindeki kusurların belirlenmesini otomatikleştirme ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. İnsan gözünün objektif ve standartlara sahip olamayacağı göz önüne alınan çalışmada, görüntü işleme teknikleri kullanılarak seramik hatalarına dair öznitelikler çıkaran bir sistem geliştirilmiştir.

Bu tez çalışmasına başlanmadan önce kaynaklarına ulaşılabilen görüntü işleme tabanlı birçok akademik çalışma incelenmiştir. Görüntü işleme üzerine olan çalışmaların tıp ve kalite kontrol alanında yoğunlaştığı ve ihtiyacında bu alanlarda olduğu tespit edilmiştir. Yapılan araştırmalarda yumurta kalite kontrolüne ilişkin yerli bir çalışmaya rastlanamamıştır. Yumurta kalitesi ile ilgili elde edilen diğer çalışmaların ise başarı oranlarının oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Buradan hareketle görüntü işlemenin yumurta kalite kontrolüne uygun olduğu fikri benimsenmiştir. Bugüne kadar hazırlanmış çalışmalar incelendikten sonra, bunların kazanımları ve eksikleri not edilmiş ve üzerinde çalışılmıştır.

Hemen hemen tüm çalışmaların genellikle sabit fotoğraflanan "yumurtalar üzerinde kir tespiti" konusu çerçevesinde yapıldığı anlaşılmıştır. Uygun ışık ortamlarına konularak fotoğraflanan yumurtalar çeşitli yapay zekâ alanları da kullanılarak işlenmiş ve karar verilmiştir. Tüm çalışmaların başarı oranlarının oldukça yüksek olduğu saptanmıştır. Bu da görüntü işlemenin yumurta kalite kontrolünde başarılı olduğunu kanıtlanmıştır. Bu çalışmalar her ne kadar başarılı olsalar da, M.H. Dehrouyeh (2010) çalışmaları dışında gerçek zamanlı çalışmalara rastlanamamıştır. Dolayısıyla bu konudaki bütün kazanımlar teorik düzeyde kalmış, gerçek hayata ve sanayi ortamına

taşınamamıştır. Ayrıca yumurtanın hangi kalite sınıfına ait olduğu belirlenmemiştir. Yalnızca defolu –defosuz şeklinde tespitler yapılmıştır.

İncelenen akademik çalışmalarda kamera ile kütle hesabı ve yumurtanın kalite sınıfını belirlemeye yönelik bir çalışmaya rastlanamamıştır. Geçmiş çalışmalarda tam bir sistem tasarımı yerine, soruna eğilinmiş, ya kir tespiti ya çatlak tespiti üzerine çalışılmıştır. Ancak yumurta kalite sınıf standartları, yumurta kabuğu üzerinde ki kire ve yumurta kütlesine bağlıdır. Gerçek çiftlik koşullarına uygun bir tasarım yapılması istendiğinden, kütle hesabı ve leke tespiti yumurtanın kalite sınıfının belirlenmesi açısından çok önem arz etmektedir. Bu noktadan hareketle, bu tez çalışmasında kütle hesabı ve leke tespiti aynı anda yapılarak, bulanık mantık yoluyla kalite sınıfı gösterilmiştir. Bu tez çalışması, sistem gerçek zamanlı olarak tasarlanmış, prototip makine yapılmış ve üzerinde deneyler çalışılmıştır.

3. SAYISAL GÖRÜNTÜ İŞLEME VE TEKNİKLERİ

3.1. Görüntü Nedir?

Görüntü, iki boyutlu ışık şiddeti fonksiyonudur. Bu fonksiyon f(x,y) seklinde gösterilir. Burada x ve y uzaysal koordinatları, (x,y) noktasındaki f ’nin sayısal değeri ise parlaklık değeri veya görüntünün ilgili noktadaki renk seviye değerlerini göstermektedir. Herhangi bir (x,y) koordinatındaki f ’nin genliğine, görüntünün o noktadaki yoğunluğu denir (İskender, 2009).

İnsan algılama sistemi; görüntü yakalama, gruplama ve analiz konusunda bilinen en karmaşık sistemdir. İnsan görme sistemi gözlerimizle başlar. Işığın çok kanallı dalga boyları her biri birer algılama sistemi olan gözlerimiz yardımı ile algılanır. Görülebilen spektrum tanımı; insan gözünün görebileceği elektro manyetik dalga boyu aralığını tanımlar. Spektrum uzunluk ölçme birimleri ile ölçülebilen periyodik davranış sergileyen enerji dalgalarını temsil etmektedir (İskender, 2009).

Göz ile görülebilen alandaki elektro manyetik dalgalar algılanabilir ve beyin yardımı ile yorumlanabilir görüntü haline dönüştürülmektedir.

Göz çeşitli bileşenlerden oluşmaktadır, bunlar;

- Kornea,
- Göz bebeği,
- Mercek,
- Retina,
- Optik sinirlerdir.

Kornea gözün dış kısmında olup geçirgen, kubbe formunda olup, ışığa odaklama fonksiyonuna sahiptir.

Göz bebeği kendisini tutan kaslar yardımı ile ışık göze ulaştığında gözün açılıp kapanmasına yarar. Göz bebeği göz merceğini örter. Kaslar yardımı ile mercek göze giren ışığın şiddetine göre kalınlaşır veya incelir.

Retina gözün içinde arka iç duvarı tümüyle kaplayan ince saydam bir dokudur. Retinada ışığa duyarlı fotoreseptör hücreler bulunur. Göz basitçe bir kamera gibi çalışır. Ön kısımdaki lens görüntüyü retinaya odaklar ve retina da kameranın arkasındaki film gibi görüntünün oluşmasına imkan sağlar. Optik sinirler ise görme sistemin algılayıcısı ve haberleşme görevini üstlenir.

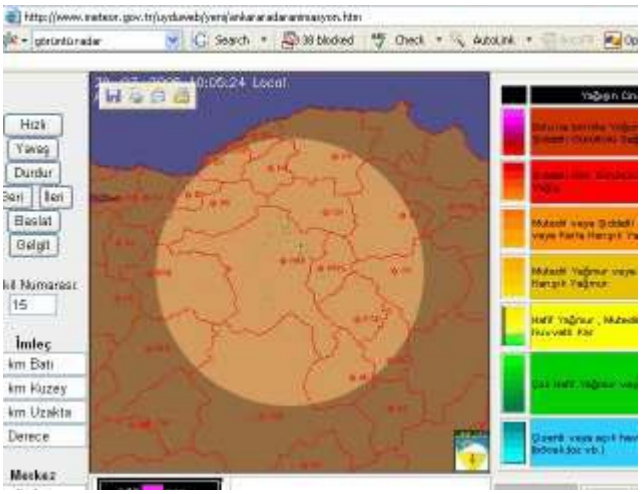
Gözlerin farklı kontrastlara adapte olabilme yeteneği parlaklık adaptasyonu olarak adlandırılır. İki parlaklık düzeyleri arasında ayırım yapabilme yeteneğine ise zıtlık duyarlılığı adı verilir. Bu da gözün etrafını çevreleyen parlaklık düzeylerine bağlıdır. Bu durum, güneşli bir günde farları yanan bir aracın farlarının görülmesinin, gece olmamasına rağmen zor olmasıyla örneklenebilir(Soykan,2005).

Özet olarak; sayısal görüntü işleme için görme sistemlerimizin altında yatan temel mekanizmaların bilinmesi oldukça önemlidir. Kısaca göz bir fotoğraf makinesi gibi düşünülebilir ve beynin görme bölümleri de karmaşık bir sayısal görüntü işleme sistemi olarak düşünülebilir (Soykan, 2005).

3.2. Görüntünün Elde Edilmesi

Gelişen teknoloji ile birlikte bugün pek çok farklı kaynaktan görüntü elde etmek mümkün olmuştur. Elde edilen görüntülerin elde edilme amaçlarına uygun olarak kullanılmaları için dijital görüntülere dönüştürülmeleri yani sayısallaştırılmaları gerekmektedir. Bu kaynaklara örnek olarak radar görüntüleri, sismik görüntüler, tıp alanında MR görüntüleri, ultrason görüntüleri örnek gösterilebilir(Soykan, 2005).

Şekil 3.1’ de www.meteor.gov.tr sitesinden alınan, renklendirilerek anlaşılır hale getirilmiş ve hava durumunu gerçek zamanlı olarak takip etmek için geliştirilmiş sistemden alınan bir örnek görülmektedir (Soykan, 2005).

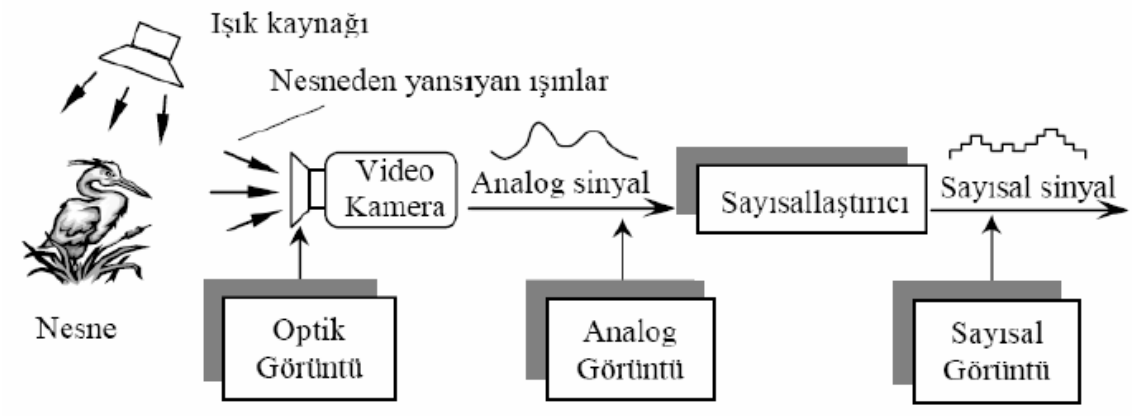


Sekil 3.1 Anlık hava durumunu gösteren radar görüntüsü (www.meteor.gov.tr)

Özellikle uzaktan algılama sistemleri konusunda başarılı sonuçlar veren projeler günümüzde uzay araştırmalarında, hava ve deprem tahmin raporlarında, ulusal güvenlik amaçlı olarak kullanılmaktadır. Bu görüntülerin yakalanması elektromanyetik spektrum üzerindeki dalga boylarının farklı olması sayesinde mümkündür ve farklı amaçlar için kullanılabilmektedirler.

Fiyatları bol sıfırlı rakamlarla ifade edilen çeşitli optik ekipmanlarla donatılmış cihazlar sayesinde elde edilen bu görüntülerin anlamlandırılması aşamasında mutlaka sayısal sinyallere dönüştürülmeleri gerekmektedir (Soykan,2005).

Şekil 3.2'de görüntü yakalama ve sayısallaştırma tekniğinin blok şeması görülmektedir. Nesneden yansıyan ışınlar video kamera tarafından yakalanmakta ve sırasıyla önce analog sinyale, daha sonrada sayısal sinyale dönüştürülmektedir.



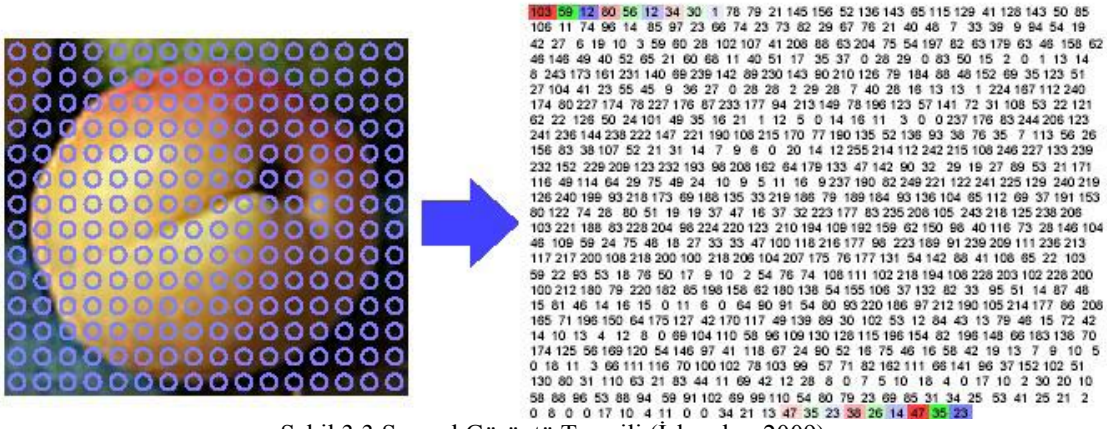
Sekil 3.2 Görüntü yakalama ve sayısallaştırma aşamaları (Soykan,2005)

3.3. Sayısal (Dijital) Görüntü

Görüntü (image) iki boyutlu bir işaret kaydıdır. Fotoğraf gibi gözle görünen bir biçimde olabileceği gibi, manyetik bantta yazılı bir kayıt, ya da bilgisayar belleğinde duran sayısal değerler biçimde olabilir. Görüntüler sürekli-ayrık, analog-sayısal veya sürekli-sayısal olabilirler. Bir görüntü üzerindeki parlaklık hem seviye olarak hem de konum olarak sürekli değişen bir değişkendir. Buna karşılık bilgisayar içinde değerler ayrık sayılar biçiminde temsil edilirler. Bu yüzden bir resmin bilgisayara girilebilmesi, onun belirli sayıda konum (ya da nokta) ve belirli sayıda parlaklık değeri ile ifade edilmesi ile mümkündür. Sayısallaştırma denen bu işlem resmin sürekli değişkenlerini ayrık değişkenlere dönüştürmek olarak tanımlanabilir. Günümüzde dijital fotoğraf makineleri sayısal görüntüleri doğrudan depolayabilmekte ve onların analizi için ön işlemleri sağlayabilmektedir (Soykan, 2005).

Sayısal bir resim denildiğinde akla analog bir sinyalin sayısal bir sinyale dönüştürülmesi gelmektedir. Bu da obje tarafından yayılan enerjinin (analog sinyal) bir algılayıcı tarafından öngörülen elektromanyetik aralıkta algılanarak sayısal sinyal haline dönüştürülmesi ile olanaklı olmaktadır (Haberaecker, 1991).

Resimlerin bilgisayar ortamında değerlendirilebilmeleri için veri formatlarının bilgisayar ortamına uygun hale getirilmeleri gerekmektedir. Bu dönüşüme sayısallaştırma (digitizing) adı verilir. Bir resmin fotografik sunumu, daha doğrusu sayısal forma dönüştürülmesi çeşitli şekillerde olanaklıdır. Buna farklı teknikler kullanılarak resmin sayısallaştırıldığı tarayıcılar örnek olarak verilebilir. Ya da Analog/Sayısal dönüşümün kullanılarak resmin sayısal hale dönüştürüldüğü sistemler (Frame-Grapper), uzaktan algılamada uçak ya da uydulara yerleştirilen çok kanallı tarayıcılar yine örnek olarak verilebilir (Russ, 1997).



Şekil 3.3 Sayısal Görüntü Temsili (İskender, 2009)

Şekil 3.3'te görüldüğü üzere her bir pixelin parlaklık değeri sayılarla bir matris biçiminde tutulmaktadır.

Sayısal görüntü; resim matrisi sayısal değerlerine göre üç farklı şekilde incelenmektedir. Bunlar;

1. İkili (binary image),
2. Gri seviyeli (gray scale)
3. Renkli (color image) olarak sınıflandırılmaktadırlar.

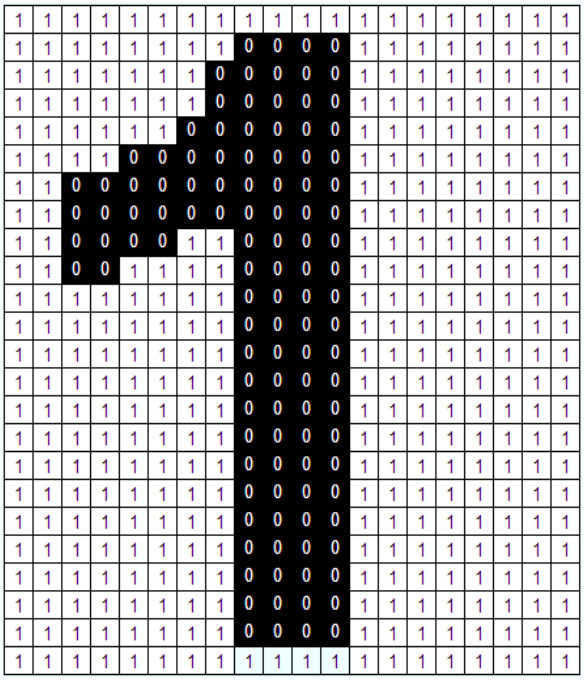
3.3.1. İkili görüntü

Bir resmin sayısallaştırılmasının açıklanması amacı ile öncelikle siyah-beyaz resim göz önünde bulundurulmuştur. Siyah-Beyaz görüntü sadece iki gri değerden oluşan bir resimdir. Böylesi bir görüntüde her bir piksel ya siyah ya da beyaz olarak oluşur. Burada sembolik olarak beyaz pikseller 1, siyah pikseller 0 değeri ile gösterilecektir (Russ, 1999).

Şekil 3.4'te ikili görüntü ve görüntü koordinat sistemindeki gösterimi verilmiştir. Şekil 3.4'te görüldüğü gibi görüntünün parlaklık değerleri sadece 0 ve 1 değerlerden oluşmaktadır.

Bu şekilde 0 ve 1 olarak kodlanmış piksellerden oluşan görüntülere ikili görüntü (binary image) adı verilir. Bu işlem temel olarak iki teknikle yapılabilmektedir.

İkili görüntü gri seviyeli resimlerden elde edilebilmektedir. Bir resim gri seviyeden ikili görüntüye çevrilirken, her bir pixelin parlaklı değeri olan [0..255] aralığının orta değeri olan 128 değeri (eşik değeri olarak) alınır ve parlaklık değeri 128'den küçük olan pikseller 0' a; parlaklık değeri 128 den büyük olanlar 255'e çekilmek suretiyle resimde sadece siyah ve beyaz renklerinin kalması sağlanır.



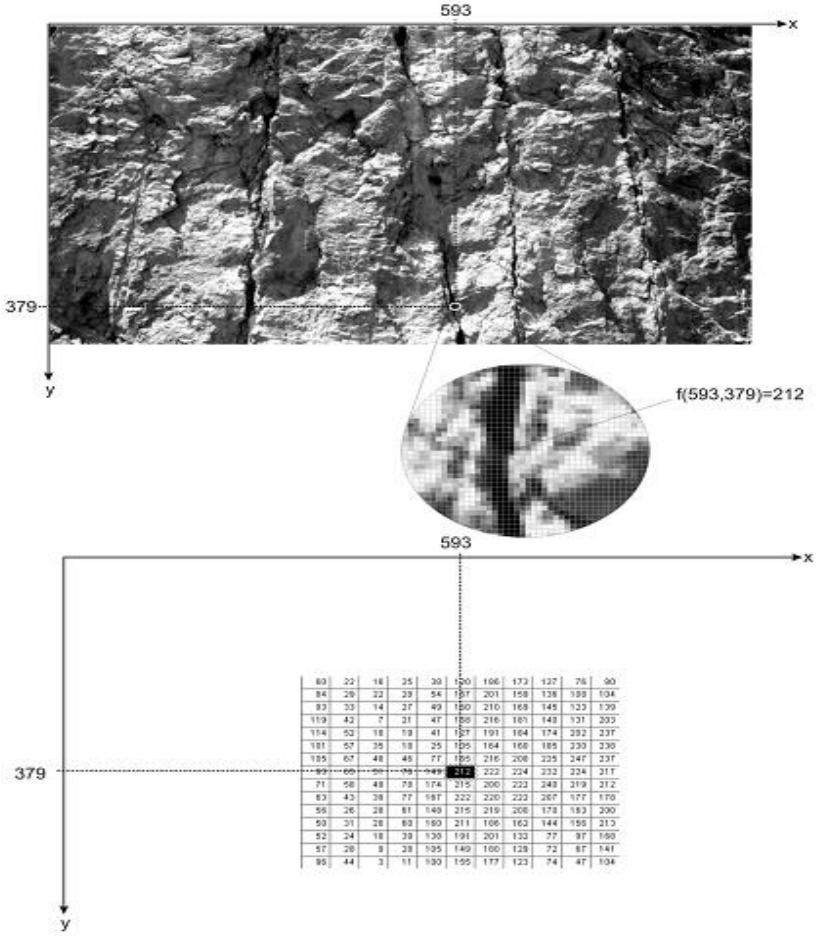
Şekil 3.4 İkili sayısal görüntü (İskender, 2009)

Görüntü işleme metotlarında eşikleme (Thresholding) adı verilen yöntemde ise eşik değeri kullanıcıya bırakılır. Yani, görüntü işleyen kişinin belirleyeceği değer yukarıda anlatılan 128 gibi varsayılır ve resmin diğer değerleri görüntü işleyen kişinin belirlediği değere göre 0' a ya da 255' e çekilir. Örneğin standart olarak 128 değerinin altındaki değerler 0 değerine çekilirken kullanıcı bu değeri 200 değeri olarak belirleyebilir. Böylelikle 200 değerinin altındaki değerler 0 olarak görüntü ikili hale çevrilebilir.

3.3.2. Gri ölçek görüntü

Gri seviyeli görüntülerde; görüntü farklı gri seviye değerlerinden oluşur. Gri değer aralıkları: G={0,1,2,….255} şeklinde ifade edilir. Bunun anlamı şudur: bilgisayarda en düşük veri depolaması byte olarak yapılır ve bir byte 8 bittir. Yani bir karakter 8 bit olarak temsil edilir (1 Byte=8 Bit ve 28=256). Bir gri seviyeli görüntüde 256 adet farklı gri ton değeri daha doğrusu gri değer bulunabilir. 0 gri değeri kural olarak siyah renge, 255 gri değeri ise beyaza karşılık gelir. Bu değerler arasında ise gri seviyeler oluşur (İskender, 2009).

Şekil 3.5 ’da gri seviyeli sayısal bir görüntüye örnek verilmiştir. Görüntü koordinat sisteminde bir f(x,y) değerine karşılık gelen gri seviye değeri 0-255 arasındadır. Şekil 3.5 ’da sayısal görüntünün f(593,379) noktasının parlaklık değeri 212’dir.



Şekil 3.5 Gri ölçek görüntü (İskender, 2009)

Görüntü üzerindeki aydınlatma değerlerinin farklı seviyelerde olması, piksel düzeylerinin farklı olmasındandır. Bu şekilde ifadelerde görüntü siyah-beyaz renk tonlarından meydana geliyorsa, görüntü üzerindeki her bir nokta gri-düzey skala üzerindeki renk değerleriyle ifade edilir. Görüntü üzerindeki noktalar farklı olduğundan, her bir aydınlatma düzeyi için gerekli bitlerin yerleşimi farklıdır. Bu gibi değişik düzeylerin oluşturduğu görüntüler, gri-düzey skala ile ifade edilirler (Yaman, 2000).

Değişik düzeylerin oluşturduğu görüntüler, gri-düzey veya gri-düzey cetveli ile ifade edilebilirler. Çünkü gri düzey görüntülerle işlem yapmak renkli görüntülerle olduğundan çok daha kolaydır. Piksel basına düsen bit sayıları; burada 4 bit/piksel yani bir pikselin değerini belirtmek için 4 bit kullanılmıştır. 0'dan 15'e kadar 16 gri-düzey değerleri mevcuttur.

Renkli görüntüler RGB adı verilen 24 bitlik renk uzayıyla ifade edilirler. Şekil 3.6'da farklı bit sayılarındaki resimler görünmektedir. RGB(Red-Green-Blue) görüntüyü gri ölçekli görüntüye çevirmek için Denklem (3.1) kullanılır (Soykan,2005).

$$Gri\ ölçek\ yoğunluğu = 0.333G + 0.333B + 0.333R \quad (3.1)$$

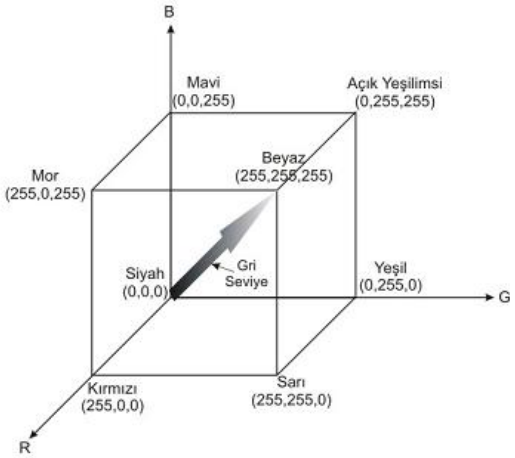


Şekil 3.6 Aynı görüntünün farklı bit sayılarıyla ifadesi (Soykan, 2005)

3.3.3. Renkli görüntü

Renkli görüntüler genellikle RGB denilen kırmızı (Red), yeşil (Green) ve mavinin (Blue) 0-255 arasında değişen parlaklık değerleri tarafından oluşturulan formatta ifade edilirler. Renkler birincil renkler denilen kırmızı, yeşil ve mavinin farklı oranlarda karıştırılmasıyla oluşur. Bu kartezyen koordinat sisteminde açıklanacak olursa başlangıç noktası (0,0,0) siyah, tüm renk değerlerinin (255,255,5) olduğu değer ise beyaz olacaktır.

Şekil 3.7 'de görüldüğü gibi en az iki rengin bir araya gelmesi ile de ikincil renkler denilen mor (magneta), açık yeşilimsi (cyan), ve sarı (yellow) renkleri oluşmaktadır. Bunlardan birinci renkler ile geliştirilen modele RGB, ikincil renkler ile geliştirilen modele ise CMY olarak isim verilmektedir (İskender, 2009).



Şekil 3.7. Kırmızı, mavi, yeşil (RGB) renkli görüntü küpü(İskender, 2009)

Renkli görüntüler bilgisayar ekranlarında 24 bit'lik veri olarak görüntülenir. Görüntüleme R (Kırmızı), G (Yeşil), B (Mavi) kodlanmış aynı objeye ait üç adet gri düzeyli görüntünün üst üste ekrana iletilmesi ile oluşur. Buna göre renkli görüntülerin f(x,y) fonksiyonu gri seviyeli görüntüde olduğu gibi 0-255 arasında sayısal bir büyüklük değil 3 elemanlı bir vektördür (İskender,2009).

3.4. Görüntü İşleme

Görüntü işleme, insan görme sisteminin yaptığı işlemlerin bilgisayar ortamında gerçekleştirilmeye çalışılmasıdır. Bu işlemlerden bazıları; nesne renk ve nesne algılama, ayırt etme, yorumlama ve hatırlamadır. İnsanoğlu görüntü algılama hissine doğuştan sahip olması nedeniyle, ilk bakışta kolay gibi düşünülen bu işlemlerin bilgisayar ortamında uygulaması oldukça zordur. Çünkü insan algılama sistemi; görüntü yakalama, gruplama ve analiz konusunda bilinen en karmaşık sistemdir (Jaehne, 1997).

Görüntü işleme endüstriyel otomasyonda ve otomatik görüntü kontrolünde çok önemli bir alandır. Örneğin üretilen ürünün, montaj hattındaki işlem değişkenlikleri ve kusurları özellik çıkarımı yapılarak analiz edilir (Baxes, 1994).

Görüntü işleme; dijital olarak alınan görüntülerin işlenerek özelliklerinin ve yapılarının değiştirilmesini, geliştirilmesini ve bu görüntüler vasıtasıyla analizlerin yapılmasını sağlayan teknolojidir. Arzu edilen resimleri üretmek için algoritma tarafından yapılan resimlerin işlenmesi gereklidir (Milan ve ark., 2002).

Görüntü işleme, genel terim olarak resimsel bilgilerin değiştirilmesi ve analizi demektir. Sayısallaştırılmış görüntülerin bilgisayarlar aracılığıyla işlenmesi olarak da ifade edilebilir. Modern data depolamada ve data iletiminde önemlidir, ve de özellikle sıralı resimlerin iletilmesinde, telekonferansta, dijital kütüphaneler ve resim veri tabanlarında, uzaktan algılamalarda önemlidir (Vincent ve ark., 2009).

Görüntü işleme yöntemleri; görüntünün elde edilmesi, sayısallaştırılması, bölümlenmesi, iyileştirilmesi, sınıflandırılması, kaydedilmesi ve yeniden çağrılması gibi birçok işlemi kapsar ve bu yöntemler özellikle sanayide devam etmekte olan bir süreci kesip içinden numune almadan görece - uzaktan ve hızlı bir seklide yapılan birçok işlem için uygulama alanı oluşturur. Tıp ve biyolojide, biyomedikal görüntülerin işlenmesi ve değerlendirilmesi; fizik ve mühendislikte, elektron mikroskobu ve spektrometre görüntülerinin işlenmesi; uzay ve havacılık alanlarında uydu ve radar görüntülerinin işlenmesi ve bunların değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Savunma sanayisi ve güvenlik sektöründe parmak izi, görüntü tarama, gece görüntü tanıma, endüstrinin

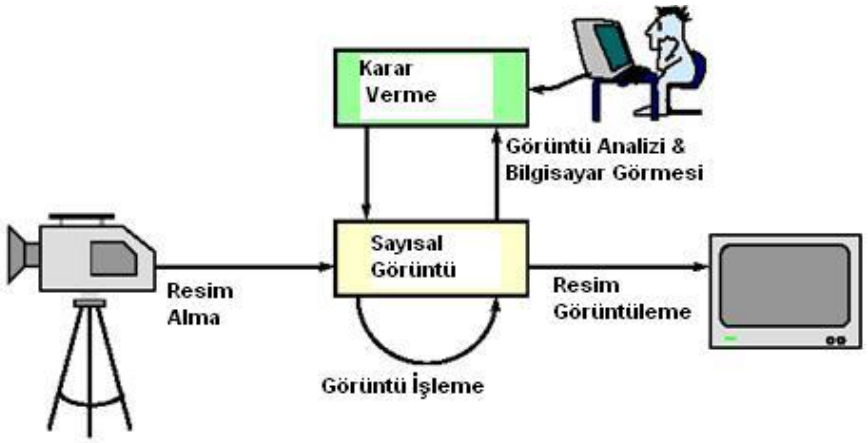
birçok alanında hata denetimi, sınıflandırma ve kontrolde, hava ve tarım ürünlerinin tahmininde kullanılmaktadır.

Sayısal görüntü elde edildikten sonra, diğer adım ön işleme aşamasıdır. Bu aşamada, alınan görüntü bir sonraki aşamada hatasız ve kolay işlenebilmesi için daha belirgin ve anlaşılır hale getirilir. Bu işlemlerden bazıları:

- Görüntüyü belirginleştirmek,
- Görüntüde bulunan kirlilikleri filtrelemek,
- Görüntü üzerindeki yapısal bozuklukları yok etmek veya minimize etmektir.

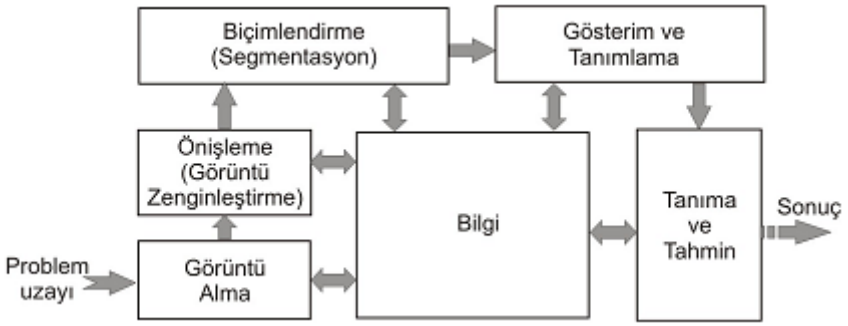
Sayısal görüntü işlemede; "Görüntüyü belirginleştirme", görüntüleme sırasında hatalı donanım ayarlarının kullanılması gibi nedenlerle oluşan görüntü kirliliklerin (gürültü) giderilmesi, detayların daha belirgin hale getirilmesi gibi görüntü kalitesinin iyileştirilmesine yönelik işlemleri ifade eder ve sonuçta yeni bir görüntü elde edilir. Sayısal görüntü analizinde ise genellikle yapılan işlemler sonucunda yeni bir görüntü elde edilmez, ancak görüntüye ait sınıflandırmalar yapılabilir, görüntüyle ilgili istatistikler üretilir. Sayısal görüntü analizinde nesnelere ait parametrelerin (sekil, uzunluk, alan, açı, nisbî konum, dokusal yapı, gri-ton değeri, RGB renk değerleri vb.) ölçülmesi söz konusudur.

Dijital bir resim haline getirilmiş olan gerçek yaşamdaki görüntülerin, bir girdi resim olarak işlenerek, o resmin özelliklerinin ve görüntüsünün değiştirilmesi sonucunda yeni bir resmin oluşturulmasıdır.



Şekil 3.8 Görüntü İşleme Aşamaları (Yaman, 2000)

Sayısal görüntü işleme çalışmalarında kullanılan bir çok işlem basamakları vardır. En genel haliyle Şekil 3.8'de grafiksel olarak verilmiştir. Şekil 3.9'da görüldüğü gibi görüntü işlemede ilk işlem görüntünün dünyadan hafıza birimine alınmasını sağlamaktır.



Şekil 3.9 Görüntü işleme genel akım şeması (Gonzales ve Woods, 1993)

Sayısal resim elde edildikten sonraki basamak ise ön-işlemedir. Adından da anlaşıldığı gibi ön-işleme, elde edilen sayısal resmi kullanmadan önce daha başarılı bir sonuç elde edebilmek için, resmin bazı ön işlemlerden geçirilmesidir. Bu işlemlere örnek olarak; kontrastın ayarlanması, resimdeki gürültülerin azaltılması ve/veya yok edilmesi, resimdeki bölgelerin birbirinden ayrılması gibi işlemleri verebiliriz

Ön-işlemler bittikten sonra görüntü biçimlendirme (segmentation) basamağına geçilir. Görüntü biçimlendirme, bir görüntüdeki nesne ve artalanın veya resim içerisindeki ilgilenilen değişik özelliklere sahip bölgelerin birbirinden ayrıştırılması işlemidir. Biçimlendirme görüntü işlemenin en zor uygulamasıdır ve biçimlendirme tekniklerinin sonuçlarında belli bir hata oranı olabilmektedir. Görüntü biçimlendirme

bir resimdeki nesnenin sınırları, şekli veya o nesnenin alanı gibi ham bilgiler üretir. Eğer objelerin şekilleriyle ilgileniyorsak biçimlendirme bize o nesnenin kenarları, köşeleri ve sınırları hakkında bilgi vermesini bekleriz. Fakat resim içerisindeki nesnenin yüzey kaplaması, alanı, renkleri, iskeleti gibi iç özellikleriyle ilgileniliyorsa bölgesel biçimlendirme kullanılması gerekir.

Karakter veya genel olarak örnek (pattern) tanıma gibi oldukça karmaşık problemlerinin çözümü için her iki biçimlendirme metodunda bir arada kullanılması gerekebilmektedir.

Görüntü biçimlendirmeden sonraki basamak, görüntünün gösterimi ve resmin tanımlanmasıdır. Ham bilgiler görüntüde ilgilenilen ayrıntı ve bilgilerin ön plana çıkarılması bu aşamada yapılır. En son kısım ise tanıma ve yorumlamadır. Bu aşamada ise görüntü içerisindeki nesnelerin veya bölgelerin önceden belirlenen tanımlamalara göre etiketlendirilmesidir.

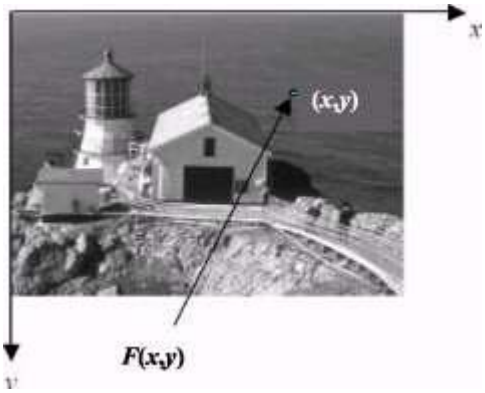
Bütün bu işlemler sırasında görüntü bilgisinden sürekli yararlanılmaktadır. Ham görüntünün ilk durumunda var olan bilgilerde işlemlerden önce gözden geçirilmeli ve görüntü işleme teknikleri esnasında da sürekli görüntüden bilgi alınarak onun analizi sağlanmalıdır (İskender, 2009).

3.4.1 Görüntü işleme terimleri

3.4.1.Piksel

Bir sayısal görüntü genellikle dikdörtgen seklinde piksel serisinden oluşacak biçimde örneklenir. Sayısal görüntü M ve N sayılarında satır ve sütunlardan oluşur. Satır ve sütunların kesiştiği her bölgeye piksel denir.

Şekil 3.10'da görüldüğü üzere her pikselin görüntü üzerinde belirli bir koordinatı (x, y), vardır.



Sekil 3.10 Sayısal görüntü temsili ve eksenleri (Soykan, 2005)

Bir sayısal görüntü, satır ve sütun indisleri görüntü içerisinde herhangi bir noktayı tanımlayan elemanlardan meydana gelmiş bir matris olarak göz önüne alınabilir. Bu matrisin her bir elemanının sayısal değeri, kendisine karşılık gelen noktalardaki renk seviye değerine eşittir. Bu sayısal dizinin veya matrisin her bir elemanına görüntü elemanı, resim elemanı veya piksel denir (Soykan, 2005).

Tüm sayısal görüntülerin en küçük parçası olan üçlü nokta grubuna piksel denir. İngilizcede''de resim parçası anlamına gelen "picture element" birleşik kelimesinden çıkarılmıştır. Aynı zamanda yatay ve düşey koordinatların kesiştiği nokta olarak söylenebilir.

3.4.2. Çözünürlük

Elektronik görüntüleme sistemleri kapsamında, çözünürlük terimi, o görüntünün oluşturulmasında kullanılan piksel (resim ögeleri) sayısını ifade eder. Örneğin, eğer bir görüntünün çözünürlüğü 720 x 480 ise, bu demektir ki, 720 piksel genişliğe 480 piksel uzunluk vardır. Çözünürlük Renkli bir görüntüde, her bir piksel tek basına belli bir renge ayarlanabilir. Bunu canlandırmanın bir yolu, her pikseli bir Roma mozaiğini oluşturan küçük tuğlalar olarak düşünmektir. Şu da önemlidir ki; bir görüntünün çözünürlüğü doğrudan son görüntünün boyutuna bağlı değildir. Örneğin, eğer piksellerimiz 1 mm kare ise, o zaman bir 100 x 100'lik görüntü boyut olarak 10 cm x 10 cm olacaktır. Fakat eğer görüntüyü vermek için 1 metrekarelik renkli kaldırım tasları kullanmamız gerekseydi, sonuç boyut olarak 100 metre x 100 metre olacaktı. Bu iki görüntünün de ölçüleri farklı olacaktır, fakat yine de her ikisinin de çözünürlüğü aynı olacak ve aynı oranda bilgi içereceklerdir (Karagöz, 2006).

3.4.3. Histogram

Bir görüntüde ortalama değer, standart sapma görüntüdeki gri değerlerin dağılımına ilişkin basit ölçütlerdir. Aynı şekilde görüntü histogramı da görüntüde piksellerin gri değerlerine ilişkin bağıl sıklık ölçütünü oluşturur. Şekildeki histogramda yatay eksen gri değer aralığını, düşey eksen de her bir aralıktaki piksel sayısını göstermektedir. Böylelikle görüntünün kontrastına ilişkin bilgi elde etmek mümkün olmaktadır.

Görüntü üzerindeki piksellerin nerede yerleştiği tam olarak çıkartılamaz. Fakat görüntünün aydınlık-karanlık bölge değerlerinden görüntü hakkında genel bilgiler elde edilebilir. Uygulanmak istenen eşik değerleri tahmin edilebilir. Matematiksel olarak, bir dijital görüntü histogramı aşağıdaki denklemde verildiği gibi tanımlanabilir (3.2) (Aktan, 2004).

$$P(r_k) = \frac{n_k}{n} \tag{3.2}$$

Burada;

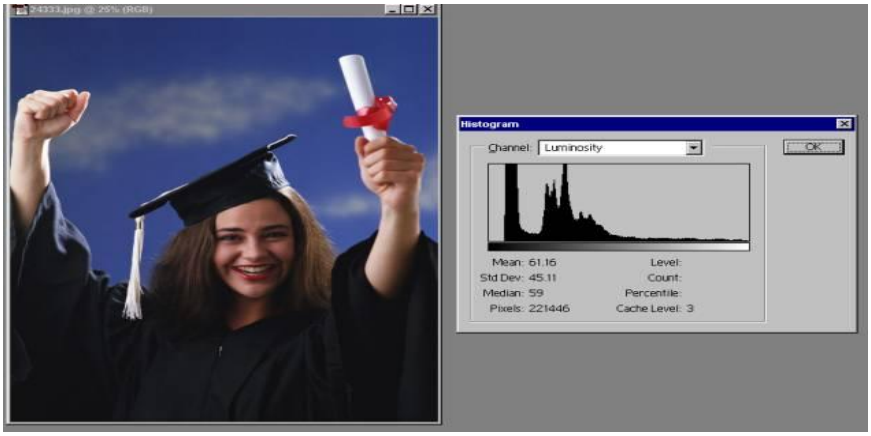
r_k: k'ıncı gri seviye,

n_k: bu gri seviyeye sahip toplam piksel adedi,

n: görüntü üzerindeki toplam piksel adedi,

olarak tanımlanmıştır (Aktan, 2004).

Histogramdan yararlanılarak görüntüdeki kontrastın zenginleştirilmesi mümkündür (Russ, 1999). Şekil 3.11'de resmin histogramı görülmektedir.



Şekil 3.11 Görüntüye ilişkin histogram

3.5. Görüntü İşleme Teknik ve Operasyonları

3.5.1. Renkli resmin griye çevrilmesi

Renkli sayısal bir resmi gri seviye resme çevirebilmek; RGB renk modelinde belirtilen gri-seviye renk değerlerinin orijinal resimdeki piksellerin her bir renk kanalındaki sahip oldukları renk değerlerinin yerine, resmin özelliklerini değiştirmeden konulması ile elde edilmektedir.

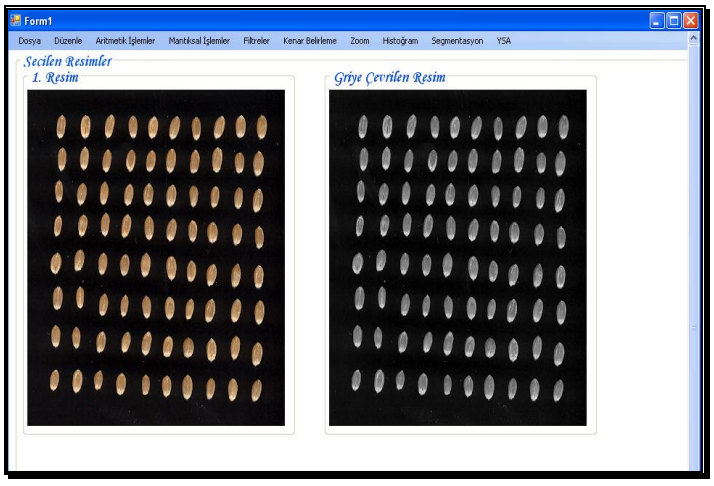
Hatırlanacağı üzere RGB küpündeki beyaz-siyah köşegeninde ki tüm değerler gri-seviye deki renk kodlandır. Gri resim ise RGB renk kanallarının hepsinin ortak bir değer ile doldurulmasından elde edilir. (127, 127, 127) üçlüsü grinin tonu iken (127, 18, 63) beyaz -siyah köşegeninde bulunmadığı için gri seviye değildir.

Aşağıda ifade edilmiş olan Denklem (3.3); RGB' den griye dönüşüm formülü olarak ifade edilebilir.

$$Y=0.299R+0.587G+0.114B \tag{3.3}$$

Ayrıca griye dönüşüm için (R+G+B)/3 formülü de kullanılabilir.

Renkli orijinal resmin, griye dönüşmüş hali Şekil 3.12'de görülmektedir.



Şekil 3.12 Orijinal resim ve gri'ye dönüştürülmüş hali (Baydar, 2007).

MATLAB 7 programı ortamında RGB resmi gri- seviye resmine çeviren kod şu şekildedir :

```
I = rgb2gray(RGB)(www.matworks.com).
```

"rgb2gray" MATLAB 7 image processing toolbox fonksiyonu; gerçek RGB resmi gri-seviye resme çevirir ve bunu yaparken resmin parlaklığını korur, RGB resmin hue ve saturation bilgilerini görmezden gelir.

3.5.2. Renkli veya gri resmin siyah beyaza çevrilmesi

Gri seviye bir resim, her bir piksel için 0 ile 255 arasında bir parlaklık değeri alır. Ve gri tonda görüntü işte bu farklı parlaklık değerlerine göre oluşur. 0 değeri siyah, 255 ise beyaz idi.

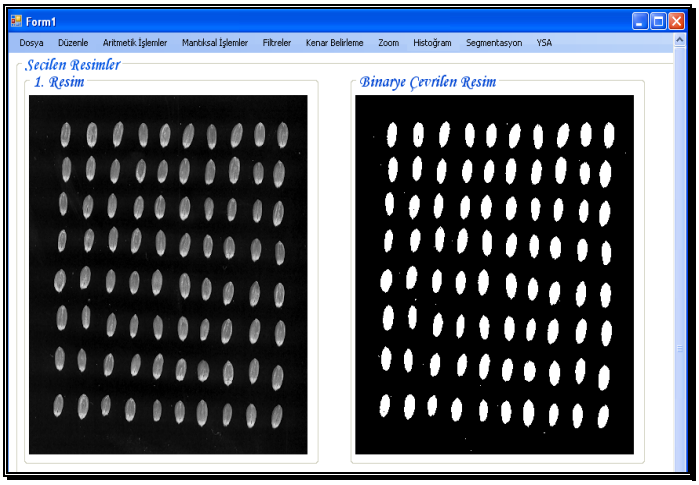
Bir resim griden binary'e çevrilirken [0..255] aralığının orta değeri olan 128 eşik değeri olarak alınır ve parlaklık değeri 128'den küçük olan pikseller 0' a; parlaklık değeri 128 den büyük olanlar 255'e çekilmek suretiyle resimde sadece siyah ve beyaz renklerinin kalması sağlanır. Bu şekilde yalnızca 0 ve 255 ya da 2'lik sisteme göre 0 ve 1 değerlerini taşıyan resme binary resim adı verilir. Daha önce belirtilen eşik değeri olan 128 bizim isteğimiz doğrultusunda seçilmiştir. İstendiği takdirde 128 rakamı değiştirilebilir.128 den büyürse dönüşüm de siyahlık oranı artar, küçülürse resimdeki beyazlık oranı artacaktır.

Renkli bir resmin siyah beyaza dönüşmüş şekli Şekil 3.13' de görülmektedir.



Şekil 3.13 Renkli Resim ve Siyah Beyaz'a dönüştürülmüş hali (Baydar, 2007).

Gri bir resmin siyah beyaza dönüşmüş hali Şekil 3.14'teki resimde görülmektedir.



Şekil 3.14 Gri Resim ve Siyah Beyaza dönüştürülmüş hali (Baydar, 2007) .

MATLAB 7 programı ortamında resmi, binary resme çeviren kod aşağıdaki gibidir:

```
I = im2bw(resim,level)(www.matworks.com)
```

im2bw fonksiyonu gri-ölçek resimleri ikili resme çevirmekte kullanılmaktadır. Bu işlem gri seviyedeki [0-255] arasındaki parlaklık değerlerinin fonksiyonda kullanılan level ifadesinden büyük yada küçük olmasına göre 1(büyükse) ve 0(küçükse)' lara dönüştürülmesi suretiyle gerçekleştirilir. Level ifadesi 0 ve 1 arasında değer alabilir ve im2bw fonksiyonu için level standart olarak 0.5 olarak kabul edilir. İstenildiğinde level değeri 0.5'ten farklı bir değer olarak girilebilir.

İm2bw fonksiyonu RGB renkli resimleri de doğrudan ikili resme çevirebilmektedir. Bu işlem RGB resmin önce gri-ölçek resme çevirmek ve daha sonra yukarıda anlatılmış olan tekniklerle ikili resme çervrilmesi suretiyle gerçekleştirilmektedir (MATLAB 7-Help).

3.6. Histogram İşlemleri

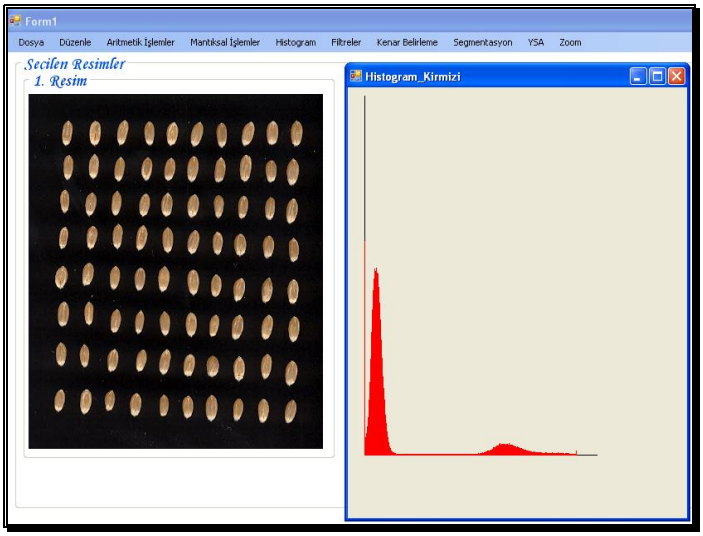
Histogram, sayısal bir resim içerisinde her renk değerinden kaç adet olduğunu gösteren grafiktir. Bu grafiğe bakılarak resmin parlaklık durumu ya da tonları hakkında bilgi sahibi olunabilir.

Histogram, görüntü üzerindeki piksellerin değerlerinin grafiksel ifadesidir. Buna görüntü histogramı veya gri-düzey histogramı denir. Görüntü histogramı, görüntünün her bir noktasındaki piksellerin tespiti ile bu piksellerin sayısının ne kadar olduğunu gösterir. Bu sayede histogram üzerinden görüntü ile ilgili çeşitli bilgilerin çıkartılması sağlanır.

3.6.1. Histogram çıkarma

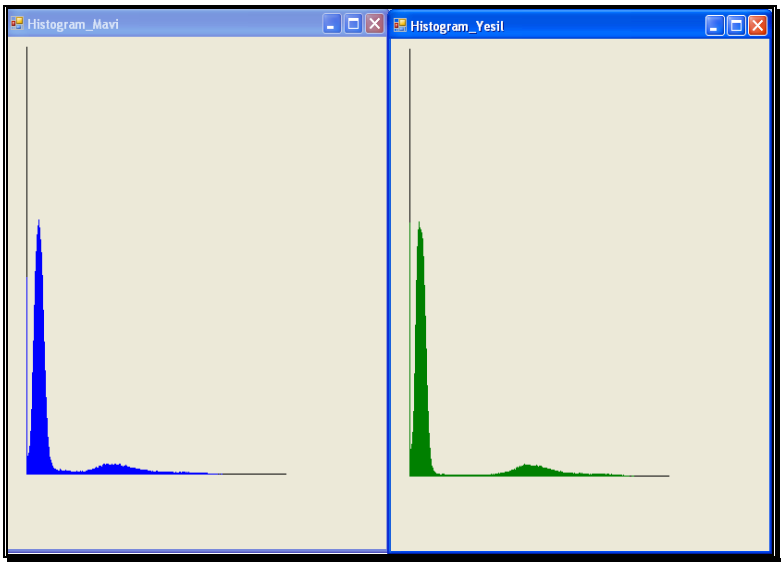
Histogram bir veri kümesindeki değerlerin dağılımını gösteren grafiktir. Görüntünün histogramı piksel değerlerinden oluşan görüntü matrisinin elemanlarının dağılımını veren grafiktir. Histogram grafiğine bakılarak hangi parlaklık değerine sahip piksellerin görüntü üzerinde daha yoğun olduğu gibi bilgiler alınabilir. Histogram grafiği için "imhist" fonksiyonu kullanılır. Görüntü matrisi parametre olarak fonksiyona gönderilir. Geri dönüş ise histogramın yer aldığı bir grafik penceresidir (Demir, 2006).

Şekil 3.15 'te resmin Kırmızı Kanal Histogram'ı görülmektedir.



Şekil 3.15 Resmin kırmızı kanal histogramı

Frekans bir piksel değerinden resimde kaç tane olduğunu görmemize yarar. Şekil 3.16 ‘da ise yeşil ve mavi kanal histogramlarını gösteren frekans grafikleri verilmiştir.



Şekil 3.16 Resmin yeşil ve mavi kanal histogramları

Bir resmin histogramını gösteren MATLAB kodları şu şekildedir :

```
I = imread('pout.tif');
imhist(I)
```

3.6.2. Histogram eşitleme

Histogram eşitleme ise renk değerleri düzgün dağılımlı olmayan resimler için uygun bir görüntü iyileştirme metodudur. Resmin tümüne uygulanabileceği gibi sadece belli bir bölgesine de uygulanabilir. Tüm resme uygulanırsa global histogram eşitleme, resmin belli bir bölgesine uygulandığında ise lokal histogram eşitleme adını alır.

Bu yöntem histogramı dar olan resimler ya da resim içindeki bölgeler için daha iyi sonuç verir.

Uygulanışı:

1. Resmin histogramı bulunur.

2. Histogramdan yararlanılarak kümülatif histogram bulunur. Kümülatif histogram, histogramın her değerinin kendisinden öncekiler ve kendisinin toplamı ile elde edilen değerleri içeren grafiktir.

3. Kümülatif histogram değerleri yeni resimde olmasını istediğimiz maksimum. renk değerleri ile çarpılıp resimdeki toplam nokta sayısına bölünerek normalize edilir.

4. Normalize olmuş histogram değerleri ile resmin renk değerlerini tekrar güncellersek o resme histogram eşitleme metodunu uygulamış oluruz.

Şekil 3.17'de histogram eşitleme öncesi ve sonrası resimler ve bu resimlerin nasıl değiştiği görülmektedir.



Şekil 3.17 Orijinal Resim ve Histogram Eşitlenmiş Hali

Bir resmin histogramını gösteren MATLAB 7 kodları şu şekildedir :

```
I = imread('tire.tif');
J = histeq(I);
imshow(I)
figure, imshow(J)
```

3.7. Filtreleme İşlemleri

Filtreler resmin içerisinde ki bazı ayrıntıları ortaya çıkartmak veya resim içerisindeki istenmeyen gürültülerin yok edilmesini sağlamak için kullanılmaktadır.

Özellikle, resimleri sayısal olarak kaydeden cihazların görüntüyü hatalı bir şekilde elde etmeleri ve aydınlatma gibi çevre koşullarının yetersizliğinden kaynaklanan birçok kayıp ya da pürüzü görüntü işleme filtreleri kullanılarak en aza indirilebilmektedir.

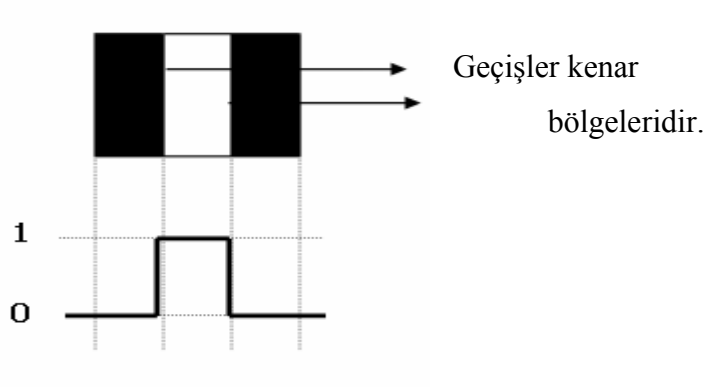
Genelde filtreler 3x3 matris olarak ifade edilirler. Filtre örnekleri uygulama öncesi ve sonrası örnek resimler ilgili başlıklar altında gösterilmiştir. Ayrıca 5x5, 7x7 vb. filtre matrisleri de kullanılabilir. Filtre matrislerinin boyutları büyüdükçe resimden elde edilen neticelerde bozulmalar başlar. Bu yüzden genel de 3x3 matris seçilir.

Filtrelerin Uygulanışı:

Genelde 3x3 (piksel) matris halinde bir çekirdek görüntü üzerinde gezdirilir. Her piksel değeri gezdirilen nesnenin altında kalan değer ile çarpılır ve filtre içindeki elemanların toplamına bölünmektedir.

3.8. Kenar Belirleme İşlemleri

Bir kenar birbirinden farklı gri seviyelere sahip bölgeleri ayıran sınırdır. Bu nedenle resimdeki keskin gri seviye geçiş noktalarının kenarları temsil ettiği genel olarak kabul edilebilir. Kenar belirleme (edge detection) işlemi ile de bu geçiş noktaları kenar olarak işaretlenir (Gonzalez, 2004). Şekil 3.18'de kenar bölgelerini oluşturan keskin gri seviye geçiş bölgeleri görülmektedir.



Şekil 3.18 Kenar bölgeleri

Ancak herhangi bir gri seviye geçiş bölgesinin kenar olarak işaretlenmesi için iki bölge arasındaki gri seviye farkının belirli bir eşik değerinden fazla olması gerekir. Aksi halde resimdeki en ufak gri seviye değişimi bile kenar olarak işaretlenir. Bu da istenen bir durum değildir."Sobel", "Prewitt", "Roberts", "Laplacian of Gaussian", "zero-cross","Canny" görüntü işlemede kullanılan belli başlı kenar belirleme yöntemleridir. Bu yöntemlerde farklı eşik değerleri kullanılarak resimde bulunan kenarlar farklı hassasiyette ortaya çıkartılır. Yazıların okunabilmesi için arka zeminle aralarında belli bir kontrast olması gerekir. Üzerinde yazıların bulunduğu resimler de gri seviyeye çevrildiğinde, bir takım kontrast bölgeleri ortaya çıkar. Bu kontrast bölgeleri keskin gri seviye geçiş bölgelerine karşılık gelir. İşte böylece kenar belirleme yöntemi kullanılarak yazıyı arka zeminden ayıran kenarlar ortaya çıkartılmış olmaktadır.

4. BULANIK MANTIK

Belirsizlik ve bulanıklık durumu hayatın hemen her anında varlığını göstermektedir. Gece ile gündüzü birbirinden ayıran kesin bir sınırın olmaması veya kendimizi ifade etmek için kullandığımız çok susadım, biraz acıktım gibi en basit cümlelerde bile farkında olmadan bu bulanıklık durumunu sıkça yaşanmaktadır. Bulanıklığın bu kadar hüküm sürdüğü gündelik hayatta basit problemlerin çözümünde Aristotales mantığına dayanan yaklaşımlar sonuç verse de belirsizliğin olduğu durumlarda bu yaklaşımlar sonuçsuz kalmaktadır. Doğanın bu karmaşık tasarımı belirsizliğin modellenmesinde yeni yaklaşımların doğmasına neden olmuştur. 1960'lı yıllarda Azeri bir bilim adamı olan Lotfi ZADEH (Zadeh, 1965) tarafından ortaya atılan bulanık küme teorisi belirsizliğin modellenmesinde yepyeni bir yol açmıştır (Bodur, 2012).

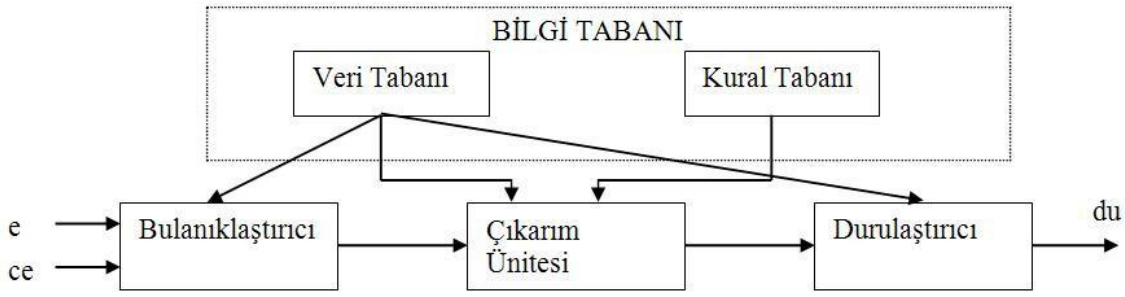
Geleneksel mantık sistemleri, sadece belirli koşullarda oluşan kesin doğruluk değerleri doğru ya da yanlıştan birine sahip önermelerle ilgilenmektedirler. Belirsizlikle ilgilenmezler. Üçüncü bir durumun gerçekleşmesinin imkânsız olduğu var sayılır ve çoğu zaman bu tür durumlar paradoks olarak adlandırılır. Diğer bir deyişle, doğruluk önermeleri {Yanlış, Doğru} veya {0, 1} kümesinin elemanlarıyla ilişkilendirilen bir küme olarak görülebilir (Baykal, 2002). Bulanık mantık yaklaşımının altında yatan temel fikir ise bir önermenin doğruluk derecesi [0, 1] gerçel sayı aralığında olan sonsuz sayıdaki doğruluk derecelerinden birine sahip olabilmesidir. Bu nedenle diğer klasik mantık yaklaşımlarında geçerli olan üçüncünün olmazlığı ilkesi bulanık mantık için geçerli değildir. Bulanık mantığı diğer klasik yöntemlerden ayıran bir başka özellikte gündelik konuşma dilinde kullanılan sözel belirsizlikleri (çok, az, biraz, çok fazla) modelleme ve hesap yaparken kullanabilme imkanı vermesidir. Bulanık mantığın bir hedefi de bilgisayarların insan gibi düşünebilmesini sağlamaktır (İbrahim, 2004). Bulanık mantık insan düşünüşü ve doğal dilindeki belirsizlik esasına göre davranabilir ve onun doğasının gelişigüzellikten farklı olduğunu sezebilir (Baykal, 2002). Bulanık mantık algoritmasının kullanımı makinelere sıcak, soğuk, geniş, küçük gibi belirli insani kavramları anlama ve buna yanıt verme olanağı sağlar (İbrahim, 2004).

Günümüzde tıptan uzay bilimine, asansörlerden klima sistemlerine kadar küçük büyük birçok yerde kullanılan bulanık mantık yaklaşımının ZADEH'e göre genel özellikleri;

1. Bulanık mantıkta kesin nedenlere dayalı düşünme yerine yaklaşık değerlere dayanan düşünme kullanılır.
2. Bulanık mantıkta her şey [0, 1] aralığında belirli bir derece ile gösterilir.
3. Bulanık mantıkta bilgi büyük, küçük, çok, az gibi sözel ifadeler şeklindedir.
4. Bulanık çıkarım işlemi sözel ifadeler arasında tanımlanan kurallar ile yapılır.
5. Her mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir.
6. Bulanık mantık matematiksel modeli çok zor elde edilen sistemler için çok uygundur (Baykal ve Beyan, 2002).

4.1. Bulanık Kontrolörün Genel Yapısı

Bir bulanık mantık denetleyicisi Şekil 4.1'de Bulank mantık blok şemasında görüldüğü üzere dört temel kısımdan oluşmaktadır (Danışman, 2011).



Şekil 4.1 Bulanık mantık blok şeması (Danışman, 2011).

- **Bulanıklaştırıcı**

Bu bölüm giriş değişkenlerini (gerçek değerleri) ölçer, onlar üzerinde bir ölçek değişikliği yapar ve bulanık kümelere dönüştürür. Yani onlara birer etiket vererek dilsel bir nitelik kazandırır (Danışman, 2011).

- **Bilgi Tabanı**

Bulanık çıkarımda kullanılan dilsel EĞER-İSE kural tabanından oluşur (Danışman, 2011).

- **Bulanık Mantık Çıkarım Ünitesi**

Bulanık çıkarımda kurallar üzerinde bulanık mantık yürütülür ve bulanık kural tabanını kullanarak giriş ve çıkış uzayı arasında bir bağlantı kurar (Danışman, 2011).

- **Durulaştırıcı**

Çıkarım motorunun bulanık küme çıkışı üzerinde gerekli ölçek değişikliklerini yapar ve bunları gerçek sayılara dönüştürür (Danışman, 2011).

4.2. Üyelik Fonksiyonları

Bulanık kümeler üyelik fonksiyonları ile ifade edilir. Bu üyelik fonksiyonları her objenin bir kümedeki ağırlık derecesini vermektedir. Bu ağırlık derecesi 1"den 0"a kadar olabilmekte, yani tam üyelikten üye olmamaya kadar değişmektedir. Üyelik fonksiyonu dilsel terimlerle ifade edilir. Bulanık mantıkta çoğu uygulamada standart üyelik fonksiyonu tipleri kullanılmaktadır. Doğrusal olmayan sistemlerde en çok kullanılan ve sistemimizde tercih ettiğimiz üyelik fonksiyonu tipi üçgen (triangular)'dir (Danışman, 2011).

4.2.1. Üçgen Tipi Üyelik Fonksiyonu

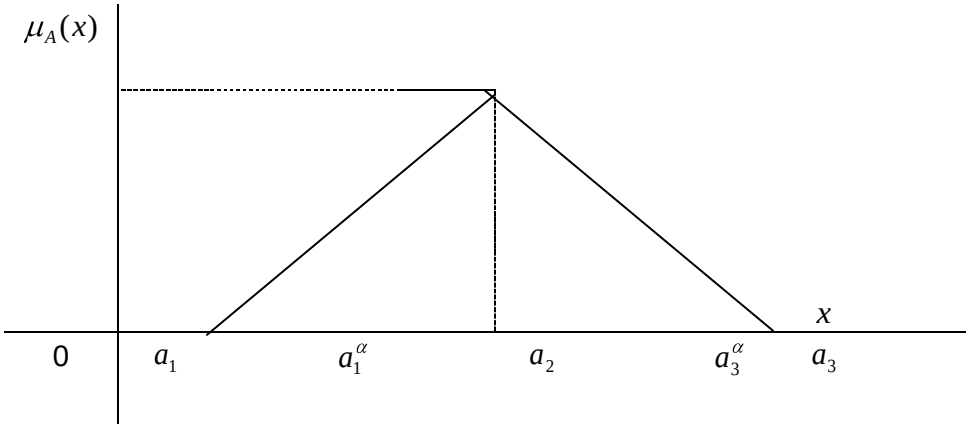
Bulanık veri setleri için birçok farklı üyelik fonksiyonuları bulunmaktadır. Bunlardan en yaygın olanı üyelik fonksiyonu ve sistemde kullanılanı üçgensel üyelik fonksiyonlarıdır.

En genel ifadelerle üçgensel üyelik fonksiyonu;

Eğer A $R \in (-\infty,+\infty)$, da, söz konusu kümenin bir elemanı ise $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonu $R \to [0,1]$ aralığında oluşur. Diğer bir deyişle A kümesi $A = [a_1, a_3]$ aralığında ise genel olarak $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonu Denklem (4.1)'de gösterilmektedir.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ 1, & a_1 \le x \le a_3 \\ 0 & x > a_3 \end{cases} \tag{4.1}$$

Şekil 4.2' de en genel hali ile üçgen şeklindeki bir üyelik fonksiyonunun grafiği verilmiştir.



Şekil 4.2. Üçgensel Üyelik Fonksiyonu

$\mu_A(x)$ üçgensel üyelik fonksiyonu, Denklem (4.2)' de tanımlanmıştır (Triantaphyllou, 2000).

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \dfrac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \le x \le a_2 \\ \dfrac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & a_2 \le x \le a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases} \tag{4.2}$$

Denklem 4.2' ye göre küme, $A = (a_1, a_2, a_3)$ olmalıdır. Burada a_2 normal değerli üyelik olarak tanımlanabilir. Bulanık Mantık bu noktada bir α katsayısına bağlı olarak a_2' ye yakın değerlerin, bu değere yüklenen anlam ile temsil edileceğini varsaymaktadır. Diğer bir deyişle a_2' deki belirsizlik, varsayılacak ya da dağılıma göre bulunabilecek bir α katsayısı ile tolere edilebilir. Söz konusu komşuluk Şekil 4.2' de gösterilmiştir (Lootsma, 1997).

α değeri bulanık mantık terminolojisinde kesim katsayısı olarak adlandırılır. a_1^{α} ve a_3^{α} sayıları ise a_2 normal değerinin komşuluğunu oluşturan aralığın alt ve üst sınır değerleridir. Diğer bir deyişle a_1^{α} ve a_3^{α} aralığındaki tüm sayılar a_2 normal değeri ile aynı anlama sahiptir. a_1^{α} ve a_3^{α} değerleri denklem (4.3) ve denklem (4.4) yardımıyla bulunabilir (Terano, 1997).

$$\frac{a_1^{\alpha} - a_1}{a_2 - a_1} = \alpha \tag{4.3}$$

$$\frac{a_3 - a_3^{\alpha}}{a_3 - a_2} = \alpha \tag{4.4}$$

5. MATERYAL VE YÖNTEM

5.1. Amaç ve Önem

Ürünlerin kalite kontrolünde insan gözü ve algılarının düzgün bir standart oluşturamayacağı açıktır. İnsan algısı kişiye göre değişmektedir. Ancak dijital görüntü analizi ile daha düzgün ve hatasız standartlar oluşturulabileceği düşünülmektedir. Yapılmış olan görüntü işleme tabanlı kalite denetimi sistemleri ile klasik insan algısına dayalı sistemler karşılaştırıldığında, makine algılamasının insan algılamasına göre daha kesin sonuçlar ve standartlar oluşturduğu görülmüştür.

Ülkemizde halihazırda kullanımda olan tavuk yumurtası sınıflandırılması sistemleri;

- İnsan algısına dayalı olarak,
- Elek sisteminden geçirilerek,
- Elektronik kantarda tartılarak yapılmaktadır.

Bu noktadan hareketle tavuk yumurtasının sınıflandırılması konusunda görüntü işleme tabanlı endüstriyel bir kalite kontrol çalışması yapılmasına karar verilmiştir. Bu çalışmada; klasik, hali hazırda kullanılan sınıflandırma sistemlerine göre, birim zamanda daha fazla çıktı ürün işlenmiştir. Bununla birlikte tez çalışması sonucunda elde edilen materyal ve bilgi kazanımları kullanılarak daha farklı ürünler üzerinde de kalite kontrol uygulamaları yapılması hedeflenmektedir. Yeni gelişen görüntü işleme temelli kalite kontrol uygulamalarına önemli bir katkısı olacağı düşünülmektedir.

5.2. Hedefi

Tez sonucunda hazırlanan düzenekle belli sayıda yumurta birim zamanda kalite kontrol işleminden geçirilmiştir. Hali hazırda yaygın kullanımda olan mekanik sistemlere alternatif bir sistem sunulmaktadır. İnsan eli değmeden çalışacak, başlı başına bir sistem yapılmıştır. Çalışma sonucunda ortaya çıkan kalite kontrol ve sınıflandırma sisteminin kullanımda olan sistemlere göre ilk kurulum maliyetinin daha düşük olacağı beklenmektedir. Bunun yanında tasarlanan sistem daha az yer kaplamaktadır. İlk etapta küçük-orta işletmelere daha uygun olacağı düşünülmektedir. Ancak istenildiği takdirde büyük ölçekli işletmelerde de kullanılabilir hale getirilebilecektir.

Hazırlanmış olan düzeneğin, diğer birçok farklı ürünün kalite kontrolünde kullanılabileceği düşünülmektedir. Tez çalışması bitiminden sonra, proje sürecinde edinilen kazanımlar vasıtasıyla farklı ürünlerin kalite kontrolünün yapılarak çeşitli araştırma çalışmaları, yayın vs. yapılması planlanmaktadır.

5.3. Teknolojik Gelişmeye Katkısı

Üzerinde çalışılan yumurta üretimi endüstrisinde; büyüklüklerine göre günde binlerden yüz binlere kadar üretim yapan çok sayıda firma bulunmaktadır. Üretim bandı sonunda yumurtaların sınıflandırma ve kalite kontrol işleminden geçirilmeleri gerekmektedir. Üretimin bu denli yoğun olduğu bir endüstri kolunda, kalite kontrol oldukça sorunlu olmaktadır. Bu işlemler; firmanın büyüklüğüne göre, 2-4-6 veya daha fazla kişinin çalıştığı işçiler tarafından yapılmaktadır. Dolayısıyla yumurta üretimi sonucundaki kalite kontrol için hızlı işlem yeteneği gerekmektedir. Bu noktada, kamera görmesi yetisine sahip, bilgisayar destekli bir karar destek sistemi tasarlanmıştır. Çalışan insanı iş gücünün kalite kontrol prosesinin içinde daha az yer almasını sağlayan, kalite kontrol ve sınıflandırmayı standartlara bağlayan bir sistem geliştirilmiştir.

Günümüzde yumurta satışları boyutlarına göre standartlara bağlanmıştır. Marketlerde karşımıza; S (SMALL)- M (MEDIUM)- L (LARGE)- XL (XLARGE) gruplar olarak çıkmaktadır. Çalışmada kalite kontrol için tasarlanan akıllı kamera

görmeli, bilgisayar destekli, karar destek sistemi; kalite kontrol işleminde her bir yumurtanın görsel özelliklerini kullandığı için tüm bu bilgiye sahip olmaktadır. Bu bilginin içinde yumurta hacmini hesaplamak için gerekli verilerde bulunacaktır. Bu noktada yumurtanın hacmi "Narushin" geometrik modeli yoluyla hesaplanmıştır. Dolayısıyla yumurtanın hacim bilgisi kullanılarak büyüklük bakımından sınıflandırması da yapılmıştır.

Gıda üretiminde hijyenin çok önemli olduğu günümüzde, yumurta üzerinde kir bulunmaması gerekmekte ve kirli yumurtalar üretim bandından ayıklanmaktadır. Bu işlem çeşitli sayıda işçiler tarafından yapılmakta ve kısmen göz yanılgıları da olmaktadır. Çalışmamızda, kirli yumurtalar bant üzerinde taranmış ve kirli olarak değerlendirilen yumurtlar gösterilmiştir.

Yumurta ağırlıkları ve leke yüzdesi belirlendikten sonra bu veriler bulanık mantık kural tabanından geçirilir. Sonuç olarak defolu ve defosuz olduğu gösterilir.

5.5. Tez Sonucunun Mevcut Teknolojilere Olan Farkı, Üstünlükleri

5.5.1. İnsansız kalite kontrol - sınıflandırma –akıllı görme sistemi

Yumurta üretim tesislerinde kalite kontrol ve sınıflandırma işlemi; sayıları, firmaların üretim kapasitelerine göre doğru orantılı olarak artan işçi tarafından yerine getirilmektedir. Ancak en küçük işletmede bile en az 2 işçinin bu işlemleri yerine getirdiği bilinmektedir. Sınıflandırma işlemi ise her bir yumurtanın ağırlığının, teker teker çok hızlı bir mekanik makine tarafından tespit edilmesi işlemidir. Takdir edilir ki her bir yumurtayı teker teker tartabilmek oldukça külfetli bir mekanik maliyet getirmektedir. Bununla birlikte bu makinelerin oldukça fazla yer kapladığı görülebilir.

Ağırlık Tespiti; her bir yumurtanın hava akımına bırakılarak uyguladığı geri dirence göre yapılmaktadır. Ayrıca her bir yumurtayı hızla tartacak elektronik kantarlarda bulunmaktadır.

Kir Tespiti; yumurtaların üzerinde herhangi bir leke olup olmadığı tespit edilmektedir. Hazırlanan yazılım; kir yüzdesi hesaplayarak defolu yada defosuz olduğuna karar verilmektedir.

Çalışmada, hali hazırdaki sistemlere alternatif olarak akıllı görme sistemli bir kalite kontrol ve sınıflandırma sistemi tasarlanmıştır. Böylece insana olan ihtiyacı azaltmak hedeflenmiştir. Bunun yanında yumurta endüstrisinde insanın kalite kontrolde çok başarılı olmadığı görülmektedir. Bir kişiye göre defolu olan bir ürün diğer bir kişiye göre defolu gözükmeyebilmektedir. Ancak kalite kontrolde göreceliliğe yer olmayıp, standartlara bağlı olmaktadır. Ayrıca yumurta üzerinde kıl çatlakları denilen gözle görülemeyen çatlaklar mevcut olabilmektedir. Bunun örneğini evlerde günlük tüketilen yumurtaların, kaynarken yumurtların sebepsiz yere çatlaması olayında görülebilmektedir.

Sonuç olarak makinenin insansızlaştırılmasıyla; sadece işçi maliyetlerini düşürmek amaçlı değil, aynı zamanda daha uygun maliyetlere makine üretimi yapılabileceğini göstermiş olunmaktadır.

5.5.2. Bu konuda yerli bir tasarım veya üretimin bulunmaması

Yumurta tasnif konusunda ne mekanik ve ne de bilgisayarlı bir otomasyonun bulunmaması bizi bu konu üzerine çalışmaya teşvik eden gerçektir.

Sonuç olarak yerli düzeyde önemli bir benzeri çalışması bulunmayan, kullanımda olan ithal mekanik makinelerin yerine bilgisayarlı akıllı tanıma sistemine dayanan bir çalışma yapılmıştır.

5.6. Materyal

Çalışmada, bir üretim bandından gelen yumurtaların görüntüsü, gerçek zamanlı kameralar ile sürekli olarak yakalanmıştır. Uygulamada 2 adet kamera, bir bilgisayar ve bir ürün bandı kullanılmıştır. Kameralardan alınan görüntüler, görüntü işleme teknikleri ile analiz edilmiştir. Görüntü değerlendirme yazılımı için Matlab programı kullanılmıştır.

Sistem donanımı şekil 5.1'de ve Şekil 5.2'de görülmektedir.



Şekil 5.1 Sistem donanımı



Şekil 5.2 Sistem Donanımı

5.6.1. Yumurta Taşıma Bandı

Konveyör herhangi bir yükün havadan ya da yerden bir noktadan diğer noktaya taşınmasını sağlayan, kapalı devre çalışan alettir.

Taşıma, kelime anlamı itibariyle; bir yükün iki nokta arasında en kısa yoldan, en güvenilir şekilde ve minimum enerji sarfiyatı yapılarak transfer edilmesi işlemidir. Konveyörler görevlerine ve yapılarına göre çok farklılık arz etmektedir. Bunlar; Çizelge 5.1'de görülmektedir.

Çizelge 5.1 Konveyör Çeşitleri

KONVEYÖR ÇEŞİTLERİ	
1.	Bantlı Konveyörler
2.	Rulolu Konveyörler
3.	90°-180° Dönüş Bantlı Konveyör
4.	Moduler Hasır Bantlı Konveyörler
5.	Telbantlı Konveyörler
6.	Zincirli Konveyörler
7.	Kauçuk Bantlı Konveyörler
8.	Akordion (Esnek) Konveyörler
9.	Teleskopik Konveyörler
10.	Metal Dedektör Konveyörleri

Ürün taşıma bandı tarafımızdan özel olarak yapılmış olup, yumurtaya uygun konveyör tasarlanmıştır. Bant iki temel bileşenden oluşmaktadır :

1) Konveyör Metal İskelet
2) Konveyör Rulosu

5.6.1.1. Metal iskelet

Bir konveyörün, taşıma rulosunu döndüren ve sistemi ayakta tutan bir iskelete ihtiyacı vardır. Tez çalışmamızda hammaddemiz olan yumurtaya uygun bir iskelet yapılmıştır. İskelet; konveyörün gövdesi olup, taşıma rulosunu döndüren ve sistemi ayakta tutan temel elemandır. Hazırlanan bu gövde; demir çubuklar, bilye takımları ve tekerleklerden oluşturulmuştur. Şekil 5.3'te konveyör iskeleti görülmektedir.



Şekil 5.3 Metal Konveyör İskeleti

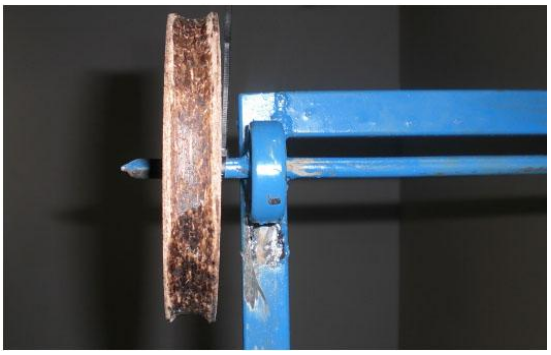
Konveyörün boyu 1.5metre, eni ise 30cm olarak imal edilmiştir. Metal çubukların birbirine kaynatılması suretiyle dikdörtgen şekil (150x30cm) ortaya çıktı. Sonrasında demir ayaklarının eklenmesiyle metal gövde oluşturulmuştur. Burada kullanılan demir ve prototip konveyör ebatlarının seçiminde, daha önceden tasarlanmış olan konveyör rulosu ve olabilecek maksimum ve minimum yumurta küçük çapları dikkate alınmıştır.

Metal iskeletin ana hatlarının tamamlanmasının ardından Şekil 5.4 ve Şekil 5.5'te görüldüğü gibi, gövdenin alt kısmına metal bilye takımla kaynak olarak ilave edilmiştir. Sonrasında şekilde görüldüğü üzere bilyelerin içine, ucuna tekerlerin takılacağı metal çubuklar yerleştirilmiştir.

Şekil 5.4 ve Şekil 5.5’ de tekerleklerin takılmış hali görünmektedir.



Şekil 5.4 Tekerlek Bilyesi



Şekil 5.5 Tekerlek

Konveyörün çalışma mantığı; tekerlerin çevresine sarılacak olan konveyör rulosunun, yine tekerleklerin kendi eksenleri etrafında dönmeleriyle ruloyu döndürerek taşıma hareketinin sağlanması olarak düşünülmüştür.

5.6.1.2. Konveyör Rulosu

Rulolu konveyörler; tahrik aktarma sisteminin özelliğine bakılmaksızın, yükün rulolar üzerinde taşınabildiği konveyörlerdir. Konveyör ruloları birbirlerine zincir ya da kayış gibi aktarma elemanları yardımıyla sürekli olarak bağlı durumdadır.

Güç alan rulolu konveyörler olarak tabir edilen konveyör sisteminde; tahrik grubu tarafından üretilen güç tüm ruloların aynı anda dönmesini sağlayarak, rulo-yük arasında oluşan sürtünme kuvveti yardımıyla yükün transfer edilmesini mümkün hale getirir. Çalışmamızda bu sistemden yararlanılmıştır.



Şekil 5.6 Konveyör Rulosu

Prototip konveyör rulosu; iki adet birbirine paralel 3 metre uzunluğunda iplerin uçlarına, metal çubuklar yerleştirilmesi suretiyle oluşturulmuştur. Yapılan çalışma Şekil 5.6' da görülmektedir.

Şekil 5.6' da görüldüğü üzere ipler arasına yerleştirilen metal çubukların üzerine makara şeklinde aparatlar yerleştirilmiştir. Bu aparatların üzerindeki oyuklar yumurtaların yerleşmesini sağlamak için tasarlanmıştır.

Makara aparatları süngerimsi bir maddeden el yordamıyla çıkarılarak yapılmıştır. Yumurtanın kırılgan bir malzeme olması nedeniyle yumuşak bir yapı olan dayanıklı süngerimsi malzeme tercih edilmiştir. Bu aşamaya gelinceye kadar tahta, metal ve kağıt gibi farklı alternatifler denenmiş olsa da en güvenilir sonuç süngerimsi yapıda elde edilmiştir. Çubuklara takılı olan makaralar aynı zamanda iskeletin üzerine yerleştirilen cam levhaya da sürtmektedir. Çubuklar kenarlarında takılı bulunduğu iplere sabitlenmiş iken, makara aparatları çubuklar etrafında cam levhaya sürtünerek kendi eksenleri etrafında dönebilmektedir. Dolayısıyla yumurtanın taşıma işlemi yerine getirilmiş olmaktadır.

5.6.2. Kamera

Çalışmada çok farklı marka ve özelliklerde kameralar denenmiştir. Sonuçta otomatik odaklanma ve gürültü temizleme özelliği bulunan Logitech Hd Pro C920 kamera modeli kullanılmıştır. 15 Mp fotoğraf özelliği bulunan kameranın diğer teknik özellikleri Çizelge 5.2 ‘de gösterilmiştir.

Çizelge 5.2 Logitech Hd Procam Teknik Özellikleri

TEKNIK ÖZELLIKLER
Desteklenen istemcilerle 720p HD görüntülü görüşme (en çok 1280 x 720 Piksel)
Önerilen sistemde Full HD görüntü kaydı (en çok 1920 X 1080 piksel)
Logitech Fluid Crystal™ Teknolojisi
H.264 görüntü sıkıştırma
20 aşamalı otomatik odaklama özelliğine sahip Carl Zeiss® mercek
Otomatik gürültü azaltma teknolojisine sahip yerleşik çift stereo mikrofon
Otomatik olarak zayıf ışığı düzeltme özelliği
Hi-Speed USB 2.0 onaylı (USB 3.0 kullanımına hazır)
Üç ayak kullanımına hazır evrensel klips dizüstü bilgisayarlara, LCD veya CRT monitörlere uyar.

Logitech Fluid Crystal Teknolojisi, daha akıcı görüntülerin yanı sıra daha net ve zengin renklerde görüntü ile daha temiz ve net ses sağlamaktadır. Carl Zeiss optiklere sahip ve 20 aşamalı optik odaklanma sunan Logitech HD Pro cam C920 ile en hareketli ve fotoğraf çekmesi en zor anlarda bile net bir görüntü alınabilmektedir.

Kamera bant üzerinde karanlık oda içine tepeden konveyördeki yumurta akışını izleyecek şekilde konumlandırılmıştır. 340x280 piksel çözünürlüğünde görüntü kaydı kullanılmıştır.

5.6.3. Karanlık Oda

Karanlık oda; konveyör üzerindeki yumurtaları, farklı ışık düzeylerinden ve ortam gölgelerinden arındırmak için kullanılmıştır. Hazırlanan karanlık oda düzeneği Şekil 5.7'de görülmektedir.

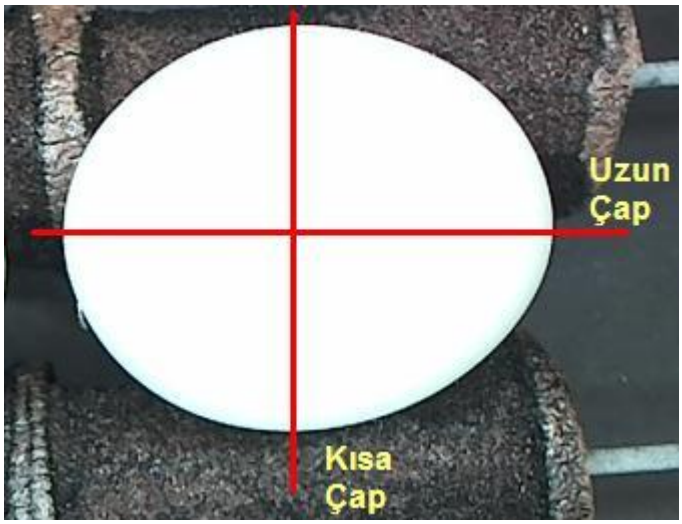


Şekil 5.7 Karanlık Oda

Karanlık odanın içine sırayla (15cm arayla) iki adet kamera tutucu aparatlar konumlandırılmıştır. Bu aparatlara iki adet kamera yerleştirilmiştir. Karanlık odalı ve karanlık odasız yapılan deneylerde; karanlık oda deneylerinin daha başarılı sonuç verdiği görülmektedir.

5.7. Yöntem

Kameralardan elde edilen yumurta resimlerinden; uzun çap, kısa çap gibi yumurtaya ait özellikler çıkarılmıştır. Çıkarılan nitelikler kullanılarak yumurtanın hacim hesaplaması yapılmıştır (V. G. Narushin, 2005). Ayrıca hacimden yola çıkılarak her bir yumurtanın ağırlığı belirlenmiştir. Şekil 5.8'de uzun çap ve kısa çap gösterilmiştir.



Şekil 5.8 Yumurta uzun ve kısa çapı

Konveyördeki makara aparatları üzerinde gelen yumurtalar, gerçek zamanlı olarak sürekli görüntülenmiş ve fotoğraflanmıştır. Yumurtalar konveyör üzerinde hareket halinde ve kendi eksenlerinde döner durumda bulunmaktadırlar. Görüntüleme kamera sistemi, konveyörün üzerine konumlandırılmış olan karanlık odanın içine yerleştirilmiştir. Karanlık odanın kullanılmasının sebebi; günün farklı ışık zamanlarında yumurtalar üzerinde gölgeler oluşması ve gerekli aydınlanmanın sağlanamamış olmasıdır. Karanlık odanın içinde beyaz bir aydınlatma kaynağı bulunmaktadır. Kameralar birbirlerine 15 cm arayla monte edilmiş olup, biri yumurtanın bir yüzeyini çekerken, diğeri de yumurtanın daha önce alta gelmiş yüzeyini çekmektedir. Daha öncede belirtildiği üzere yumurtalar yatay eksende konveyör rulosu ile birlikte hareket ederken, aynı zamanda makara aparatlarının tabana sürtünmesinden kaynaklanan kendi ekseni etrafında dönmesi sayesinde, yumurtalarda kendi etrafında tur atmaktadırlar. Bu sistem sayesinde kameralar yumurtaların tüm yüzeyini tarayabilmektedirler.

Konveyör üzerinde yumurtalar dörtlü gruplar halinde gelmektedir. Şekil 5.3'te bu durum görünmektedir. Karanlık odaya giren ilk grup yumurtaların üste kalan yüzeyleri birinci kamera tarafından taranmaktadır ve gerekli görüntü işleme aşamalarından geçirilmektedir. Yumurtalar daha sonra ikinci kamera tarafından yakalanır ve daha önce altta kalan yüzey üste geldiği anda yeniden görüntü işleme aşamaları ve yüzey taramasına tabi tutulmaktadır. İkinci kamera sonuçları ve birinci kamera sonuçları birleştirilerek, bulanık mantık kural tablosu aracılığıyla yumurtanın kalite durumu hakkında karar verilir. Şekil 5.9'da kirli defolu yumurtalar görülmektedir.



Şekil 5.9 Kirli yumurta örnekleri

Yumurta, program tarafından kirli olarak değerlendirilirse; kalite değerlendirmesine girmeden defolu olarak 4.Sınıf olarak nitelendirilecektir. Defolu olmayan yumurtalar 1.Sınıf, 2.Sınıf ve 3.Sınıf olarak değerlendirilecektir. Sonuçlar program ekranından takip edilecektir. Banttan akmakta olan yumurtalar herhangi bir mafsal ya da robot kolu tarafından yönlendirilmeyecektir. Tezin amacı yumurta kalite derecelendirmesinin kameralı bir sistem ile görüntü işleme tabanlı olarak sınıflandırılabileceğini göstermektir.

5.7.1. Yazılım

Bu tez çalışmasında, gerçek zamanlı çalışan, hareketli görüntü yakalanması gereken bir yazılıma ihtiyaç duymaktadır. Çalışmada hareketin kaynağı olan konveyör sistemine uyumlu bir program yazılmıştır. Program yazımında MATLAB'dan yararlanılmıştır. Görüntü işleme teknikleri kullanılarak kalite kontrol yazılımı hazırlanmıştır.

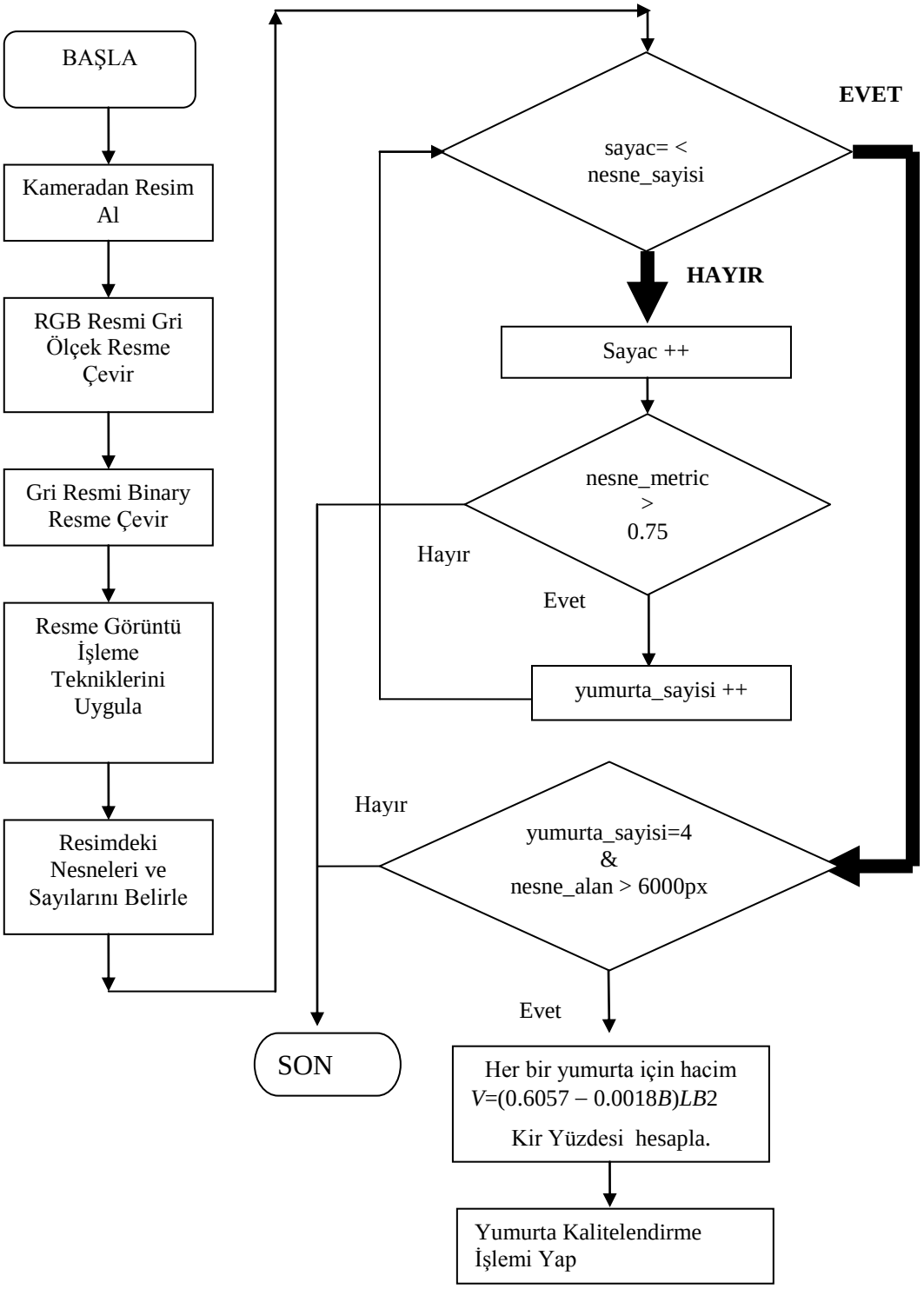


5.10 Otomasyon arayüzü.

Yazılım çeşitli evrelerden oluşmaktadır. Bunlar;

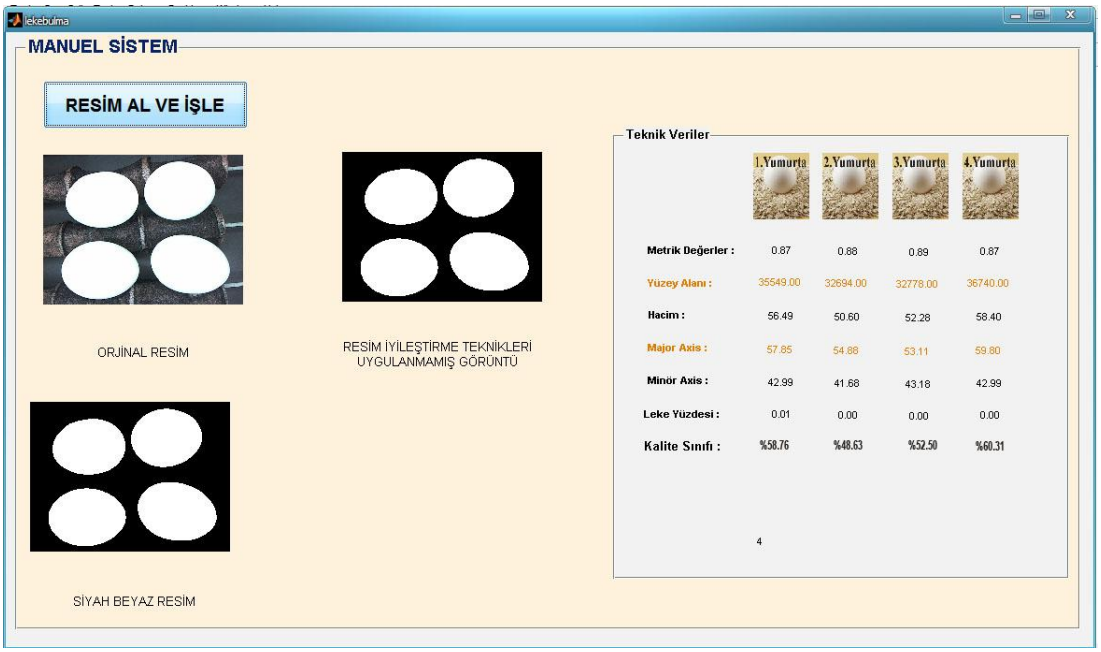
1) Kameranın programda aktif edilmesi
2) Görüntü alınması ve saniyede belli çerçeve sayısında fotoğraflanması
3) Kameranın önünde hareket olup-olmadığının tespiti
4) Kadraja yumurtanın girip-girmediğinin kontrolü
5) Yumurtaların yerlerinin belirlenmesi
6) Her bir yumurtanın hacim hesaplaması
7) Yumurta üzerinde kir tespiti
8) İki kameradan gelen sonuçların birleştirilmesi
9) Her bir yumurtanın kalite derecesinin belirlenmesi

Sistem yazılımının algoritması Şekil5.11 ‘de gösterilmiştir.



Şekil 5.11 Sistem Yazılımı Algoritması

5.7.1.1. Kameranın programda aktif edilmesi



Şekil 5.12 Yumurta kalite kontrolü manuel sistemi

Şekil 5.12'de görüldüğü üzere programda görüntünün kullanıcıya yansıtıldığı bir panel bulunmaktadır. MATLAB 7 GUI kullanılarak yapılan bu ara yüzde kameranın kullanılabilmesi için, arka planda code bölümünde kamera seçimi yapılmıştır. Daha sonra görüntüyü ekrana yansıtacak "MATLAB 7 görüntü işleme araç kutusu" komutları kullanılmıştır.

```
handles.vid=videoinput('winvideo',1,'RGB24_340x280');
preview(handles.vid);
```

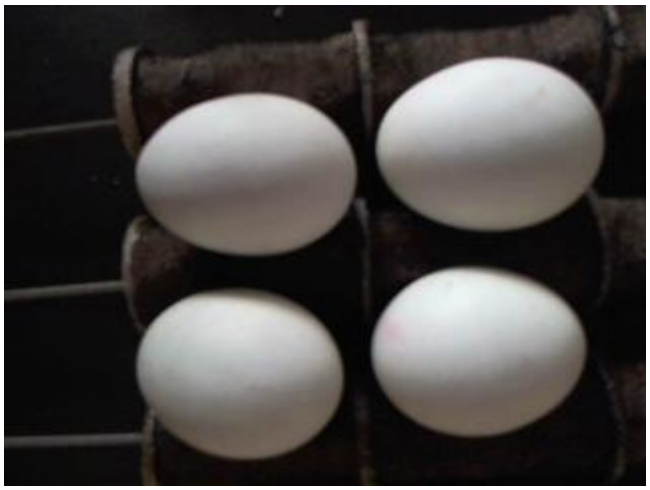
Program Arayüzü, Şekil 5.10'da görüldüğü üzere çeşitli alanlardan oluşmaktadır. Bunlar her bir yumurtanın çeşitli şekil bilgilerinin gösterildiği alanlardır.

Bu alanlar;

- Nesnenin şekil bilgisinin "1" değerine yaklaştığında, şeklin yuvarlak olduğunu gösteren **"Metric Değerler"** Alanı,
- Yumurtaların yüzey alanlarının görüldüğü **"Yüzey Alanı"** alanı,
- Yumurtaların hacimlerinin gösterildiği **"Hacim"** alanı,
- Nesnenin X eksenindeki maximum çapının gösterildiği **"MajorAxisLength"** alanı;
- Nesnenin Y eksenindeki maximum çapının gösterildiği **"MinorAxisLength"** alanı;
- Tespit edilen leke ve lekenin tüm yüzey alanına göre yüzdesinin gösterildiği **"Leke Yüzdesi"** alanı,
- Bulanık mantık kural tablosundan çıkarılan kalite bilgisinin gösterildiği **"Kalite Derecesi"** alanıdır.

5.7.1.2. Görüntü alınması ve saniyede belli miktarda fotoğraflanması

Görüntünün kullanıcı ara-yüzüne gelebilmesi için çeşitli aşamalardan geçmesi gerekmektedir. Bant üzerindeki görüntünün seri bir şekilde işlenmesi gerekmektedir. Bu yüzden programın temelini canlı görüntüden saniyede on kez fotoğraf alınması oluşturmaktadır. Alınan bu resimler görüntü işleme tekniklerinin ardından GUI'de bulunan Axes bileşenine aktarılmakta ve kullanıcı tarafından izlenebilmektedir. Şekil 5.13' te Axes bileşenine aktarılan anlık fotoğraf görülmektedir.



Şekil 5.13 Kameradan gelen canlı görüntü

Saniyede on resim alınması; MATLAB timer kullanılarak yapılmıştır, timer'ın saniyede 10 kere kendini tetiklemesi esasına dayandırılarak kodlanmıştır. Ayrıca programa her tetikleme zamanı içerisinde kameradan bir resim alması kodları yazılmıştır.

Matlab Timer belirlenen periyoduna göre tetikleme yapan bir nesnedir. Ayrıca kodda görüldüğü üzere stat değişkenine bağlı olarak tetiklemenin devam etmesi ya da sona ermesi durumu ortaya çıkar. Programda stat değişkenini sabit tutarak timer'ın sonsuz çalışması sağlanmıştır.

```
handles.t =
timer('TimerFcn','stat=true;disp(''Timer!'')','Period',0.01);
start(handles.t)
```

5.7.1.3. Kameranın önünde hareket olup-olmadığının tespiti

Hazırlanan düzenek bant hareket halinde olduğunda çalışmaktadır. Ard arda iki kare farkı prensibine dayanan sistem hazırlanmıştır. Program arda arda çekilen iki kare aynı olduğunda bantta hareket olmadığını algılayıp resim işleme çalışmalarını durdurmaktadır. Dolayısıyla otomatikleştirilmiştir.

5.7.1.4. Kadraja yumurtanın girip-girmediğinin kontrolü

Sistemde yumurtalar dörtlü gruplar halinde gelmektedir. Her bir grup kendi içinde değerlendirilmektedir. Alınan her bir fotoğraf karesi işlendikten sonra, imgede kaç adet nesne tespit edildiği kontrol edilmektedir. Bu işlem; Matlab 7 Image Processing Toolbox, "bwconncomp" fonksiyonu aracılığı ile yapılmıştır. Sistem aşamalı olarak çalışmaktadır. İlk aşamada karedeki nesnelerin 4 adet olup olmadığı kontrol edilmektedir. Eğer 4 adet nesne varsa ve nesnelerin metric değerleri 0.75 ve üstü bir değerde ise her bir nesnenin yüzey alanları belli bir değer üzerindeyse; karede 4 adet yumurta olduğu varsayılmaktadır.

“bwconncomp”; siyah - beyaz imge üzerindeki nesneleri bulmada kullanılan bir fonksiyondur. İki boyutlu resim matrislerinde 4’lü veya 8’li komşuluk aranarak Çizelge 5.3 ‘teki alanlar elde edilir.

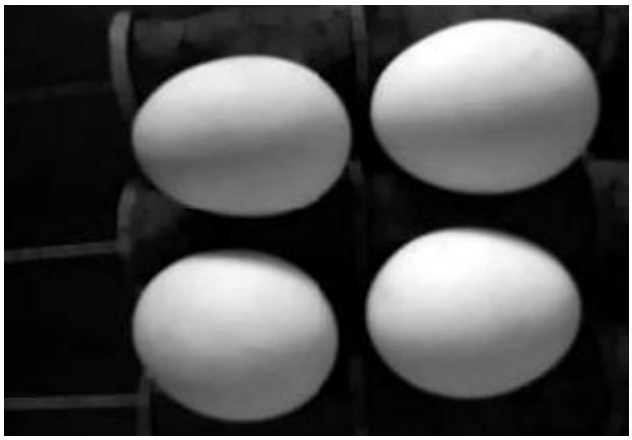
Çizelge 5.3 bwconncomp sonucu elde edilen veriler(MATLAB 7-Help).

Alan	**Açıklama**
`Connectivity`	Nesnelerin kaçlı komşuluk ile bulunduğunu gösterir.
`ImageSize`	Resim boyutunu gösterir.
`NumObjects`	Resimde kaç adet nesnenin bulunduğunu gösterir.
`PixelIdxList`	Bulunan nesnelerin hangi piksellerde yer aldığı bilgisini tutar.

NumObjects kullanılarak resimde yumurta olup olmadığı ve kaç adet yumurta olduğu tespit edilmiştir. PixelIdList’den ise kir taraması yapılırken faydalanılmıştır.

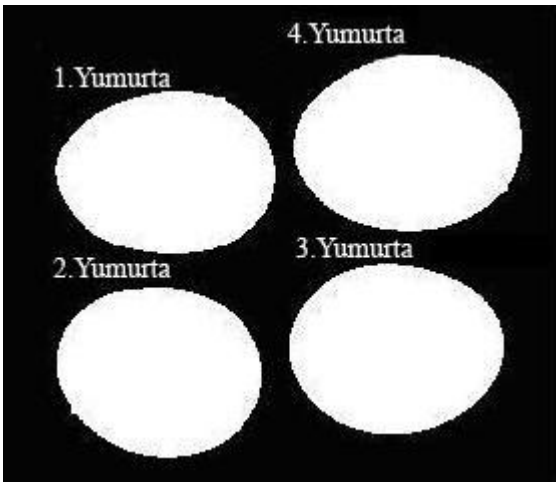
5.7.1.5. Yumurtaların yerlerinin belirlenmesi

Sistemde yumurtalar Şekil 5.14’te görüldüğü üzere dörtlü gruplar halinde taşınmaktadır. Bu dörtlü grupların kamera önüne gelip gelmediğinin tespiti çalışmamızda çok büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle bir dizi yöntemler ve teknik adımlar izlenerek bu işlem gerçekleştirilmektedir.



Şekil 5.14 Dörtlü yumurta grubu

Kadraja yumurtaların girip-girmediğinin kontrolü, peş peşe alınan her bir resim üzerinde yapılmaktadır. Öncelikle resim üzerinde metrik değeri 0.75' ten büyük olan nesneleri bulunmuştur. Bu nesnelerin büyüklüğünün yumurta için yeterli olup olmadığını hesaplanır ve sonunda bu oval nesnelerin sayısının dört olup olmadığı tespit edilmiştir. Eğer sayı=4 şartı sağlanır ise resim bir sonraki adıma geçirilir. Şekil 5.15'te yerleri bulunmuş olan yumurtalar gösterilmektedir.



Şekil 5.15 Yerleri Belirlenmiş Yumurtalar

Bu işlem için yazılan kaynak kodlar :

```
%metric hesaplama komutları
handles.alan=regionprops(handles.cc,'area');
handles.cevre=regionprops(handles.cc,'Perimeter');
handles.yumurta_sayisi=0;
for i=1:handles.cc.NumObjects
handles.metric(i)=4*pi*handles.alan(i).Area/handles.cevre(i).Perimeter
^2;
% Kadrajda kaç yumurta olduğunu bulan kodlar.

if (handles.metric(i)>0.75 && handles.alan(i).Area>6000 )
    handles.x  = regionprops(handles.bw, 'MajorAxisLength');
    handles.y  = regionprops(handles.bw, 'MinorAxisLength');
    handles.px=44/365;
    handles.yumurta_sayisi=handles.yumurta_sayisi+1;
end
```

5.7.1.6. Her bir yumurtanın hacim hesaplaması

Kadraja dört yumurtanın girdiğinin anlaşılmasından sonra; yumurtanın fiziksel özelliklerinin belirlenmesi aşamasına geçilir. İlk etapta yumurtanın hacmi hesaplanır.

Hacim hesaplama her bir yumurtanın x ekseni çapı ve y ekseni çapları kullanılarak (V.G. Narushin, 2005) yöntemi kullanılarak yapılır.

V.G.Narushin, yumurtanın uzun ve kısa çaplarından yararlanarak, yumurta hacmini ve yüzey alanını hesaplayabilen bir dizi formül yayınlamıştır. Matlab görüntü işleme araç kutusu yoluyla yumurta resimlerinden elde edilen, yumurta uzun ve kısa çapları Nasrushin formülünde işlenerek hacim hesaplaması yapılmıştır.

Denklem (5.1)'de kısa çap (B) ve uzun çap (L) kullanılarak hacim hesaplama formülü görülmektedir.

$$v = (0.6057 - 0.0018B) * L * B^2 \qquad (5.1)$$

Yumurtanın uzun ve kısa çaplarını bulan matlab komutları:

```
handles.x  = regionprops(handles.bw, 'MajorAxisLength');
handles.y  = regionprops(handles.bw, 'MinorAxisLength');
```

Yumurta hacmini hesaplayan kodlar:

```
handles.v(k) =(0.6057 - 0.0018*handles.y(k).MinorAxisLength)
*handles.x(k).MajorAxisLength*handles.y(k).MinorAxisLength*handles.y(k
).MinorAxisLength
```

5.1.7.7 Yumurta üzerinde kir taramasının yapılması

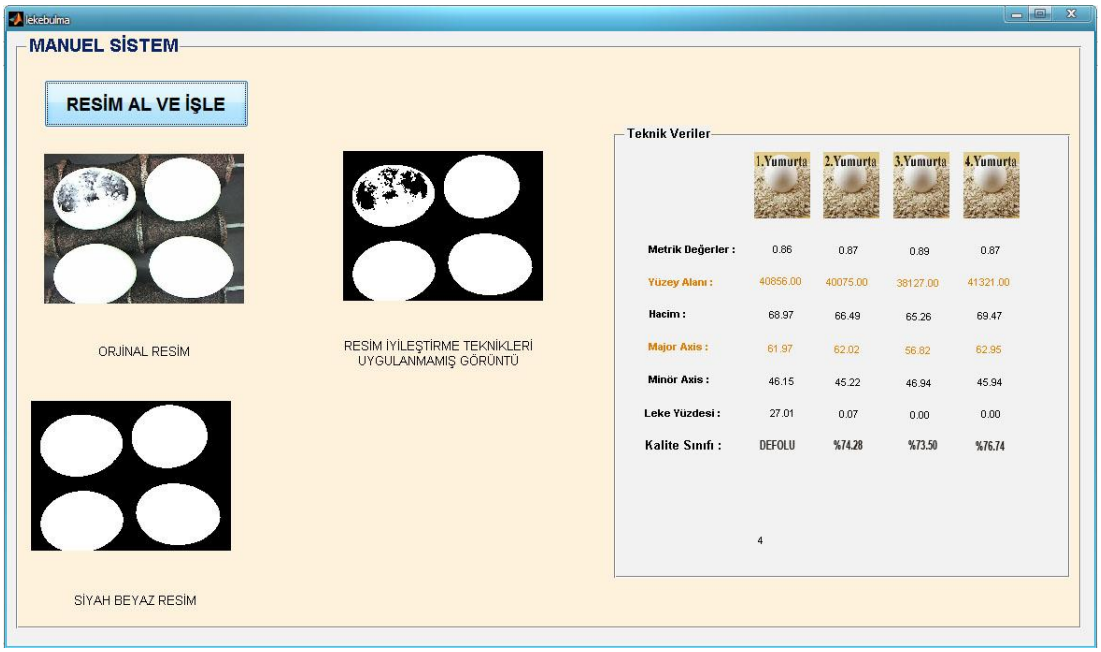
Yumurtaların yerlerinin belirlenmesi aşamasının ardından yumurta kir taraması yapılmaktadır. Burada yumurta; "%x kadar kirlidir" şeklinde bir ifade elde edilmektedir.

Kir tespiti, iki kamera tarafından yapılmaktadır. Her iki kamera da yumurta yüzeylerini izlemektedirler. Daha önceki bölümlerde anlatıldığı üzere, yumurtalar, makara konveyör bant üzerinde yere paralel hareket halinde iken, aynı zamanda kendi eksenleri etrafında da dönmektedirler. Bu hareket sayesinde yumurtanın bir yüzeyini bir kamera, diğer yüzeyini ise diğer bir kamera taramaktadır. Kameralardan gelen sonuçlar daha sonra yazılım tarafından birleştirilerek yorumlanmaktadır.

Kir tespiti ve kir yüzdesinin hesaplanması aşamaları aşağıdaki numaralı olarak verilmiştir.

1- Kameradan gelen ilk ham resim, herhangi bir iyileştirme uygulanmadan doğrudan siyah beyaza çevrilir ve saklanır.
2- Yumurtaların yerlerinin belirlenmesinin ardından, bwconncomp fonksiyonun oluşturduğu pixelidlist alanında yumurtalara ait olan pixeller kaydedilir.
3- Yumurtalara ait olan bu pixel numaraları, yumurtaların işlenmemiş ham resimleri üzerinde aranır ve değerlerinin "0"(siyah) olup olmadığı kontrol edilir. "0" olanlar saydırılır.
4- Bulunan siyah pixeller kir anlamına gelmektedir. Bu kir pixellerinin sayısı her bir yumurtanın toplam sahip olduğu pixel sayısına, diğer bir deyişle alanına bölünür ve kir oranı tespit edilir. Bu oran daha sonra yüzde cinsinden ifade edilerek ekrana yansıtılmaktadır.

Program çalışırken kirli bir yumurtanın tespiti Şekil 5.16'da gösterilmiştir.



Şekil 5.16 Lekeli Yumurta Tespiti

5.7.1.8 Her bir yumurta ağırlığının hesaplanması

Sistemin çıktı ürünü olarak yumurtaların hacmi hesaplanmaktadır. Hesaplanan hacim değerlerinden, her bir yumurtanın ağırlık değerleri bulunmaktadır. Bu işlem Denklem (5.2)'de görüldüğü üzere klasik özkütle formülüyle yapılmaktadır.

D(Özkütle)= m(Kütle)/V (Hacim) (5.2)

Belirlenen ağırlık değerleri sınıflandırma tablosunda işleme tabi tutulmaktadır. İşlemin son çıktısı olarak her bir yumurta; Large (L), Medium (M) ve Small (S) olmak üzere sınıflandırılmaktadır.

5.7.1.10 Yumurta kalitesinin belirlenmesi ve gösterilmesi

Tüm sistemin son aşaması yumurta kalite derecesinin belirlenmesidir. Yumurta kalitesi daha önceki bölümlerde de anlatıldığı üzere, üzerindeki leke durumu ve ağırlık durumuna göre belirlenmektedir. Burada kalite derecesinin belirlenmesinde bulanık mantık kullanılmıştır. Gerekli kural tabanı ve kural cümlecikleri oluşturulmuştur.

Program girdilerinin Üyelik Derecelerinin Belirlenmesi ;

a) Kir Yüzdesi:

Kir Yüzdesi = (Lekesiz(0-5), Az Lekeli(4-10),Normal Lekeli(8-16), Çok Lekeli(14-20), Çok Fazla Lekeli(18-100))

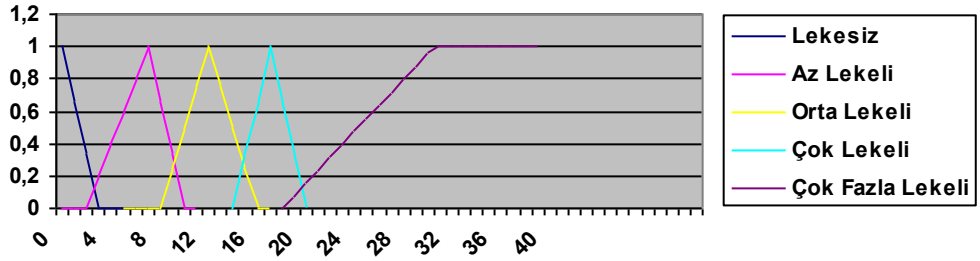
$$Lekesiz = \begin{Bmatrix} 0 \to x < 0 \\ \frac{5-x}{5} \to 0 =< x <= 5 \\ 0 \to x > 5 \end{Bmatrix}$$

$$AzLekeli = \begin{Bmatrix} 0 \to x < 4 \\ \frac{x-2}{5} \to 2 =< x <= 7 \\ \frac{10-x}{3} \to 7 =< x <= 10 \\ 0 \to x > 10 \end{Bmatrix}$$

$$OrtaLekeli = \begin{Bmatrix} 0 \to x < 8 \\ \frac{x-8}{4} \to 8 =< x <= 12 \\ \frac{16-x}{4} \to 12 =< x <= 16 \\ 0 \to x > 16 \end{Bmatrix}$$

$$ÇokLekeli = \begin{Bmatrix} 0 \to x < 14 \\ \frac{x-14}{3} \to 14 =< x <= 17 \\ \frac{22-x}{3} \to 17 =< x <= 20 \\ 0 \to x > 20 \end{Bmatrix}$$

$$ÇokFazlaLekeli = \begin{Bmatrix} 0 \to x < 18 \\ \frac{x-18}{32} \to 18 =< x <= 50 \\ 1 \to x > 50 \end{Bmatrix}$$



Şekil 5.17 Yumurta leke üyelik dereceleri

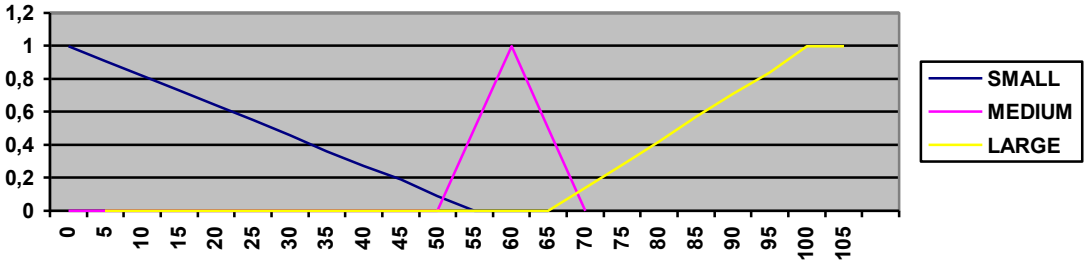
b) Yumurta Ağırlığı

Yumurta Ağırlığı için yumurtaagirlik= (small(0-55), medium(50-65), large(60-100))

$$SMALL = \begin{cases} 0 \rightarrow x < 0 \\ \dfrac{55 - x}{55} \rightarrow 0 < x <= 55 \\ 0 \rightarrow x > 55 \end{cases}$$

$$MEDIUM = \begin{cases} 0 \rightarrow x < 50 \\ \dfrac{x - 50}{10} \rightarrow 50 =< x <= 60 \\ \dfrac{70 - x}{10} \rightarrow 60 =< x <= 70 \\ 0 \rightarrow x > 70 \end{cases}$$

$$LARGE = \begin{cases} 0 \rightarrow x < 65 \\ \dfrac{x - 65}{35} \rightarrow 65 =< x <= 100 \\ 1 \rightarrow x > 100 \end{cases}$$



Şekil 5.18 Yumurta ağırlıkları üyelik dereceleri

c) Kalite Yüzdesi Çıktı Üyelik Derecesi

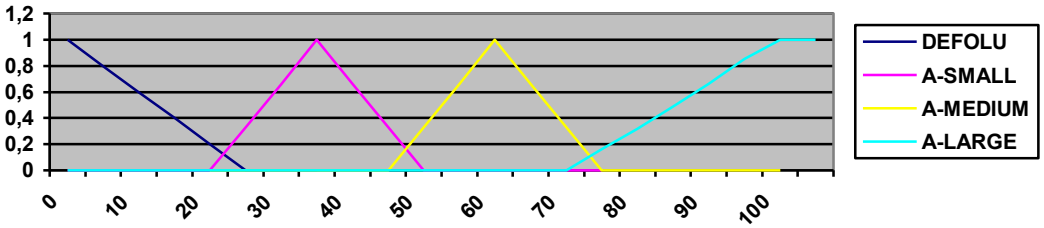
Kaliteyüzdesi= (Defolu %0-%25), (A-SMALL %20-%50), (A-MEDIUM %45-%75), (A-LARGE %70-%100)

$$DEFOLU = \begin{Bmatrix} 0 \rightarrow x < 0 \\ \frac{25-x}{25} \rightarrow 0 =< x <= 25 \\ 0 \rightarrow x > 25 \end{Bmatrix}$$

$$A-SMALL = \begin{Bmatrix} 0 \rightarrow x < 20 \\ \frac{x-20}{15} \rightarrow 20 =< x <= 35 \\ \frac{50-x}{15} \rightarrow 35 =< x <= 50 \\ 0 \rightarrow x > 50 \end{Bmatrix}$$

$$A-MEDIUM = \begin{Bmatrix} 0 \rightarrow x < 45 \\ \frac{x-45}{15} \rightarrow 45 =< x <= 60 \\ \frac{75-x}{15} \rightarrow 60 =< x <= 75 \\ 0 \rightarrow x > 75 \end{Bmatrix}$$

$$A-LARGE = \begin{Bmatrix} 0 \rightarrow x < 70 \\ \frac{x-70}{30} \rightarrow 70 =< x <= 100 \\ 1 \rightarrow x > 100 \end{Bmatrix}$$



Şekil 5.19 Yumurta kalite yüzdesi üyelik dereceleri

Kural Cümleleri

("1. Eğer Leke Yüzdesi (Lekesiz- L') ve Yum.Ağırlık (SMALL) o halde Kalite(A-SMALL)")

("2. Eğer Leke Yüzdesi (Lekesiz- L') ve Yum.Ağırlık (MEDIUM) o halde Kalite(A-MEDIUM)")

("3. Eğer Leke Yüzdesi (Lekesiz- L') ve Yum.Ağırlık (LARGE) o halde Kalite (A-LARGE)")

("4. Eğer Leke Yüzdesi (AzLekeli- AL) ve Yum.Ağırlık (SMALL) o halde Kalite (B-SMALL)")

("5. Eğer Leke Yüzdesi (AzLekeli- AL) ve Yum.Ağırlık (MEDIUM) o halde Kalite (B-MEDIUM)")

("6. Eğer Leke Yüzdesi (AzLekeli- AL) ve Yum.Ağırlık (LARGE) o halde Kalite (B-LARGE Klima-ÇAK)")

("7. Eğer Leke Yüzdesi (OrtaLekeli-OL) ve Yum.Ağırlık (SMALL) o halde Kalite (B1-SMALL)")

("8. Eğer Leke Yüzdesi (OrtaLekeli-OL) ve Yum.Ağırlık (MEDIUM) o halde Kalite (B1-MEDIUM)")

("9. Eğer Leke Yüzdesi (OrtaLekeli-OL) ve Yum.Ağırlık (LARGE) o halde Kalite (B1-LARGE)")

("10. Eğer Leke Yüzdesi (ÇokLekeli-ÇL) ve Yum.Ağırlık (SMALL) o halde Kalite (B2-SMALL)")

("11. Eğer Leke Yüzdesi (ÇokLekeli-ÇL) ve Yum.Ağırlık (MEDIUM) o halde Kalite (B2-MEDIUM)")

("12. Eğer Leke Yüzdesi (ÇokLekeli-ÇL) ve Yum.Ağırlık (LARGE) o halde Kalite (B2-LARGE)")

("13. Eğer Leke Yüzdesi (ÇokFazlaLekeli-ÇFL) ve Yum.Ağırlık (SMALL) o halde Kalite (B3-SMALL)")

("14. Eğer Leke Yüzdesi (ÇokFazlaLekeli-ÇFL) ve Yum.Ağırlık (MEDIUM) o halde Kalite (B3-MEDIUM)")

("15. Eğer Leke Yüzdesi (ÇokFazlaLekeli-ÇFL) ve Yum.Ağırlık (LARGE) o halde Kalite (B3-LARGE)")

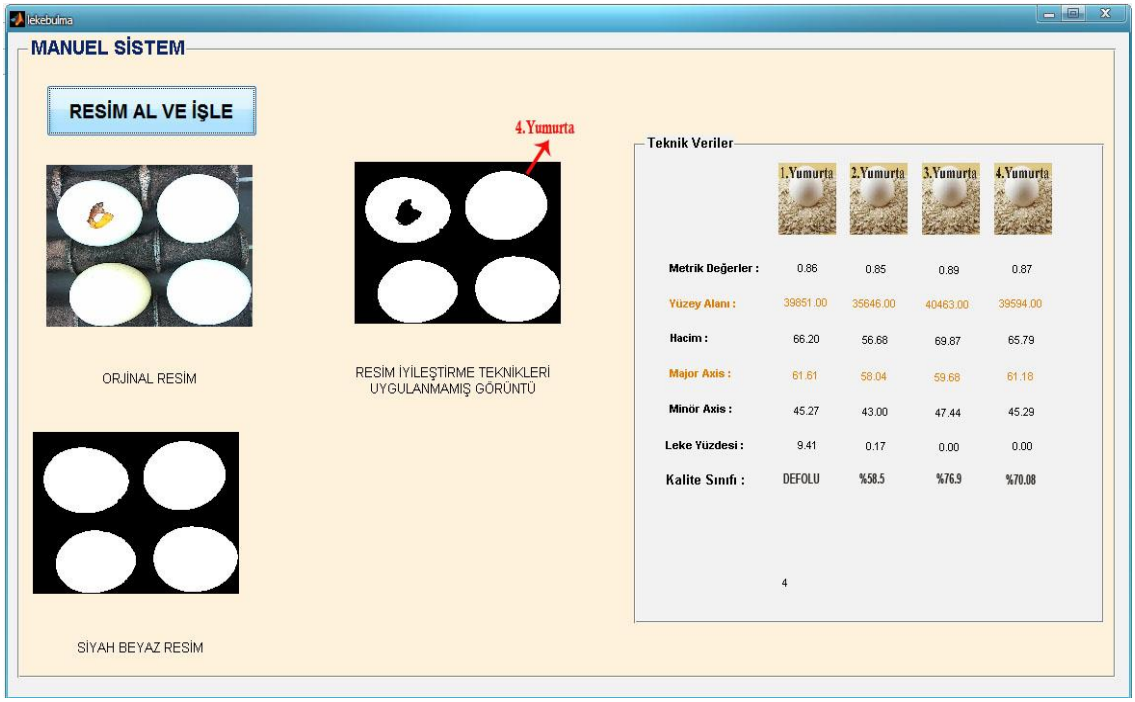
Çizelge 5.4 Bulanık Kural Tablosu

Leke%si Yum Ağ.	**L' (LEKESİZ)**	**AL (AZ LEKELİ)**	**OL (OrtLEKE Lİ)**	**ÇL (ÇOKEKE Lİ)**	**ÇFL(Çok FazlalEKE Lİ)**	**K. DURUMU**
SMALL	A-SMALL	DEFOLU	DEFOLU	DEFOLU	DEFOLU	
MEDIUM	A-MEDIUM	DEFOLU	DEFOLU	DEFOLU	DEFOLU	
LARGE	A-LARGE	DEFOLU	DEFOLU	DEFOLU	DEFOLU	

Çizelge 5.4'te kural tablosu görülmektedir. Yumurtalar daha önce belirtildiği üzere, öncelikle A ve B sınıfı olarak ayrılmaktadır. A sınıfı satışa sunulabilir defosuz yumurtalar, B sınıfı yumurtalar ise defolu yumurtalar olarak belirlenmiştir.

A sınıfı yumurtalar A-SMALL, A-MEDİUM, A-LARGE olarak ayrılmaktadır. B sınıfı yumurtalar Bulanık kural tablosundan da anlatıldığı üzere "Lekesiz", "AzLekeli", "OrtaLekeli", "ÇokLekeli" ve ÇokFazlaLekeli" olması durumuna göre tanımlanmıştır.

Bulanık çıkarım; Leke yüzdesi ve Yumurta ağırlığı bulanık kümelerinin üyelik dereceleri esas alınarak yapılmaktadır. Leke yüzdesi ve Yumurta ağırlığı kümesinden gelen dilsel ifadeler bulanık kural tabanından geçirilmektedir. Kural tabanında tetiklenen satırların leke yüzdelerinin ve yumurta ağırlıklarının üyelik derecelerinin minimumu alınır, bulunan değerler sonuç bulanık kümesinin grafiğinde işaretlenir ve bir taralı alan oluşturulur. Bu taralı alanın ağırlık merkezi hesaplanarak yumurtanın kalitesi ile ilgili "yumurta %x kalitededir" şeklinde bir sonuç üretilmektedir.



Şekil 5.20 Program örnek otomasyon ara-yüzü.

Örneğin Şekil 5.20'de görülen örnek otomasyon ara-yüzünde, 4. yumurta %0 kirli ve 69 gr ağırlığındadır. Bu yumurta leke yüzdesi bulanık kümesinde, Lekesiz sınıfına dahil olmaktadır. Yumurta ağırlığı bulanık kümesinde ise hem A-MEDIUM, hem de A-LARGE sınıfına dâhil olmaktadır.

Giriş elemanlarının üyelik dereceleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Leke yüzdesi üyelik derecesi= 1 → "Lekesiz"
Yumurta ağırlığı üyelik derecesi = 0.1 → " MEDIUM"
Yumurta ağırlığı üyelik derecesi = 0.11 → " LARGE"

Buradan; kural cümlelerinin 2. ve 3. satırları tetiklenmektedir.

```
("2. Eğer Leke Yüzdesi ( Lekesiz- L' ) ve Yum.Ağırlık ( MEDIUM ) o
halde Kalite( A-MEDIUM)")

Min(1, 0.1)=0.1

("3. Eğer Leke Yüzdesi ( Lekesiz- L' ) ve Yum.Ağırlık ( LARGE ) o
halde Kalite ( A-LARGE)")

Min(1, 0.11)= 0.11
```

İki cümlenin de minimumu alındığında kalite yüzdesi kümesine 0.1 ve 0.11 değerleri aktarılmaktadır. Buradan ;

KaliteYüzd. = (0.1*KaliteYüzd.(MEDIUM) + 0,11*KaliteYüzd.(LARGE)) /(0.1+0,11)
=%70 kalitededir.

5.7.1.11. Yumurta sınıfının gösterilmesi

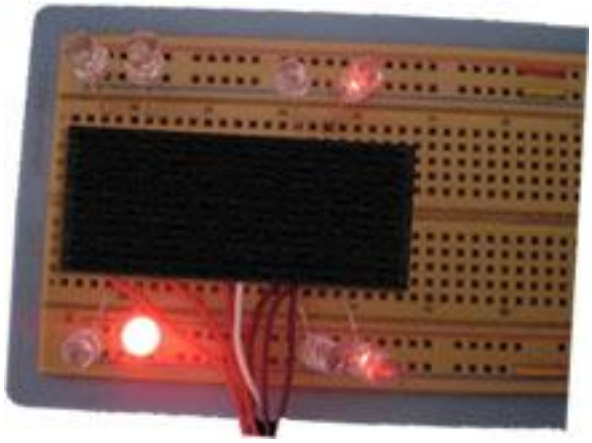
Tüm sistemin çıktı elemanı olan, yumurta kalite sınıfı; monitördeki program arayüzü dışında, karanlık oda üzerine yerleştirilen led'li gösterge panelden de izlenebilmektedir. Her bir yumurta için bir plaka üzerine 2'şer adet led yerleştirilmiştir. 2 bitlik veriyi temsil eden bu gösterge, ikili sayı sistemindeki (00-01-10-11) sayılarını temsil etmektedir. Bu gösterge panel; yumurta sınıfına göre paralel port aracılığı ile sistem yazılımı tarafından kontrol edilmektedir.

Ledlerin durumu ve anlamları aşağıda verilmiştir.

1- 00 olması durumu yumurtanın defolu olduğunu göstermektedir.
2- 01 olması A-SMALL olduğunu göstermektedir.
3- 10 olması, A-MEDIUM olduğunu göstermektedir.
4- 11 olması A-LARGE olduğunu göstermektedir.

Yumurta kalitelerinin led panel üzerinde gösterildiği bir örnek Şekil 5.21'de verilmiştir. Burada

- 1.yumurtada hiçbir led yanmamakta, dolayısıyla 00 durumu- defoludur.
- 2. Yumurtada bir led yanmakta ve 01 durumu- A-SMALL
- 3. Yumurtada bir led yanmakta ve 01 durumu- A-SMALL
- 4. Yumurtada bir led yanmakta ve 01 durumu- A-SMALL



Şekil 5.21 Led gösterge paneli

Led panel bilgisayar tarafından MATLAB 7 programında yazılan kodlar aracılığı ile kontrol edilmektedir. Bu işlemler için kullanılan kod bloğu aşağıda verilmiştir.

```
paralel_port = digitalio ( 'parallel' , 'LPT1' ) ;          % portun tanımlanması
addline(paralel_port , 0:7 , 'out') ;                       %  portun bitlerinin kull. açılması
dec_data = 88; bin_data=dec2binvec(dec_data , 8)   % dec verinin bin formata çevril.
putvalue (paralel_port , dec_data);                % porta dec veri gönderilmesi
putvalue (paralel_port , bin_data);                         % porta bin veri gönderilmesi
putvalue ( paralel_port , logical ( [ 0 1 0 0 0 1 0 0 ] ) ); % porta direk bin veri gönderilm.
gelen_veri = getvalue(paralel_port);                        % paralel porttan verinin okunması
delete (paralel_port);                          % port nesnesinin silinmesi
clear paralel_port;                % port nesnesini tutan değişkenin bellekten temizlenmesi
```

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1 Sonuçlar

Araştırmada 400 adet farklı büyüklüklerde yumurta üzerinde çalışma yapılmıştır. Yumurtalar sistem tarafından %98 başarıyla gerçek zamanlı olarak tespit edilmiştir. Yumurtaların yüksek yüzde ile tespit edilmesinin sebebi şekil olarak elipsoid olması, karanlık odanın gölge oluşumuna engel olması ve başka yumurta benzeri bir nesnenin kadraja girme durumunun bulunmaması olarak söylenebilir. Burada öne çıkan şekil faktörü olmaktadır. Şekil önemli bir ayıraç olmuştur.

Sistemin ilk hedefi olan yumurtaların belirlenmesi aşamasından sonra yumurta hacim hesaplamaları ve bunların ağırlığa dönüştürme işlemleri bulunmaktadır. Bu işlemler %2- %2.5 hata oranı ile tespit edilmiştir. Aşağıdaki çizelgede 12 adet yumurtanın elektronik kantar ile ölçülmüş ağırlığı ve sistem tarafından ölçülen ağırlıkları karşılaştırılmıştır.

Çizelge 6.1 Başarı oranı Çizelgesi

No:	k.çap	uzunçap	Hacim	Kütle	Elektronik Tartı Kütlesi	Hata Oranı
1.	4,232	6,231	66,743671	69,41342	67,9	2,180296
2.	3,657	5,306	42,513719	44,21427	41,82	5,415148
3.	3,856	5,966	53,11406	55,23862	54,701	0,973272
4.	5,032	6,931	104,71075	108,8992	103,892	4,597997
5.	4,621	7,26	92,610629	96,31505	96,251	0,066505
6.	4,526	6,957	85,158436	88,56477	87,627	1,058857
7.	4,532	6,49	79,651366	82,83742	80,21	3,171779
8.	3,351	5,385	36,261485	37,71194	37,62	0,243806
9.	5,263	6,32	104,37468	108,5497	107,632	0,845391
10	4,859	6,361	89,651986	93,23807	91,253	2,129029
11.	3,956	5,893	55,20401	57,41217	54,261	5,488681
12.	5,183	6,372	102,08323	106,1666	102,563	3,394252

Çizelge 6.1'de görüldüğü üzere %97-%98 oranında başarılı bir sistem geliştirilmiştir. Hali hazırda kullanılan çok çeşitli marka ve özelliklerde yumurta ayraç makineleri olmasına rağmen tasarımımız küçük ölçekli işletmeler için çok düşük maliyetli makine üretilebileceğini ve mekanik sistemler yerine görüntüye dayalı belirlemelerin yapılabileceğini göstermiştir.

Bu Tez çalışmasında kütle hesabından sonra, yumurta kabuğu yüzeyinde kir taraması yapılmıştır. Kir oranları bulanık mantık aracılığı ile sınıflandırılmış ve kirlilik hakkında karar verilmiştir. Yapılan deneylerde 80 lekeli yumurta kullanılmış, bunların hepsinin lekeli olduğu tespit edilmiştir. Ancak kir sınıfı 71 adet yumurtanın tam doğru olarak tespit edilebilmiştir. Dolayısıyla %88,75 başarı oranı bulunmuştur.

Geçmiş çalışmalarda yapılmayan yumurta kütle hesabı çalışılmıştır. Ayrıca yine geçmiş çalışmalarda olmayan ağırlık hesabı ve yumurta defoları birlikte aynı anda belirlenmiş, yumurta kalite sınıfı belirlenmiştir. Kalitenin belirlenmesinde hususunda diğer çalışmalarda genellikle yapay sinir ağlarından yararlanılırken, bu tez çalışmasında bulanık mantıktan yararlanılmıştır.

Hali hazırda kullanılan çok çeşitli marka ve özelliklerde yumurta sınıflandırma makineleri bulunmaktadır. Bu makinelerin tamamı yurt dışı menşelidir. Yumurta tasnif makineleri ağır ve geniş yer kaplayan, yoğun mekanik sistemler ihtiva etmektedirler. Bu noktadan hareketle daha teknolojik, daha akıllı bir makine prototipi geliştirilmiş ve üretilmiştir. Ayrıca kir taraması, yumurtalar bant üzerinde gelmekteyken işçiler tarafından yapılmaktadır. İşletmenin büyüklüğüne göre 2-4-6 kişi kir taraması işleminde çalışmaktadır. İlk edinim maliyetleri çok yüksektir. Yapılan çalışmada mekanik materyalden ve iş gücünden tasarruf sağlanmıştır.

Tüm bu bilgilerin ışığında, çiftlik ortamında da kullanılabilecek, gerçek ihtiyaçlara cevap verebilecek, yüksek teknolojili bir prototip hazırlanarak küçük ölçekli işletmeler için de çok düşük maliyetli makine üretilebileceği ve mekanik sistemler yerine görüntüye dayalı belirlemelerin yapılabileceği gösterilmiştir.

6.2 Öneriler

Bu tez çalışmamızda belirtildiği üzere yazılım kontrollü donanım birimi olarak tasarlanmıştır. Ancak kaliteleri belirlenen yumurtalar konveyör bant çıkışında herhangi bir fiziksel ayrıma tabi tutulmamaktadır. Gelecek çalışmalarda bant sonuna pnömatik yada uygunluğuna göre farklı mekanik bir ayraç sistem eklenmesi düşünülmektedir. Ayrıca yine gelecek çalışmalarda yumurta içinde olan defo tespiti yapılabileceği düşünülmektedir. Bu konuda benzer çalışmalar bulunmaktadır.

Bulanık mantık ya da farklı yapay-zeka alt alanları yoluyla akıllı yumurta kalitelendirme sistemleri tasarlanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada bulunulan kalite değerlendirme sektörü çok çeşitli ürünler üzerinde çalışmaktadır. Büyüklüğüne göre kalite durumu belirlenen bir çok ürün hakkında görüntü işleme tabanlı sistemlerin kullanılabileceği ve benzer çalışmaların yapılabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Aktan S., 2004, "Sayısal Görüntü Analizinin (Digital Image Analysis) Hayvancılıkta Kullanım Olanakları ve Metodolojisi, *4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, Sözlü Bildiriler*, cilt 1, Isparta, 160-165.

Baxes A G., 1994, Digital Image Processing Principles and Applications, John Wiley & Sons, Inc., USA.

Baykal N. ve Beyan, T., 2004. Bulanık Mantık İlke ve Temelleri, Bıçaklar Kitabevi.

BODUR K., 2012, "Bulanık Mantık Yaklaşımı İle Deprem Konumlarının Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Katü Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, 2-3.

Canny J., 1986, A Computational Approach to Edge Detection, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. PAMI-8, No. 6, 679-698.

Daley W.D.R., Babbitt, S.S. 1991. Machine vision quality control by computer, *Misset World Poultry*, 7(4), 20-21.

DANIŞMAN S.S., 2011, "Silo Otomasyon Sisteminin Bulanık Mantık İle Kontrolü", Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Afyon (25-28).

Dehrouyeh M.H., Omid M., Ahmadi H., Mohtasebi S.S., Jamzad M., 2010, Grading and Quality Inspection of Defected Eggs Using Machine Vision, *International Journal of Advanced Science and Technology Vol*., 1-7,

Demir Ö., 2006, "Matlab Gereçleri İle görüntü İşleme Uygulamaları", Yüksek .Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Fen Bil. Enstitüsü,* 21-22.

Elbehiery H., Hefnawy A., and Elewa M., 2005, Surface Defects Detection for Ceramic Tiles Using Image Processing and Morphological Techniques, *World Academy of Science, Engineering and Technology 5*.

García-Alegre M.C., Enciso J., Ribeiro A., Guinea D., 1997, Towards an automatic visual inspection of eggshell defects, *Proc. Intern.Workshop on Robotics and Automated Machinery for Bio-Productions*, Gandia, Spain, 51-56.

Güray T., Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak Meyve Tasnifi, 2007, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta. 1-80.

Gonzalez R.C., 2004, Digital Image Processing / Richard E.Woods p. Cm, Includes bibliographical references, ISBN 0-201-18075-8.

Haberaecker W., 1991, Digitale Bilverarbeitung, Grundlagen und Anwendungen, Hanser, ISBN 3-446-16339-5.

İskender T., 2009, Görüntü İşleme Ve Görüntü İşlemede Kullanılan Yöntemlerin Örneklerle Açıklanması, Tezsiz Yüksek Lisans, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

Jones D.R., Lawrence K.C, Yoon S.C., Heitschmidt G.W., 2010, "Modified pressure imaging for egg crack detection and resulting egg quality." Poultry Science 89: 761-765.

John C. Russ, 1999, The Image Processing Hand Book, Third Edition, CRC Press, ISBN:0-8493-2532-3

Lawrence K.C., S.C. Yoon, D.R. Jones, G.W. Heitschmidt,B.Park,W.R. Windham, 2009 , Modified Pressure System For Imaging Egg Cracks, *American Society Of Agriccultural And Biological Engineers Issn 0001-2351,* Vol.52(3):983-990.

Lootsma F., 1997, Fuzzy Logic for Planning and Decision Making, *Kluver Academic Publishers*, Dordrecht.

Maria C., Garcia-Alegre, A. Ribeiro, Guinea D., G. Cristobal., 1998, Eggshell Defects Detection Based on Color Processing, *International Workshop on Robotics and Automated Machinery for Bio-Productions*. Spain. Pages 51-66.

Mertens, K., B. De Ketelaere, B. Kamers, F. R. Bamelis, B. J. Kemps, E. M. Verhoelst, J. G. De Baerdemaeker and E. M. Decuypere. 2005, Dirt Detection on Brown Eggs by Means of Color Copmuter Vision, *Poultry Science Association Inc.* 84, 1653-1659.

Milan, S., Vaclav, H., & Roger, B. Image processing analysis and machine vision ,*Chapman and Hall*, London, 255-280. (2002).

Moba Newsletters, omnia 330, 2007, The bold advance, Barneveld,Holland,1996. *turkishpoultry.com, World Poultry,* No:6 Volume 23,

Nakano K., Usui Y., Motonaga Y., 2003, A Study on the Development of Non-Destructive Detection System for Abnormal Eggs. EFITA Conference. Debrecen. Hungary.

Narushin V.G., 2005, Egg geometry calculation using the measurements of length and breadth., *Poultry Science*. Mar;84(3):482-484

Patel V.C., McClendon R.W., Goodrum J.W., 1998, Color Computer Vision And Artificial Neural Networks For The Detection Of Defects İn Poultry Eggs., *Artificial Intelligence Review,* 12: 163-176.

Pourezza H.R., Pourezza R.S., Fazeli S., Tagzadeh B., 2008, *Automatic Detection Of Eggshell Defects Based On* Machine Vision. *journal of animal and Vetrinary Advances 7(10), Medwell Journals,* ISSN: 1680-5593, , 1200-1203.

Schmitt K.M., Riddington J.R., Young R.C.D., Budgett D.M., Chatwin C.R., 2000, Image Processing Applied To Brick Quality Control, *The İnternational Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, 16:434-440.

Soykan F., 2005, Nesne tanıma ve aralarındaki topolojik ilişkilerin semantik düzeyde incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 3-10.

Terano T., Asai K., Sugeno M., 1997, Fuzzy Systems Theory and Its Applications, *Academic Press Inc*., San Diego.

Triantaphyllou E., 2000, Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study, Kluver Academic Publishers, Dordrecht,.

United States Department of Agriculture. 1990. Egg-Grading Manual. Agriculture Handbook No.75. *Agriculture Marketing Service*, USDA.

Vincent O. R., Folorunso O., 2009, A Descriptive Algorithm for Sobel Image Edge Detection, *Proceedings of Informing Science & IT Education Conference (InSITE)*

WINDHORST H., WINDHORST W., 2005, *Uluslararası Yumurta Komisyonu*, Vechta Üniversitesi, Almanya Çeviren: Dr. Hüseyin SUNGUR/Yum-Bir Genel Sekreteri

www.mathworks.com (Erişim Tarihi 2012).

Yaman, K., Sarucan, A., Atak, M., Aktürk, N., 2001. Dinamik çizelgeleme için görüntü işleme ve ARIMA modelleri yardımıyla veri hazırlama. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi*, 16(1): 19-40.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Halil ÖZKAN
Uyruğu	**:**	TC.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Elazığ
Telefon	**:**	0532 7086986
Faks	**:**	
e-mail	**:**	

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Tavas YDA Lisesi, Tavas,Denizli	2000
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi, Selçuklu,Konya	2005
Yüksek Lisans	:		
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2005 – 2009	MEB	Öğretmen
2009-2009	Hacettepe Üniv. Polatlı MYO	Ö.Gör.
2009-	Selçuk Üniv. Kulu MYO	Ö.Gör.

UZMANLIK ALANI

Yazılım, Görüntü işleme, Yapay sinir ağları

YABANCI DİLLER

Ingilizce(67,25 Üds)