T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ İLE ŞEFTALİ VE ELMA SINIFLANDIRMA

ESER SERT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
DANIŞMAN: YRD.DOÇ DR. DENİZ TAŞKIN

EDİRNE, 2010

I

T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Görüntü İşleme Teknikleri İle Şeftali ve Elma Sınıflandırma

Eser SERT

Yüksek Lisans Tezi

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu tez / /2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından kabul edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr. Deniz TAŞKIN
Danışman

Yrd.Doç.Dr. Nurşen SUÇSUZ
Üye

Yrd.Doç.Dr. Hilmi KUŞÇU
Üye

ÖZET

Yüksek lisans tezi, Görüntü işleme teknikleri ile şeftali ve elma sınıflandırma, T.C. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı.

Ülkemizin çeşitli yerlerinde elma ve şeftali üretimi yapılmakta olup elde edilen ürünler gerek yurt içine gerekse de yurt dışına gönderilmektedir. Üretilen ürünleri ticari amaçla pazarlamak için birtakım fabrikasyon işlemlerinden geçirmek gerekmektedir. Ürünler fabrikaya alındıktan sonra kalite testlerinden geçirilip belirlenen standartlara göre sınıflandırılması yapılmaktadır. Bu çalışmada elma ve şeftalinin özellikleri kullanılarak sınıflandırma işleminin yazılım ve elektronik donanım işbirliği içerisinde yapılması hedeflenmekedir.

Bu tez 2010 yılında yapılmıştır ve 89 sayfadan oluşmaktadır

ANAHTAR KELİMELER: Meyve Sınıflandırma, Görüntü İşleme, Yük Hücresi

ABSTRACT

Master's Thesis, Content, Peach and Apple Classification Through Image Processing Techniques, The Division of Computer Engineering, Physical Sciences Institute, Trakya University.

The production of apple and peach is done in different parts of our country and these products are sent either stateside or abroad. In order to marked the produced products in a commercial sense, some factory – made processes are necessery. After having taken the produced products to factory , these products are tested for quality test and are classified according to determined standarts. In our study, the properties of apple and peach is used to aim the building of the cooperation of software and electronics hardware of classification process.

This study was completed in 2010 and consists of 89 pages

KEY WORDS: Fruit Classification, Image Processing, Load Cell

TEŞEKKÜR

Gerek tez çalışmamda gerekse de akademik çalışmalarımda desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam Yrd.Doç.Dr. Deniz TAŞKIN'a teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalışmamda ve akademik çalışmalarımda yaptıkları olumlu eleştiriler ve katkılardan dolayı Yrd. Doç. Dr. Nurşen SUÇSUZ hocama teşekkürlerimi sunarım. Son olarak çalışmalarımda bana sürekli destek olan aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET i

ABSTRACT ii

TEŞEKKÜR iii

İÇİNDEKİLER iv

ŞEKİLLER TABLOSU vi

ÇİZELGELER TABLOSU ix

1. GİRİŞ 1

2. SINIFLANDIRMA BİLGİLERİ 3

2.1. Elma Sınıflandırmada Zirai Bilgiler 3
2.1.1. Elmaların sınıflandırılması 4
2.1.2. TS 100'e göre elma sınıflandırmada boy toleransı 7

2.2. Şeftali Sınıflamada Zirai Bilgiler 7
2.2.1. Çeşitler 8
2.2.2 Boylama 9
2.2.3. Boy özellikleri 9

3. ÖRÜNTÜ TANIMA 11

3.1. Örüntü Tanıma Türleri 12

3.2. Örüntü Tanıma Sistemlerinin Bileşenleri 14

4. MATLAB VE MATLAB İLE ÖRÜNTÜ TANIMA 16

4.1. Giriş Bilgileri 16
4.1.1. Vektör tanımlama 16
4.1.2. IF yapısı 17
4.1.3. Switch case yapısı 19
4.1.4. Döngü ifadeleri 19

4.2. Resim İşleme Komutları 20
4.2.1. Plot komutu 20
4.2.2. Imread komutu 23
4.2.3. Figure komutu 24
4.2.4. Imshow komutu 24
4.2.5. Rgb2gray komutu 25
4.2.6. Imcrop komutu 25
4.2.7. Imadjust komutu 26
4.2.8. Imcontour komutu 27
4.2.9.Imhist komutu 28

4.2.10. imdilation komutu 29
4.2.11. Imrotate komutu 30
4.2.12. Kırmızı, Mavi ve Yeşil Renk Ayrımı 31
4.2.13. Imfill 32
4.2.14. Graythresh 32
4.2.15. Otomatik Karşıtlık Ayarlama 33
4.2.16. Bozuk Resimleri Düzeltme 36
4.3. Simulink Elemanları 37
4.3.1. Embedded Matlab Function 37
4.3.2. If 37
4.3.3. If Body Subsystem 38
4.4.4 Constant 39
4.4.5 Voltmeter 40
4.4.6 Add 40
5. SİSTEM DONANIM BİLGİLERİ 41
5.1. USB Kamera 41
5.2. Yük Hücresi 42
5.3. Analog-Sayısal Dönüştürücü 44
5.4. MATLAB Simulink'de Tasarlanmış Sınıflandırıcı Donanım 46
5.4.1. Starking türü elma için sınıflandırıcı donanımı 47
5.4.2. Granny Smith türü elma için sınıflandırıcı donanımı 50
5.4.3. Şeftali sınıflayıcı donanımı 52
5.4.4. Gösterge donanımın 55
5.4.5. Sıfırlama devreleri 57
6. SİSTEM YAZILIMI 60
6.1. Kalibrasyon Yazılımı 60
6.2. Sınıflandırıcı Yazılım 66
6.3. Sınıflandırıcı Yazılımın Çalıştırılması: 77
7. SONUÇ 86
KAYNAKLAR 87
ÖZGEÇMİŞ 89

ŞEKİLLER TABLOSU

ŞEKİL 2. 1. ELMA ÜZERİNDE BOYUT DEĞİŞKENLERİNİN GÖSTERİLMESİ 5
ŞEKİL 2. 2. *STARKİNG* ELMALAR 6
ŞEKİL 2. 3. *GRANNY SMİTH* ELMALAR 6
ŞEKİL 3. 1. ÖRÜNTÜ TANIMA SİSTEMİ 12
ŞEKİL 3. 2. NESNE TANIMA BLOK DİYAGRAMI 12
ŞEKİL 3.3. YAPISAL ÖRÜNTÜ TANIMA SİSTEMİ 13
ŞEKİL 3.4. ÖRÜNTÜ TANIMA SİSTEMİ 14
ŞEKİL 4. 1. MATLAB'DE TRANSPOZE İŞLEMİ 17
ŞEKİL 4. 2. GRAFİK GÖRÜNTÜSÜ 21
ŞEKİL 4. 3. GRAFİK GÖRÜNTÜSÜ 22
ŞEKİL 4.4. GRAFİK ÇIKTISI 23
ŞEKİL 4. 5. PROGRAM ÇIKTISI 23
ŞEKİL 4. 6. GÖRÜNTÜLENEN RESİM 24
ŞEKİL 4.7. RGB2GRAY UYGULAMASI 25
ŞEKİL 4.8. İMCROP İŞLEMİ 26
ŞEKİL 4.9. IMADJUST UYGULAMASI 27
ŞEKİL 4.10. NESNE SINIRLARININ BELİRLENMESİ 28
ŞEKİL 4.11. HİSTOGRAM ANALİZİ 29
ŞEKİL 4.12. YAYMA İŞLEMİ 30
ŞEKİL 4.13. IMROTATE İŞLEMLERİ 31
ŞEKİL 4.14. PROGRAM ÇIKTISI 31
ŞEKİL 4.15. IMFİLL KOMUTUNUN KULLANIMI 32
ŞEKİL 4.16. GRAYTHRESH KOMUTUNUN UYGULANMASI 33
ŞEKİL 4. 17. OTOMATİK KARŞITLIK AYARLAMAK İÇİN HAZIRLANAN YAZILIM 34
ŞEKİL 4.18. KARŞITLIĞI BOZUK BİR RESİM 35
ŞEKİL 4.19. KARŞITLIĞI DÜZELTİLMİŞ RESİM 35
ŞEKİL 4.20. GÜRÜLTÜLÜ VE DÜZETMİŞ RESİM 36
ŞEKİL 4.21. EMBEDDED MATLAB FUNCTİON SİMGE VE EDİTÖR ŞEKLİ 37
ŞEKİL 4.22. *IF* SİMGESİ VE DİYALOG KUTUSU 38

ŞEKİL 4.23. *IF BODY SUBSYSTEM* ELEMANININ SEMBOLÜ VE İÇ YAPISI 39
ŞEKİL 4.24. CONSTANT SEMBOLÜ VE DİYALOG KUTUSU 39
ŞEKİL 4.25. VOLTMETRE SEMBOLÜ 40
ŞEKİL 4.26. ADD ELEMANININ SEMBOL VE DİYALOG KUTUSU 40
ŞEKİL 5.1 YÜRÜYEN BANT SİSTEMİNDE ELMA FOTOĞRAF ÇEKİCİSİ 41
ŞEKİL 5.2. FOTOĞRAFLARI ÇEKİLEN ELMALAR 42
ŞEKİL 5.3.YÜK HÜCRESİNİN ÇALIŞMASI VE BAĞLANTILARI 42
ŞEKİL 5.4. BCN 15AS YÜK HÜCRESİ 43
ŞEKİL 5.5.ELMA AĞIRLIK ALGILAMA SİSTEMİ 43
ŞEKİL 5.6. CAS MARKA ANALOG SAYISAL DÖNÜŞTÜRÜCÜ 45
ŞEKİL 5.7. *STARKİNG* TÜR ELMA İÇİN SINIFLANDIRMA DONANIM KISMI 48
ŞEKİL 5.8. IF BODY SUBSYSTEM İÇERİĞİ 49
ŞEKİL 5.9. SEPETE ATILAN ELMALARI SAYAN DEVRE 50
ŞEKİL 5.10. *GRANNY SMİTH* TÜR ELMA İÇİN SINIFLANDIRMA DONANIM KISMI 50
ŞEKİL 5.11. SEPETE ATILAN ELMALARI SAYAN DEVRE 52
ŞEKİL 5. 12. ŞEFTALİ İÇİN SINIFLANDIRMA DONANIMI 53
ŞEKİL 5.13.SEPETE ATILAN ŞEFTALİLERİ SAYAN DEVRE 55
ŞEKİL 5. 14. GÖSTERGE DONANIMI 56
ŞEKİL 5. 15. SEPET AĞIRLIĞINI KAYDEDEN DEVRE 57
ŞEKİL 5. 16. ŞEFTALİ SEPET SAYAÇ SIFIRLAMA DEVRESİ 58
ŞEKİL 5. 17. *STARKİNG* SEPET SAYAÇ VE SEPET AĞIRLIK SIFIRLAMA DEVRESİ 58
ŞEKİL 5. 18. *GRANNY SMİTH* SEPET SAYAÇ VE SEPET AĞIRLIK SIFIRLAMA DEVRESİ 59
ŞEKİL 6. 1 KAMERA İLE YÜRÜYEN BANT SİSTEMİ 60
ŞEKİL 6. 2.KALİBRASYON PROSEDÜRÜ 61
ŞEKİL 6. 3. KALİBRASYON İÇİN KULLANILAN YAZILIMIN AKIŞ DİYAGRAMI 63
ŞEKİL 6. 4. YAZILIMIN VERDİĞİ KAMERA GÖRÜNTÜSÜ 64
ŞEKİL 6. 5. İŞLEMDEN GEÇMİŞ KAMERA GÖRÜNTÜSÜ 64

ŞEKİL 6.6. YAKALANAN NESNE SAYISI VE SEÇİLEN NESNENİN GÖSTERİLMESİ.....65
ŞEKİL 6. 7. NESNENİN EN VE BOY ÖLÇÜLERİNİN GRAFİK EKRANDA GÖSTERİLMESİ.....65
ŞEKİL 6. 8. NESNENİN EN VE BOY ÖLÇÜLERİNİN GRAFİK EKRANDA GÖSTERİLMESİ.....66
ŞEKİL 6. 9. PROGRAMIN AKIŞ DİYAGRAMI.....73
ŞEKİL 6. 10. ELMA ÖLÇÜ ÇIKARMA PROGRAMI.....74
ŞEKİL 6. 11. ELMA ÖLÇÜ ÇIKARMA PROGRAMI.....75
ŞEKİL 6. 12. ŞEFTALİ ÖLÇÜ ÇIKARMA PROGRAMI.....76
ŞEKİL 6. 13. *STARKİNG* TÜR ELMA İÇİN PROGRAMIN ÇALIŞTIRILMASI.....78
ŞEKİL 6. 14. YAZILIM SONUÇ GRAFİKLERİ.....81
ŞEKİL 6. 15. YAZILIM SONUÇ GRAFİKLERİ.....83
ŞEKİL 6. 16. YAZILIM SONUÇ GRAFİKLERİ.....85

ÇİZELGELER TABLOSU

ÇİZELGE 2. 1 2007 YILI DÜNYA ELMA ÜRETIM DURUMU (FAO).....3
ÇİZELGE 2. 2 *STARKİNG* TÜRÜ ELMA SINIFLANDIRMA PARAMETRELERİ 5
ÇİZELGE 2. 3.*GRANNY SMİT*H TÜRÜ ELMA SINIFLANDIRMA PARAMETRELERİ 6
ÇİZELGE 2. 4. DÜNYADA ŞEFTALİ ÜRETİM RAKAMLARI 8
ÇİZELGE 2. 5. BOY ÖZELLİKLERİ.....10
ÇİZELGE 4. 1. PLOT PARAMETRELERİ.....21
ÇİZELGE 5. 1. YÜK HÜCRESİ İÇİN BİLGİ TABLOSU.....44
ÇİZELGE 5. 2. ANALOG SAYISAL DÖNÜŞTÜRÜCÜ TEKNİK ÖZELLİKLERİ ..46
ÇİZELGE 5.3. *STARKİNG* TÜRÜ ELMA SINIFLANDIRMA PARAMETRELERİ ..47
ÇİZELGE 5. 4. IF BLOKLARININ İÇERİKLERİ.....49
ÇİZELGE 5. 5. *GRANNY SMİTH* TÜRÜ ELMA SINIFLANDIRMA PARAMETRELERİ 51
ÇİZELGE 5. 6. IF BLOKLARININ İÇERİKLERİ.....51
ÇİZELGE 5. 7 BOY ÖZELLİKLERİ.....54
ÇİZELGE 5. 8. ŞEFTALİ SINIFLAYICI DONANIMIN *IF* BLOKLARININ İÇERİKLERİ 54
ÇİZELGE 6. 1. ÖLÇÜM SONUÇLARI.....79
ÇİZELGE 6. 2. ÖLÇÜM SONUÇLARI.....81
ÇİZELGE 6. 3. ÖLÇÜM SONUÇLARI.....83
ÇİZELGE 6. 4. ÖLÇÜM SONUÇLARI.....85

1. GİRİŞ

Ülkemizin çeşitli yerlerinde elma ve şeftali üretimi yapılmakta olup elde edilen ürünler gerek yurt içine gerekse de yurt dışına gönderilmektedir. Manavlarda ve alışveriş merkezlerinde en sık görülen meyvelerden *Starking* ve *Granny Smith* türü elmalardır. Bu ürünler, en çok satılan ve ithal edilen ürünlerdendir. Üretilen ürünleri ticari amaçla pazarlamak için birtakım fabrikasyon işlemlerinden geçirmek gereklidir. Bu ürünler fabrikaya alındıktan sonra kalite testlerinden geçirilip belirlenen standartlara göre sınıflandırılması yapılmaktadır.

Elma ve şeftali, farklı kriterlere göre sınıflandırılmaktadır. Elma sınıflandırma işleminde, *ebat* ve *ağırlık* bilgisi, şeftali sınıflandırma işleminde ise *çap* bilgisi kullanılmaktadır. Elektronik ve bilgisayar teknolojisinin günümüzdeki kadar gelişmediği tarihlerde bu sınıflandırma işlemi tamamıyla insanlar tarafından yapılmaktaydı. Bu durum, insan gücünün etkin kullanımı ve verimlilik açısından dezavantaj yaratmaktadır. Günümüzde ise sınıflandırma işlemleri bilgisayar kontrolüyle çalışan elektromekanik sistemler kullanılarak yapılmaktadır.

Geliştirilecek olan bilgisayarlı sınıflandırma sisteminde görüntü işleme teknikleri kullanılacaktır. Bu çalışmada kullanılan görüntü işleme teknikleri MATLAB yazılımı aracılığıyla gerçekleştirilecektir. Bu yazılım, güçlü bir hesaplama ortamı sunmakla birlikte veri analizi, eşzamanlı bilgi transferi, veri işleme ve özel işlemleri gerçekleştirmek için programlama dili desteği sağlamaktadır.

Yazılımda işlemleri daha kolay ve hızlı bir şekilde yapmak için geliştirilen *Simulink* adlı araç etkileşimli ara yüzler ile görsel sistem benzetimleri yapmayı sağlayarak çözüme gitmeyi kolaylaştırmaktadır. Sınıflandırma işleminde, elma ve şeftalinin görüntülerinin alınması gerekmektedir. Görüntülerin bilgisayara alınmasında, Simulink'te bulunan ara yüzler ve metotlar kullanılmaktadır.

Elma ve şeftali sınıflandırmada görüntü işleme dışında kullanılacak bir diğer parametre ise *ağırlıktır.* Ağırlık algılama için yük hücresi kullanılmaktadır. Yük hücresi elma veya şeftalinin ağırlık bilgisine göre analog bir sinyal çıkışı vermektedir. Bu

analog bilgi analog-sayısal dönüştürücü aracılığıyla sayısala dönüştürülerek bilgisayara aktarılmaktadır.

Geliştirilen yazılım ile ağırlık bilgisi ve meyveye ait görüntü alınarak elma ve şeftali sınıflandırması yapılmaktadır.

2. SINIFLANDIRMA BİLGİLERİ

Meyvelerin kalite ölçütleri, birtakım standart belirleme kuruluşlarınca tespit edilmiş olup gerekli belgelendirme işlemleri yapılmıştır (TS42 ve TS100). Elma ve şeftalinin de Türk Standartları Enstitüsünce belirlenmiş sınıflandırma parametreleri vardır. Ürünlerin gerek yurt içinde pazarlanmasında gerekse de yurt dışına ithal edilmesinde TSE'nin belirlemiş olduğu sınıflandırma kriterlerine bağlı kalınmalıdır. Tasarlanan elektronik sistemde de TSE'nin belirlemiş olduğu standartlara bağlı kalınmıştır.

2.1. Elma Sınıflandırmada Zirai Bilgiler

Dünyada elma dikili alanlardaki son 40 yıllık dönem boyunca üretim ve verimdeki gelişmeler değerlendirildiğinde; dünya elma üretiminde önemli artışların olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim 1961-1965 dönemi ortalamasına göre 20,7 milyon ton olan dünya elma üretimi 2,8 kat artış göstererek 1996-2000 dönemi ortalamasında yaklaşık 58 milyon ton'a, 2007 yılında ise üretim 65.970.706 ton'a yükselmiştir. Dünyada üretilen 66 milyon ton elmanın 2,5 milyon tonu ülkemizde üretilmekte ve bu hali ile Türkiye elma üretiminde dünyada Çin, A.B.D. ve İran'dan sonra 4. sırada yer almaktadır (Eren ve Kiraz, 2008). Çizelge 2.1 'de bazı ülkelerin elma üretim miktarları ve üretimindeki payları verilmektedir.

Çizelge 2. 1 2007 Yılı Dünya Elma Üretim Durumu (FAO)

Ülke adı	Üretimi (Ton)	Dünya Üretimindeki Payı (%)
Çin	27.865.953	42,24
A.B.D	4.237.730	6,42
İran	2.660.000	4,03
Türkiye	2.457.845	3,72
Rusya	2.333.000	3,54
Fransa	2.143.670	3,25
İtalya	2.072.500	3,14
Hindistan	2.001.400	3,03
Şili	1.390.000	2,11
Arjantin	1.300.000	1,97
Diğerleri	17.508.608	26,55
Toplam	65.970.706	100

Başlıca elma çeşitleri aşağıda gösterilmektedir;

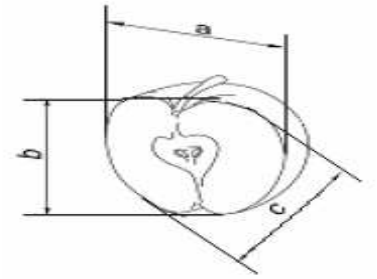
- Starkrimson Delicious
- Starkspur Golden Delicious
- Starking Delicious
- Golden Delicious
- Granny Smith
- Stark’s Earliest
- Beacon
- Black Stayman Improved 201
- Mutsu
- Jonathan
- Amasya
- Sarı İngiliz
- Gala
- Fuji
- Braeburn
- Rome Beauty
- Reinette du Canada
- Red Delicious
- Stayman Winesap
- Staymared (TS 100).

2.1.1. Elmaların sınıflandırılması

Elmalar, renklerine göre *gruplara*, botanik bakımından yapılarına göre *çeşitlere*, kalite özelliklerine göre *sınıflara* ve iriliklerine göre *boylara* ayrılmaktadır (TS100).

Elma sınıflama işlemini yapabilmek için, elmanın *ebat* ve *ağırlık* bilgisine ihtiyaç duyulmaktadır. Şekil 2.1’de elmanın ebat bilgisine ait değişkenler gösterilmektedir. *a, b, c* ve *ağırlık bilgisi* elde edildikten sonra, elmanın türüne göre

çizelge 2.2 yada çizelge 2.3 kullanılarak sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmektedir. *Starking* ve *Granny Smith* türü elmalar bu çalışmada sınıflandırılmaktadır



Şekil 2. 1. Elma üzerinde boyut değişkenlerinin gösterilmesi

Çizelge 2.2 ve çizelge 2.3'ten görüldüğü gibi elma ölçülerinin yanında ağırlık bilgisi de sınıflandırma işleminde önemlidir. *Granny Smith* türü elmanın çizelgesi incelenecek olursa sınıflandırma yapılırken parametre değişimlerinin daha doğrusal ilerlediği görülmektedir.

Çizelge 2. 2 *Starking* türü elma sınıflandırma parametreleri

Sınıf (Starking)	a (mm)	b (mm)	c (mm)	Ağırlık (g)
1	85	83	92	276
2	79	72	82	194
3	76	77	82	182
4	59	59	64	96




Şekil 2. 2. *Starking* elmalar

Çizelge 2. 3.*Granny Smit*h türü elma sınıflandırma parametreleri

Sınıf (*Granny Smith*)	a (mm)	b (mm)	c (mm)	Ağırlık (g)
1	88	90	96	290
2	81	81	89	242
3	82	78	87	216
4	79	68	78	172




Şekil 2. 3. *Granny smith* elmalar

Tarımsal ürünlerde sınıflandırma işleminin otomasyona bağlı olarak gerçekleştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Geçmişte sınıflandırma işlemleri tamamıyla insan gücüyle gerçekleştirilirken, günümüzde bu işlemin otomasyonla gerçekleştirilmesi için çeşitli yöntemler geliştirilmektedir.

Elma sınıflandırma, paketleme gibi işlemlerde Türk Standartları Enstitüsünün belirlediği TS 100 referans olarak ele alınmaktadır. Kullanılan çizelge 2.2 ve çizelge 2.3 bu standartlar doğrultusunda elde edilmiştir.

2.1.2. TS 100’e göre elma sınıflandırmada boy toleransı

TS 100’e göre bütün elma sınıflarında;

a) Bir örneklilik kuralına tabi elmalar için, her ambalajda kütlece veya sayıca ambalaj üzerinde bildirilenlerin bir üst veya bir altındaki boylardan olan elmalara toplam % 10’a kadar tolerans tanınır (en küçük boydakiler için en az değerin altında 5 mm’lik tolerans tanınabilir).
b) Bir örneklilik kuralına tabi olmayan elmalar için, her ambalajda kütlece veya sayıca ambalaj üzerinde bildirilenlerin bir üst veya bir altındaki boylardan olan elmalara toplam % 10’a kadar tolerans tanınır (en az değerin altında 5 mm’lik tolerans tanınabilir)

Elmaların sınıflandırma işleminden sonra ambalajlama işlemine geçilmektedir. Ambalajlar insan sağlığına zarar vermeyen, temiz ve dış darbelere karşı dayanıklı türden seçilmeli ve net kütlesi 3 kg‘ı aşan ambalajlar yeterince dayanıklı olmalıdır.

2.2. Şeftali Sınıflamada Zirai Bilgiler

Şeftaliler; botanik yapılarına göre *çeşitlere*, kalite özelliklerine göre *sınıflara* ve iriliklerine göre *boylara* ayrılmaktadırlar (TS 42). Ilıman iklimi seven bir bitki olan şeftalinin Türkiye'de en çok Bursa ve Akdeniz bölgelerinde tarımı yapılmaktadır. Şeftali yetiştirildikten sonra gerek yurt içine gerekse de yurt dışına gönderilmeden önce birtakım standartlara göre sınıflandırma işlemine tabii tutulmaktadır.

Dünyada şeftali üretiminde Ülkemiz önemli bir paya sahiptir. Çizelge 2.4’te bazı ülkelerin şeftali üretim rakamları verilmektedir.

Çizelge 2. 4. Dünyada Şeftali Üretim Rakamları

DÜNYADA ŞEFTALİ/NEKTARİN ÜRETİMİ		
Ülke	**Üretim (t)**	**Dünya Üretimindeki Payı (%)**
Dünya	15,782,002	
Çin	6,030,000	38,2
İtalya	1,697,854	10,75
ABD	1,369,300	8,67
İspanya	1,130,800	7,16
Yunanistan	817,341	5,17
Türkiye	485,000	3,07
Fransa	426,799	2,70
İran	390,000	2,47
Mısır	360,000	2,28
Şili	315,000	1,99

2.2.1. Çeşitler

Botanik yapılarına göre başlıca şeftali çeşitleri aşağıda gösterilmektedir;

- Flordasun
- Early Amber
- Precocissima
- Starking Delicious
- Springtime
- Dixired
- Earlired
- Redhaven
- Cardinal
- Red Globe
- Cresthaven
- Triogem
- Loring

- J.H. Hale
- Monroe
- Black
- Glohaven
- Jefferson
- Blanging Gold
- Merill Gem Free
- Coronet
- Madison
- Shipper’s Late Red
- Washington

2.2.2 Boylama

TS 42’ye göre şeftaliler iriliklerine göre 8 adet boya ayrılmaktadır. Bu ayrım aşağıdaki gibi harfler ile ifade edilmektedir;

- AAAA
- AAA
- AA
- A
- B
- C
- D
- E

2.2.3. Boy özellikleri

Şeftalilerin boyları, sap ile çiçek çukurunu birleştiren eksene dikey olan en geniş ekvatoral çaplarına göre belirlenmektedir. Bütün sınıflarda boylama zorunludur. Şeftalilerde boy özellikleri Çizelge 2.5’de verilmektedir.

Çizelge 2. 5. Boy özellikleri

Boylar	Meyvenin çapı mm	Meyvenin çevresi mm
AAAA	90 ve daha yukarı	280 ve daha fazla
AAA	80 (dahil) - 90	250 (dahil) - 280
AA	73 (dahil) - 80	230 (dahil) - 250
A	67 (dahil) - 73	210 (dahil) - 230
B	61 (dahil) - 67	190 (dahil) - 210
C	56 (dahil) - 61	175 (dahil) - 190
D	51 (dahil) – 56[1)]	160 (dahil) – 175[2)]
E	51'den daha az	160 mm'den daha az
[1), 2)] Ekstra şeftalilerde en az çap 56 mm ve en az çevre 175 mm. 31 Temmuz'a kadar piyasaya arz olunan Sınıf I ve Sınıf II şeftalilerde 47 mm - 51 mm çap ve 150 mm - 160 mm çevre kabul edilebilir.		

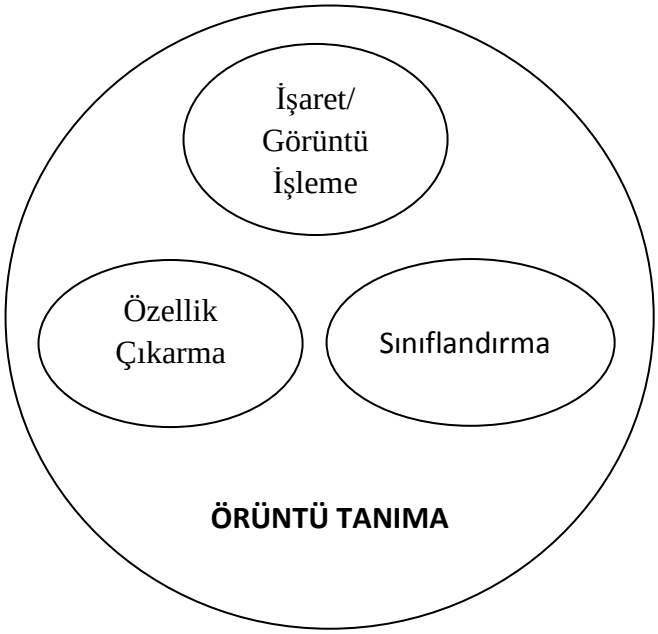
3. ÖRÜNTÜ TANIMA

Örüntü, çevremizde görülebilen ve ölçümlendirme yapılabilen bilgi olarak tanımlanmaktadır. Örüntü kavramı içerisine *ses*, *görüntü*, *sinyal* gibi değişkenler girmektedir. Bu bilgilere bağlı olarak birtakım çıkarımlar elde edilebilmektedir. Örüntü tanıma çok geniş kapsamlı bir disiplindir. Günlük hayatın içerisine de girmiş olan bu kavram gelecekte çok geniş bir kullanım alanına sahip olacaktır.

Örüntü tanımada örüntü bilgisi ile veri tabanında bulunan bilgiler karşılaştırılarak belirli bir ilişki çıkarılarak bilgisayar tarafından ölçülendirilmesi sağlanmaktadır. Günlük hayatta da örüntü tanıma işi sürekli gerçekleştirilmektedir. Yolda yürürken karşılaşılan kişiyi tanımak, sesleri ayırt etmek gibi birtakım uygulamalar buna örnek olarak verilebilir.

Örüntü tanıma teknikleri tıp, eğitim, sanayi, uzay endüstrisi gibi bir çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Şekil 3.1'de örüntü tanıma sisteminin temel yapısı gösterilmektedir. Örüntü işlemenin aşamaları;

- **İşaret / Görüntü İşleme:** Bu işlem aşamasında örüntünün filtreleme işlemi yapılarak modellemesi yapılır.
- **Özellik Çıkarma:** Alınan bilginin bilgisayar veri boyutuna indirgendiği aşama olarak ifade edilmektedir. Örüntünün veri dönüşümü gerçekleştirilirliği önemli bir ara basamaktır.
- **Sınıflandırma:** İki aşama sonucu elde edilen bilgilerin formüle edildiği aşamadır (Türkoğlu, 2003).



Şekil 3. 1. Örüntü tanıma sistemi

3.1. Örüntü Tanıma Türleri

Örüntü tanıma sistemleri gözlenen veya ölçülen verilerin tanımlanmasında birçok uygulamanın merkezinde yer almaktadır. Şekil 3.2'de yaygın olarak kullanılan örüntü tanıma sistemi görülmektedir. *Algılayıcılar*, herhangi bir anda birçok doğal durumun fiziksel özelliklerini ölçmektedir. *Özellik Çıkarıcının* görevi ise, elde edilen ölçümlerin hepsinden oluşan giriş uzayından daha az boyutta bilgi üretmektedir. *Sınıflandırıcının* rolü, örüntüyü özelliklerine göre guruplayarak uygun sınıflara kaydetmektir.

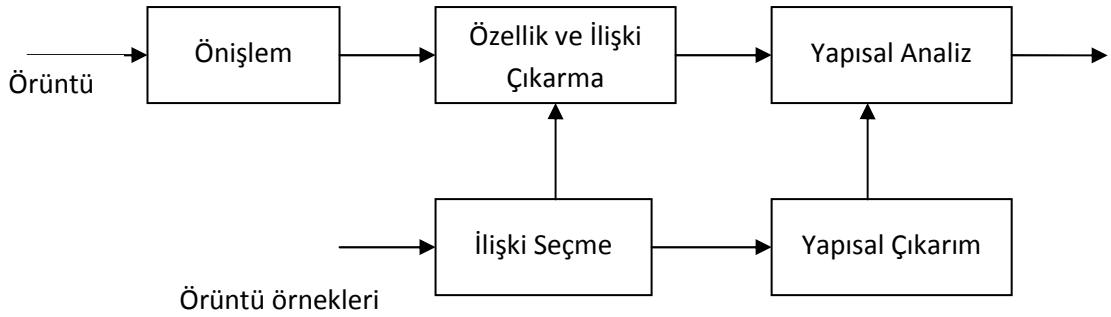


Şekil 3. 2. Nesne tanıma blok diyagramı

Mevcut örüntü tanıma sistemleri üç grupta toplanmaktadır;

a.İstatistiksel örüntü tanıma: İstatistiksel örüntü tanıma yönteminde, sınıflama algoritmaları istatistiksel analiz üzerine kurulmuştur. Aynı sınıfa ait örüntüler, istatistiksel olarak tanımlanan benzer karakteristiklere sahiptirler. Bu yöntemde, özellik olarak nitelendirilen karakteristik ölçümler giriş örüntü örneklerinden çıkarılmaktadır. Her örüntü bir özellik vektörü ile tanımlanmaktadır. Genelde sınıflandırıcıyı oluşturan karar ve sınıflandırma yöntemleri üzerinde önemle durulur. Sınıflandırıcı tasarımı, ölçümler ve olasılıklar gibi işlenebilir örüntü bilgilerini birleştirmeyi esas almaktadır. Bu yüzden *sınıflama*, giriş veri uzayının olasılık yoğunluk fonksiyonlarının tahmini üzerine kurulu bir istatistiksel yapıdır.

b. Yapısal örüntü tanıma: Yapısal örüntü tanıma yönteminde, verilen bir örüntü, şekilsel yapıdan temel karakteristik tanımlanmaya indirgenir. Örüntünün işlenmemiş halinden elde edilen tanımlayıcı biçimsel bilgi veya bunların sentezinden çıkarılan bilgiler kullanılarak tanımlama gerçekleşmektedir. Örneğin, örüntünün *köşe sayısı*, *kenar açıları* vb. Genel olarak yapısal yöntemde, daha basit alt örüntüler kullanılarak karışık örüntülerin hiyerarşik tanımlamaları formüle edilmektedir. Yapısal yöntemde her örüntü, bileşenlerinin bir kompozisyonu olarak ele alınmaktadır. Şekil 3.3'de bir yapısal örüntü tanıma sistemi görülmektedir.



Şekil 3.3. Yapısal örüntü tanıma sistemi

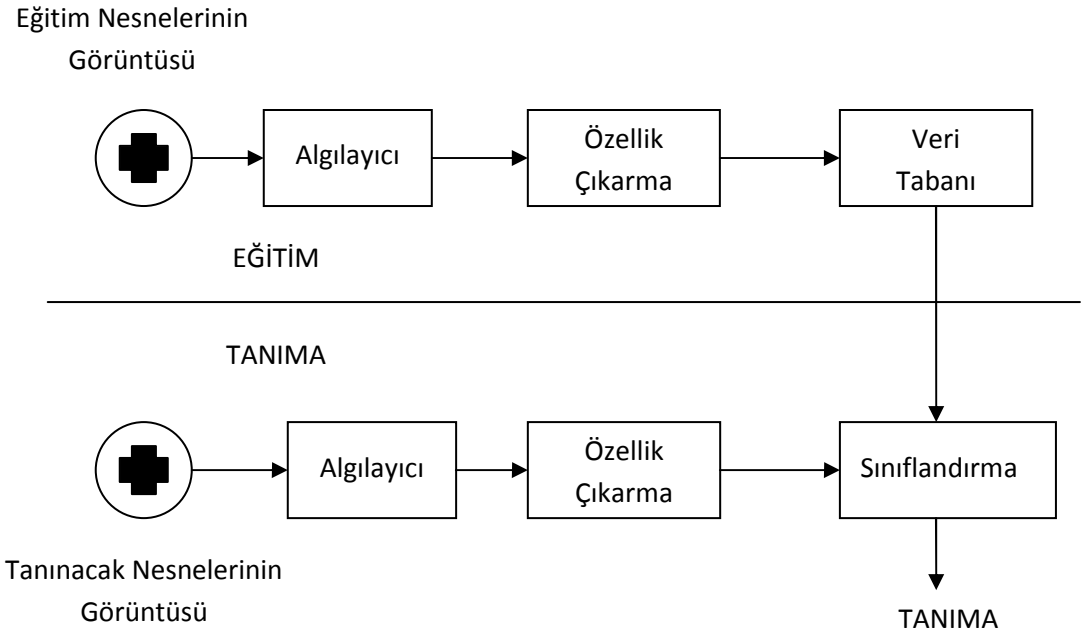
Yapısal örüntü tanıma yönteminde çeşitli birimler arasındaki ilişki, çok büyük önem taşımaktadır ve gerçek tanımada kullanılan bazı şekilsel gösterimler ile belirtilmektedir. Örneğin, ekrandaki bir masayı tanıma, *köşelerinden eşit uzunlukta*

bacaklar tarafından desteklenen yatay bir dikdörtgen yüzey gibi yapısal tanımlamayı temel alarak gerçekleştirilebilir. Bu yöntem, *çevre uzunluğu, alan, ağırlık merkezi, eylemsizlik momenti* ve *Fourier* tanımlayıcıları gibi genel özellikleri kullanır. *Otoregresif model, poligonsal yaklaşım* ve *zincir kodları* yapısal örüntü tanıma yöntemine örnek olarak verilebilir.

c. Akıllı örüntü tanıma: Akıllı örüntü tanıma yönteminde öğrenme esas alınmakta olup, öğrenilen bilgiler doğrultusunda karar verilmektedir. Akıllı örüntü tanıma sistemlerinde ağırlıklı olarak yapay sinir ağ sistemi kullanılmaktadır (Türkoğlu, 2003).

3.2. Örüntü Tanıma Sistemlerinin Bileşenleri

Bir örüntü tanıma sistemi şekil 3.4'de verilmektedir. Şekil üzerinden görülebildiği gibi örüntü tanıma, *eğitim* ve *tanıma* aşamalarından oluşmaktadır. *Eğitim* aşamasında *algılama, özellik* çıkarma ve *veri tabanına bilgi gönderme* işlemleri gerçekleşmektedir. *Tanıma* aşamasında ise *algılama, özellik çıkarma* ve *sınıflandırma* işlemleri gerçekleşmektedir (Türkoğlu, 2003).



Şekil 3.4. Örüntü tanıma sistemi

Dış ortamdan bulunan bilgiler algılayıcılar vasıtasıyla alınıp *eşikleme*, *kenar çıkarma* işlemlerinden geçirilmektedir.

- **Eşikleme**: Resmi, iki renge dönüşmüş hale getirme işlemine *eşikleme* denmektedir. Eşikleme sayesinde resim üzerinde işlemler daha kolay yapılabilmektedir. Fotoğrafın piksellerinin gri seviyesi önceden belirlenen bir eşik değer parametresi ile karşılaştırılıp gri seviyesi, referans değerden büyük olan pikseller *1* değerine, küçük olan pikseller *0* değerine dönüştürülmektedir. Böylece fotoğraf siyah-beyaz hale getirilmiş olur.
- **Kenar çıkarma:** Fotoğrafların, görüntü işleme yazılımlarıyla daha kolay bir şekilde analiz edilebilmesi için içlerindeki gereksiz bilgilerin çıkarılması aşamasıdır. Kenar çıkarma, nesne örüntülerinin tanınmasında önemlidir. Değişik algoritmalara sahip yazılımlar kullanılarak objenin kenarları çıkarılıp nesne tanımada başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir.

4. MATLAB VE MATLAB İLE ÖRÜNTÜ TANIMA

Bu bölümde MATLAB yazılımında resimleri işleme üzerine kullanılabilecek komutlar açıklanmaktadır. Yazılımda temel olarak yapabildiğimiz işlemler :

- Doğrusal ve doğrusal olmayan filtreleme yöntemleri, filtre tasarımı, netleştirme, otomatik zıtlık ayarı gibi görüntü iyileştirme teknikleri
- Yazı analizi, çizgi tespiti, morfoloji, kenar tespiti, segmentasyon, bölge odaklı işleme (ROI) ve özellik ölçümleri gibi özellikleri kapsayan bir görüntü işleme olanağı
- Renk-uzay dönüşümleri ve araç-bağımlı ICC görüntülerinin alım ve verimini de içeren, renkli görüntü işleme olanağı
- Uzaysal dönüşümler
- DICOM verisi alım ve verimi
- Grafiksel kullanıcı ara yüzleri yaratmak için, etkileşimli görüntü ekranı ve modüler araçlar
- Çok boyutlu görüntü işleme desteği vb

4.1. Giriş Bilgileri

MATLAB birçok güçlü özelliğe sahip olmasının yanında kendine has bir programlama yapısı da sunmaktadır. Programcılar harici bir dile gereksinim duymadan dahili editör ile temel programlama ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar. Bu bölümde, MATLAB programında algoritmaları gerçekleştirmek için gerekli olan vektör ve matris tanımlamaları, döngü, şart v.b. temel bilgiler anlatılmaktadır

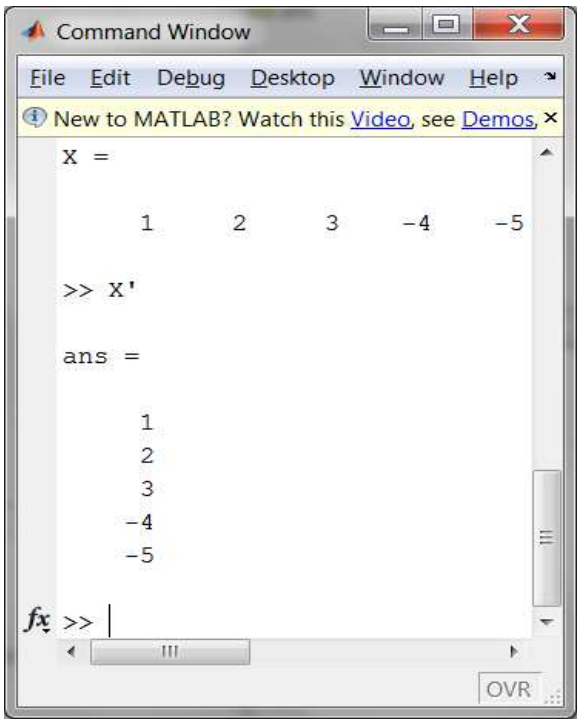
4.1.1. Vektör tanımlama

nx1 veya *1xn* boyutunda vektör tanımlamak için:

x = [1 2 3 -4 -5] veya

x = [1,2,3,-4,-5] yazılmalıdır.

Yukarıdaki iki yazım biçiminden okuma kolaylığı olması için ilk yazılan tip kullanılacaktır. Tanımlanan bu satir vektörünü sütun vektörüne dönüştürmek için y=x′ yazılırsa ekranda görülen değer aşağıdaki gibi olmaktadır (Şekil 4.1);



Şekil 4. 1. MATLAB'de transpoze işlemi

4.1.2. IF yapısı

if komutunun 3 farklı şekli mevcuttur. Birinci kullanım şekli aşağıdaki gibidir;

if koşul
    deyim_1
    deyim_2
    deyim_n
end

Koşul doğru ise *if* - *end* arasındaki deyimler grubu icra edilir; koşul yanlış ise deyimler grubu icra edilmez.

if komutunun ikinci kullanım şekli aşağıdaki gibidir;

if koşul
    deyim_1
    deyim_2
    deyim_n
else
    deyim_n+1
    deyim_n+2
    deyim_n+m
end

Koşul doğru ise deyim1, deyim2, ... , deyim_n, ile belirtilen deyimler grubu icra edilir ve programın kontrolü *end*'i izleyen deyime geçer; koşul yanlış ise sadece *else*'i izleyen, deyim_n+1, deyim_n+2, ... , deyim_n+m ile belirtilen deyimler grubu icra edilecek ve kontrol *end'*i izleyen deyime geçecektir.

if komutunun son kullanım şekli de aşağıdaki gibidir;

if koşul_1
    deyim_1
elseif koşul_2
    deyim_2
elseif koşul_3
    deyim_3
...
elseif koşul_n
    deyim_n
else
    deyim_n+1
end

Bu kullanım *if, elseif* ve *else* komutlarından oluşmaktadır.

4.1.3. Switch case yapısı

İkiden fazla durumu kontrol etmek için, *if – elseif – else – end* yapısına alternatif olarak kullanılan bir kontrol yapısıdır. İfadenin değeri kontrol edilerek bu değere göre farklı bir deyim veya deyimler grubu icra edilmektedir. Örneğin, ifadenin değeri değer_1 ise, deyim_1 icra edilir ve kontrol *end'i* izleyen deyime geçer. İfadenin değeri, değer_2, değer_3 ya da değer_4'e eşitse deyim_2 icra edilir ve kontrol *end'i* izleyen deyime geçer. İfadenin değeri, *case*'lerle kontrol edilen değerlerden hiçbirine eşit değilse bu durumda da *otherwise* sözcüğünü izleyen deyim_n+1 icra edilmektedir

switch (ifade)
case değer_1
    deyim_1
case değer_2, değer_3, değer_4
    deyim_2
...
case değer_n
    deyim_n
otherwise
    deyim_n+1
end

4.1.4. Döngü ifadeleri

for döngüsü parametre değeri, *başlangıç* değerinden başlayarak ve her seferinde *artım* değerine göre *son* değere erişene kadar arttırılmaktadır. Parametrenin her değeri için, deyim_1, deyim_2, deyim_n seklinde belirtilen ve *for-end* sözcükleri arasında yer alan deyimler grubu icra edilmektedir. Parametrenin değeri *son* değeri aşınca, programın kontrolü *end'i* izleyen deyime yani çevrimin dışına çıkmaktadır.

for parametre=*başlangıç* : *artım* : son

deyim_1

deyim_2

...

deyim_n

end

4.2. Resim İşleme Komutları

MATLAB resim işleme ve örüntü tanıma ile ilgili birçok güçlü özelliğe sahiptir. Bu bölümde resim dosyalarının işlenmesi için kullanılan metotlar anlatılacaktır.

4.2.1. Plot komutu

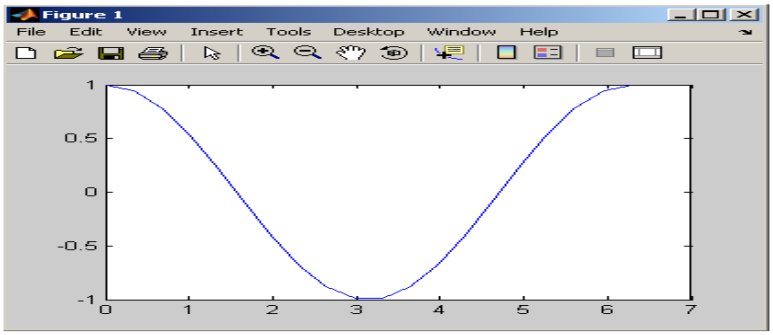
MATLAB programı ile resim işleme ve örüntü tanıma işlemleri yaparken en sık başvurulan komutlardan birisi *plot'*tur. İçerisine yazılan parametre yada parametrelere bağlı olarak iki boyutlu grafik çizmektedir.

Plot*(x,y)*

şeklinde kullanılmaktadır.

Örnek: Aşağıdaki komut satırları çalıştırıldığında şekil 4.2'deki grafik çıktısı elde edilmektedir.

*x=****linspace****(0,2*pi,20);*
*y=****cos****(x);*
plot*(x,y)*



Şekil 4. 2. Grafik Görüntüsü

Plot komutuna eklenecek parametre sayesinde çizginin formatı ayarlanabilmektedir. *Plot* parametreleri çizelge 4.1'de görülmektedir.

Çizelge 4. 1. Plot Parametreleri

Renk	**Sembol**	**Çizgi Stili**	**Sembol**
Yellow	y	Point	.
Magenta	m	Circle	o
Cyan	c	X-mark	x
Red	r	Plus	+
Green	g	Star	*
Blue	b	Solid line	-
White	w	Dotted line	:
Black	k	Dash-dot line	-.
		Dashed line	--

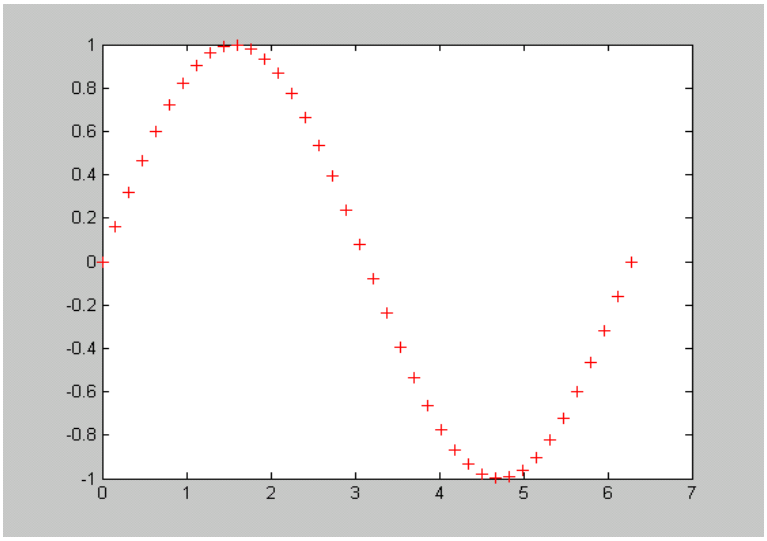
Genel kullanımı;

plot*(x,y,'linetype')*

şeklindedir. Örneğin;

» plot(x,y,'r+')

komutu yazılacak olursa şekil 4.3 elde edilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi + simgesi ile grafik çizilmektedir.



Şekil 4. 3. Grafik görüntüsü

Birden fazla grafik şeklinin aynı kutuda görülmesi için;

plot*(x1, y1, 'linetype1', x2, y2, 'linetype2', …)*

komutu kullanılmaktadır.

Örnek:

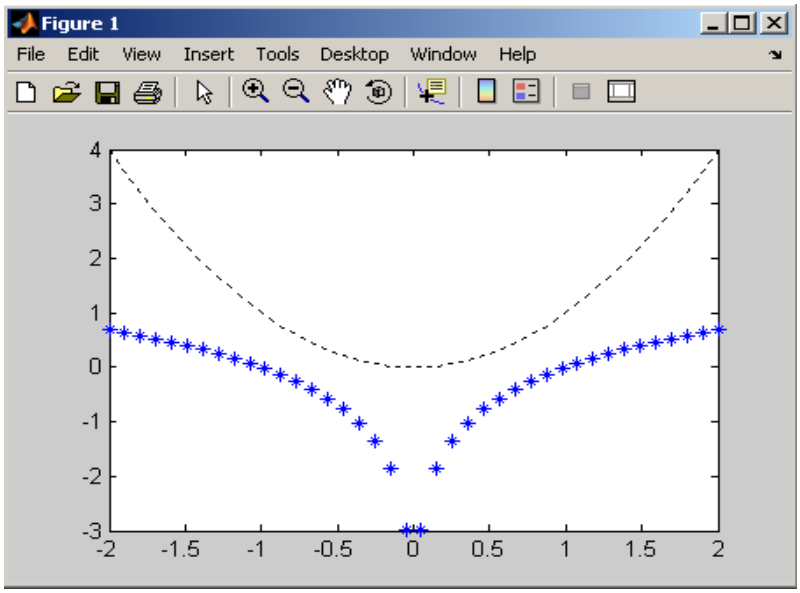
*x=**linspace**(-2,2,40);*

*y=**log**(x);*

*z=x*x;*

plot*(x,y,'b*',x,z,'k:')*

Yukarıdaki program çalıştırıldığında, şekil 4.4'te görüldüğü gibi, -2 ≤ x ≤ 2 aralığında *log*(x) ve x^2 fonksiyonlarını aynı grafik ekranda göstermek mümkündür.



Şekil 4.4. Grafik çıktısı

4.2.2. Imread komutu

Imread komutu programda resmin matrissel formatta okunmasını sağlayan komuttur. Elde edilen sonuç, eğer imaj siyah beyaz ise 2 boyutlu, renkli ise 3 boyutlu olmaktadır.

imread*('C:\resim1.jpg')*

komutu çalıştırıldığında şekil 4.5'teki bilgiler elde edilmektedir. Bilgilerden 5 x 5 çözünürlüğüne sahip, renkli bir resim olduğu anlaşılmaktadır.

ans(:,:,1)=

218	218	218	218	218
212	212	212	212	212
214	214	214	214	214
215	215	215	215	215
207	207	207	207	207

ans(:,:,2)=

235	235	235	235	235
229	229	229	229	229
231	231	231	231	231
231	232	231	232	231
223	223	223	223	223

ans(:,:,3) =

251	251	251	251	251
247	245	247	245	247
251	249	251	249	251
254	252	254	252	254
248	246	248	246	248

Şekil 4. 5. Program Çıktısı

4.2.3. Figure komutu

Bu komut yeni bir figür penceresi açmaktadır. Kullanımı;

figure, plot*(x)*

4.2.4. Imshow komutu

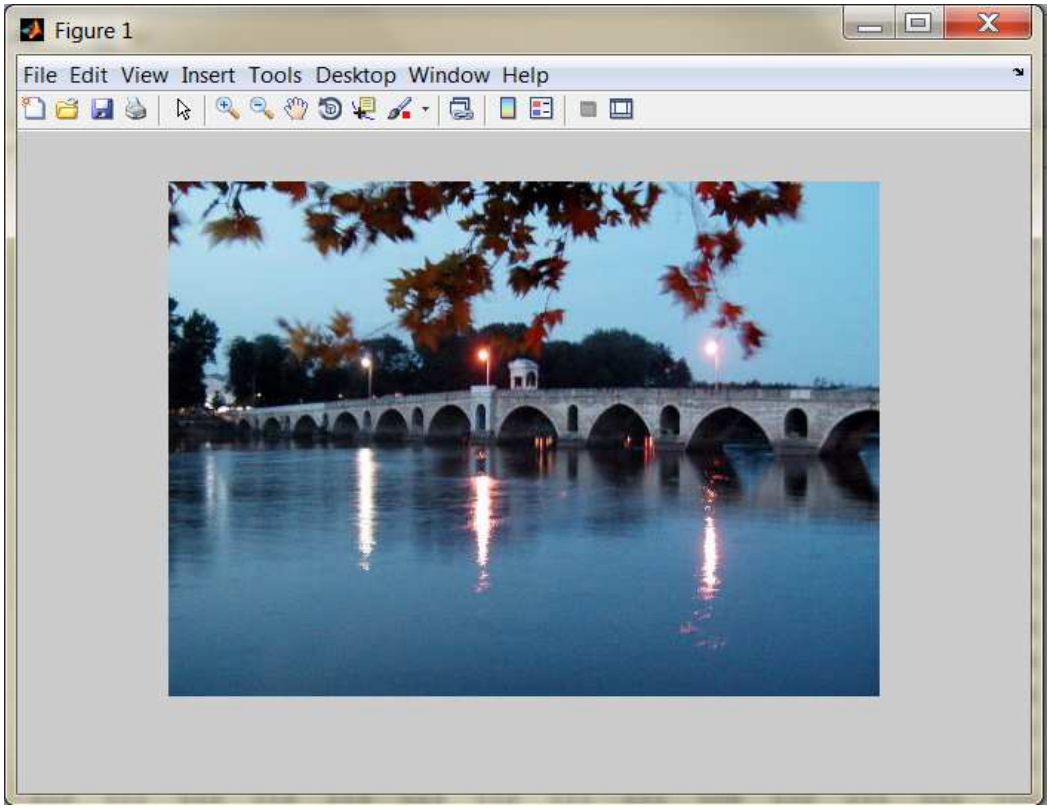
Matrissel formatta resim değişkeninin figürünü çizdirmek için kullanılmaktadır.

Örnek :

*oku=**imread**('c:\edirne.jpg');*

figure, imshow*(oku)*

kodlarıyla, Şekil 4.6'daki resim elde edilmektedir.



Şekil 4. 6. Görüntülenen resim

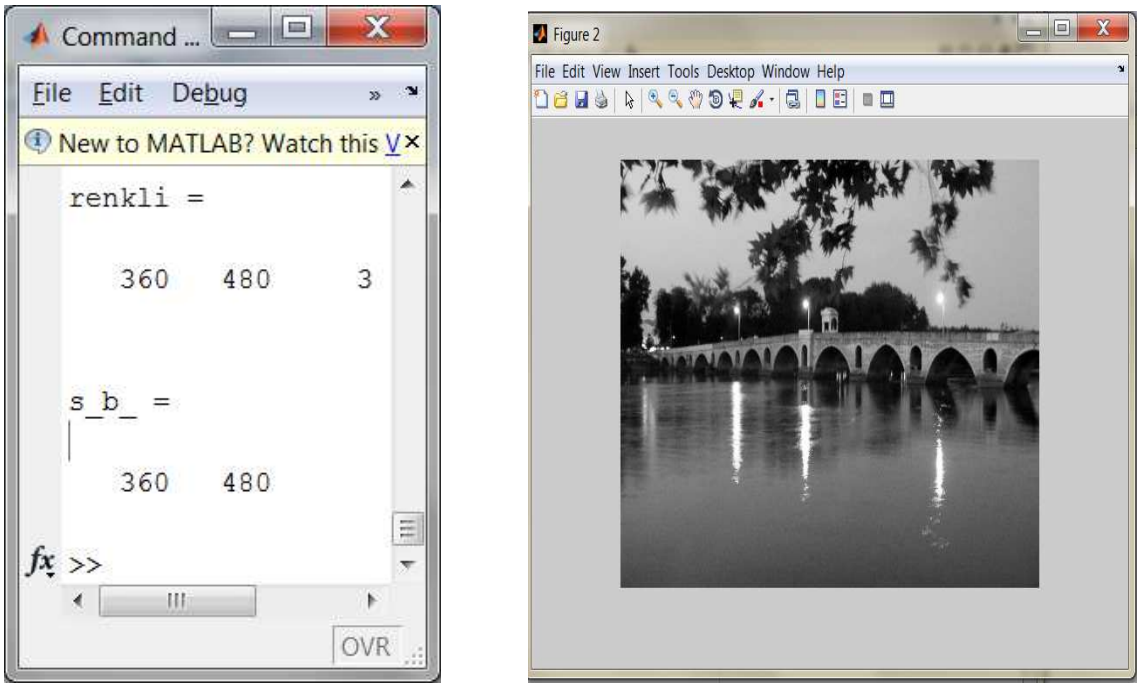
4.2.5. Rgb2gray komutu

Bu komut içerisine yazılan resim değişkenini siyah beyaz resim değişkenine çevirmek için kullanılmaktadır.

Örnek :

```
>> oku=imread('c:\edirne.jpg');
renkli=size(oku)
gray=rgb2gray(oku);
s_b_=size(gray)
figure, imshow(gray)
```

Yukarıdaki programla renkli resim siyah beyaza çevrilip gösterilmektedir. Program çıktısı şekil 4.7'de gösterilmektedir.



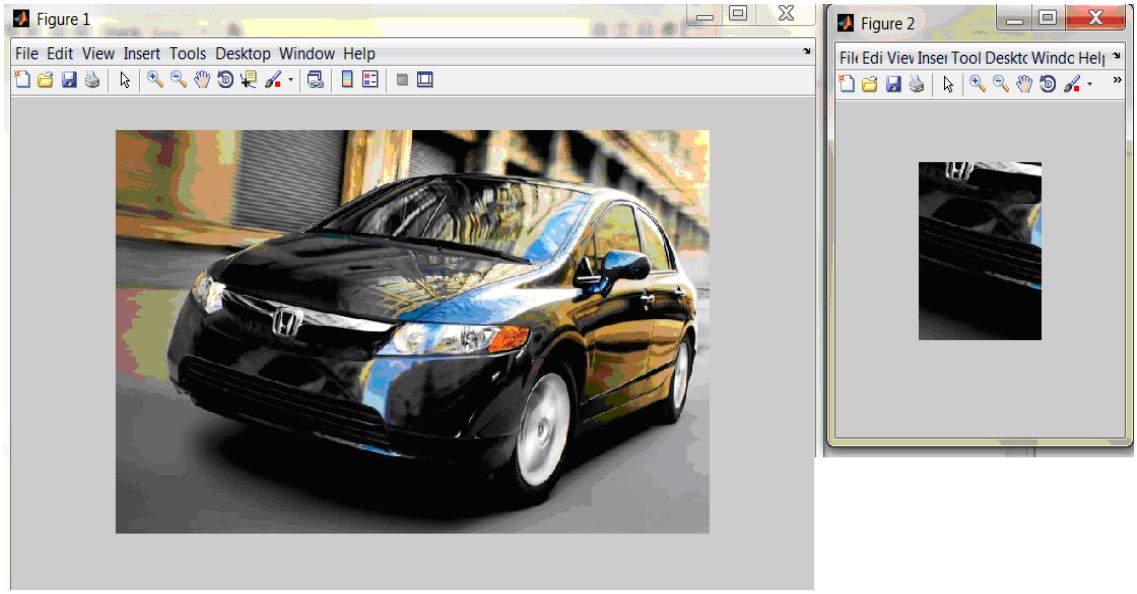
Şekil 4.7. rgb2gray uygulaması

4.2.6. Imcrop komutu

Imcrop komutu resimleri belirlenen koordinatlar doğrultusunda parçalamak için kullanılmaktadır.

Örnek: Aşağıdaki program, honda.jpg isimli dosyayı 150, 200 koordinatlarından itibaren belirtilen artımsal değer kadarı ile kırpmaktadır Yazılım çalıştırıldığında şekil 4.8 elde edilmektedir.

```
[I,map] =imread('c:\honda.jpg');
figure,imshow(I);
Parca=imcrop(I,[150 200 150 200]);
figure,imshow(Parca);
display(Parca);
```

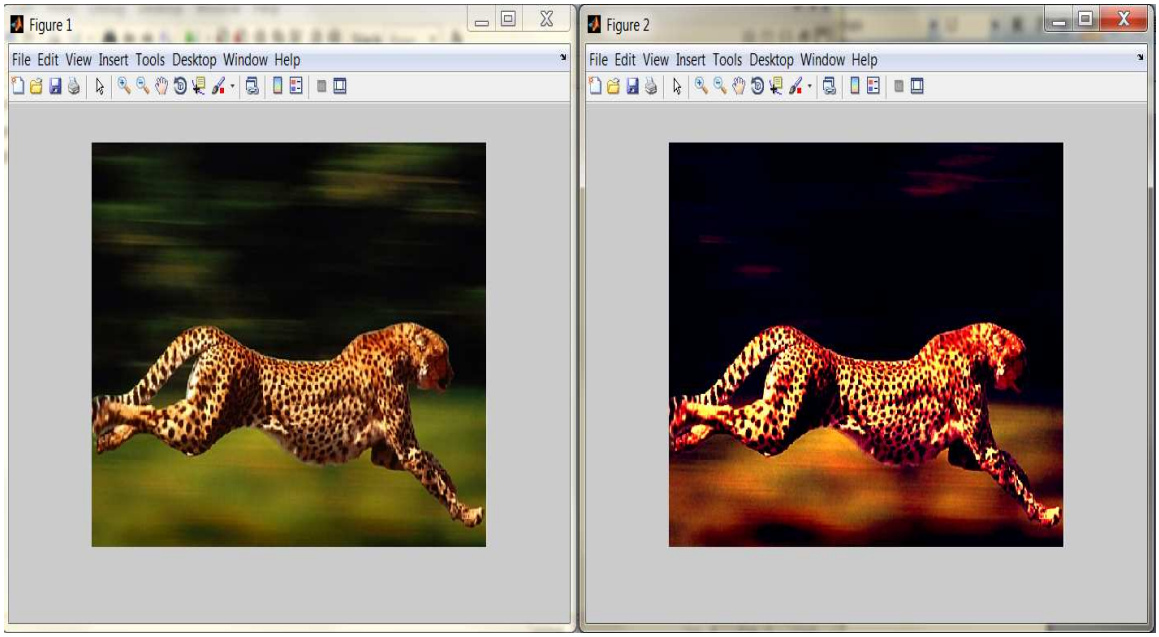


Şekil 4.8. imcrop işlemi

4.2.7. Imadjust komutu

Bu komut MATLAB'da resim yoğunluğu dönüştürmek için kullanmaktadır. Aşağıdaki kod satırları çalıştırıldığında Şekil 4.9'da cita.jpg resim dosyasının renk yoğunluğunun değiştirildiği görülmektedir.

```
RGB1 = imread('c:\cita.jpg');
RGB2 = imadjust(RGB1,[.2 .3 0; .6 .7 1],[]);
imshow(RGB1), figure, imshow(RGB2)
```



a)Orijinal görüntü b)Dönüştürülmüş görüntü

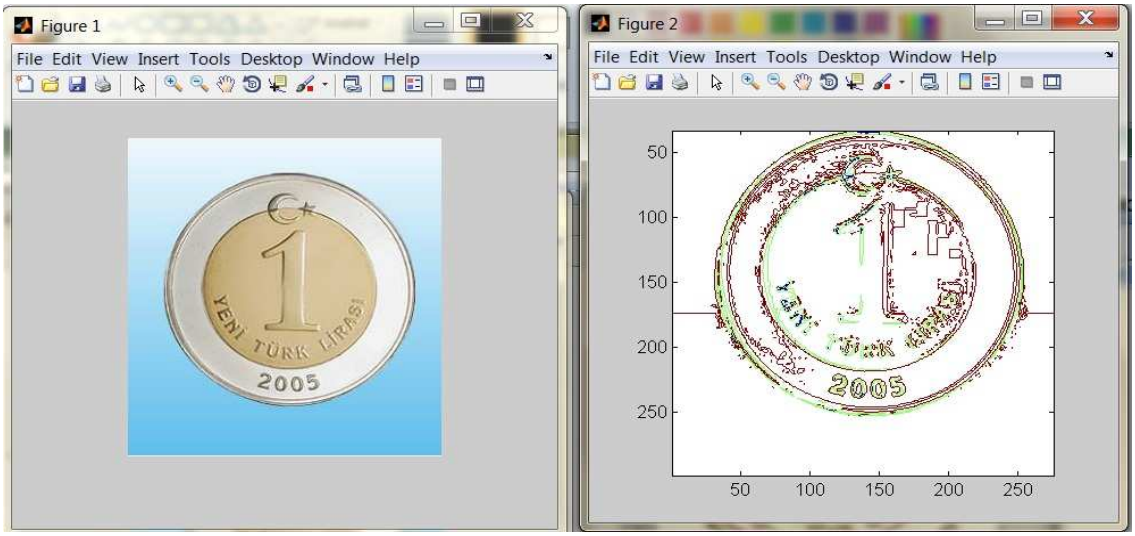
Şekil 4.9. Imadjust uygulaması

4.2.8. Imcontour komutu

Imcontour komutu resimdeki nesnelerin sınırlarını çıkarmak için kullanılmaktadır.

Aşağıdaki programın çalıştırılması sonucunda, şekil 4.10.a'daki resmin sınırları şekil 4.10.b'de çıkarılmıştır.

```
oku=imread('c:\para.jpg');
imshow(gray)
renkli=size(oku)
gray=rgb2gray(oku);
figure, imcontour(gray,3)
```



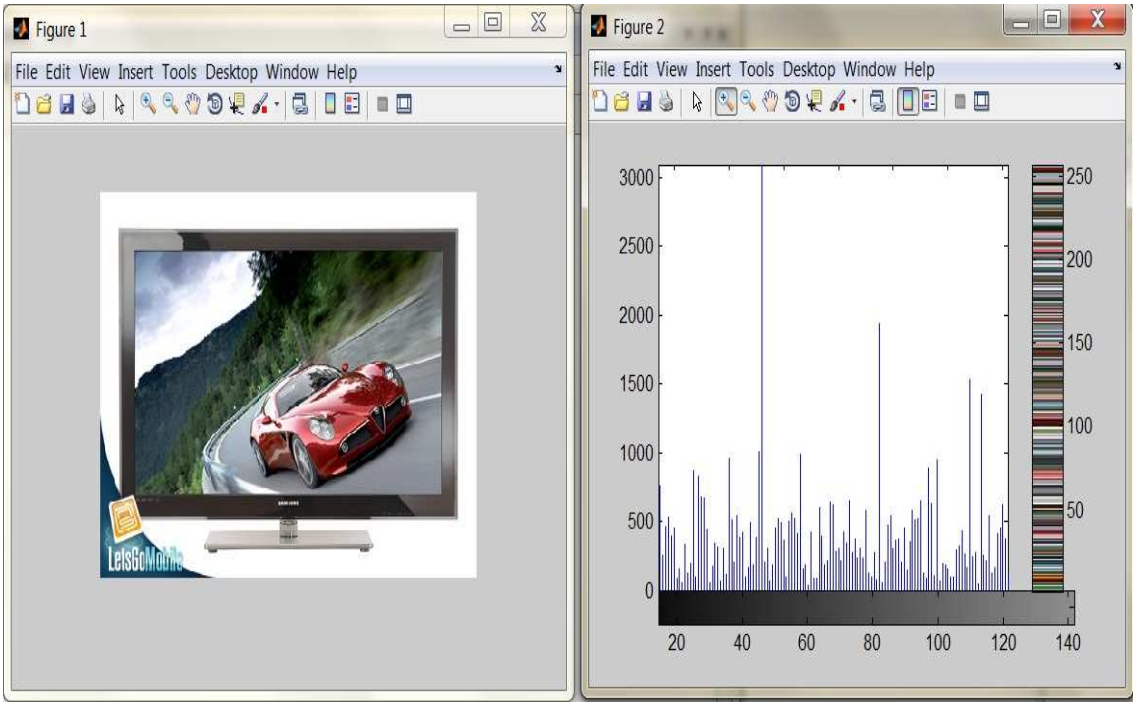
a) Orijinal görüntü b) Sınırları çizdirilen görüntü

Şekil 4.10. Nesne sınırlarının belirlenmesi

4.2.9.Imhist komutu

Imhist komutu resimlerin histogram eğrilerinin çizdirilmesi için kullanılmaktadır. Hazırlanan uygulamada şekil 4.11.a'da görülen resmin histogram eğrisi şekil 4.11.b'de çizdirilmiştir.

```
RGB = imread('c:\plazma.jpg');
[X,map] = rgb2ind(RGB,256);
imshow(RGB);
figure;
imhist(X);
colorbar;
colormap(map)
```



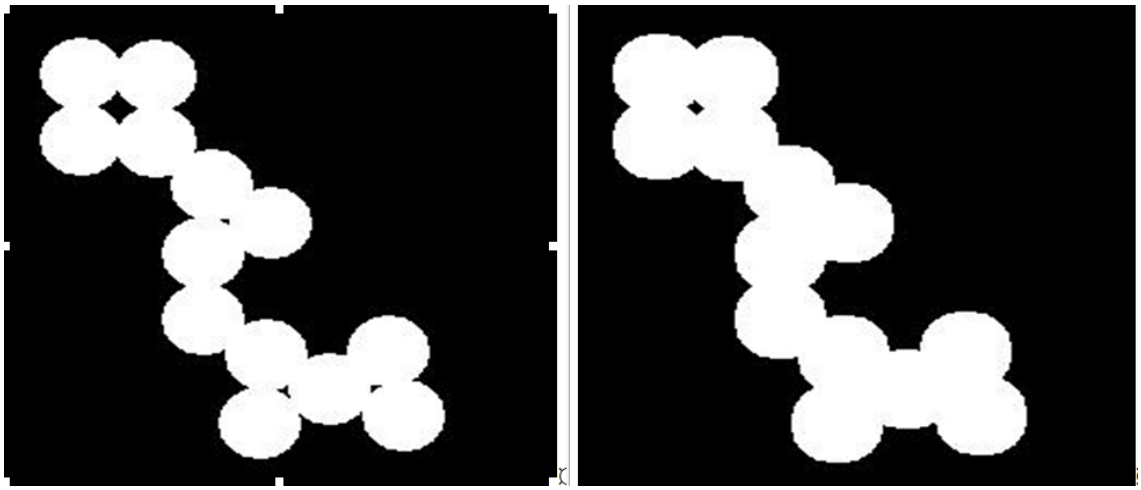
a) Orijinal resim b) Histogram Eğrisi

Şekil 4.11. Histogram analizi

4.2.10. imdilation komutu

Dilation işlemi, incelenen alanın sınır bölgelerinin yayılmasıdır. Yayma işlemini **imdilate** komutu yapmaktadır. Seçilen uygun kernel ile şekil arasında yayma işlemi gerçekleştirilmektedir. Aşağıdaki yazılımın çalıştırılması neticesinde şekil 4.12'deki sonuç elde edilmektedir.

```
clear all; close all; clc;
I=imread('circles.png');
figure;imshow(I)
kernel=ones(5,5);
I2=imdilate(I,kernel); %%% yayma işlemi
figure; imshow(I2)
```



a) Orjinal resim b) Yayılmış resim

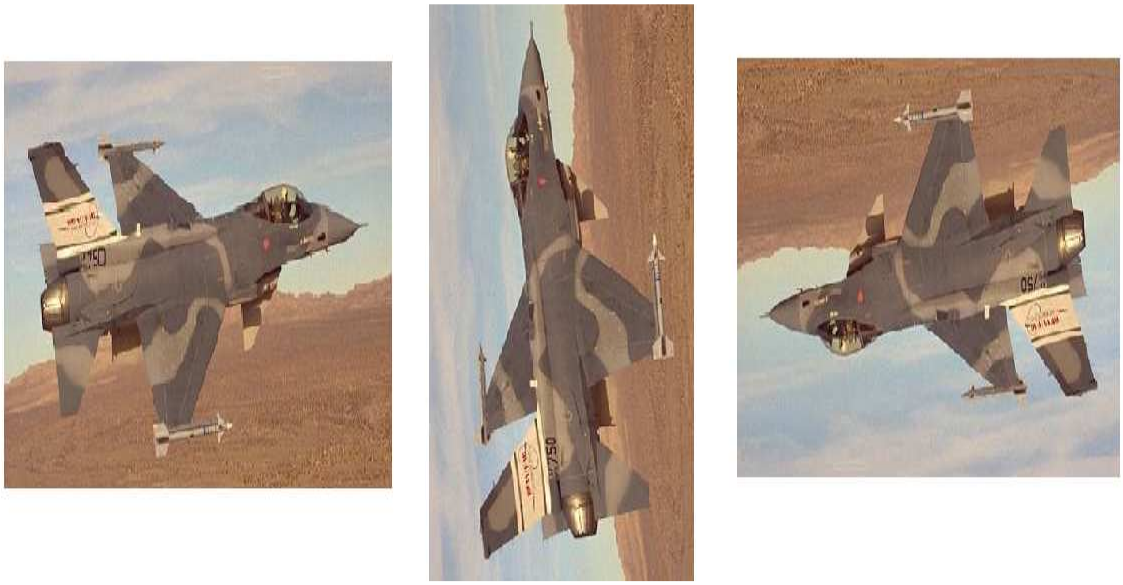
Şekil 4.12. Yayma işlemi

4.2.11. Imrotate komutu

Resimleri MATLAB ile döndürmek için *imrotate* komutu kullanılmaktadır.

```
im=imread('c:\ucak.jpg');
im1=imrotate(im,90);
im2=imrotate(im,180);
figure,imshow(im)
figure, imshow(im1)
figure, imshow(im2)
```

Yukarıdaki komut satırları yazılıp çalıştırıldığında şekil 4.13'teki resimler elde edilmektedir.



a- Orijinal resim b- 90’ döndürülmüş resim c- 180’ döndürülmüş resim

Şekil 4.13. Imrotate işlemleri

4.2.12. Kırmızı, Mavi ve Yeşil Renk Ayrımı

MATLAB’da *imread* komutu ile okunan renkli bir resim 3 boyutlu bir matristir. 3 boyutlu olma nedeni R, G ve B 'nin her biri için birer matris kullanılmasındandır.

Örnek*: imread**('C:\resim1.jpg')*

kodu çalıştırıldığında, şekil 4.14 'teki gibi R, G ve B 'yi temsil eden 3 adet matrisi program vermektedir.

ans(:,:,1)=

218	218	218	218	218
212	212	212	212	212
214	214	214	214	214
215	215	215	215	215
207	207	207	207	207

a) Red

ans(:,:,2)=

235	235	235	235	235
229	229	229	229	229
231	231	231	231	231
231	232	231	232	231
223	223	223	223	223

b) Green

ans(:,:,3) =

251	251	251	251	251
247	245	247	245	247
251	249	251	249	251
254	252	254	252	254
248	246	248	246	248

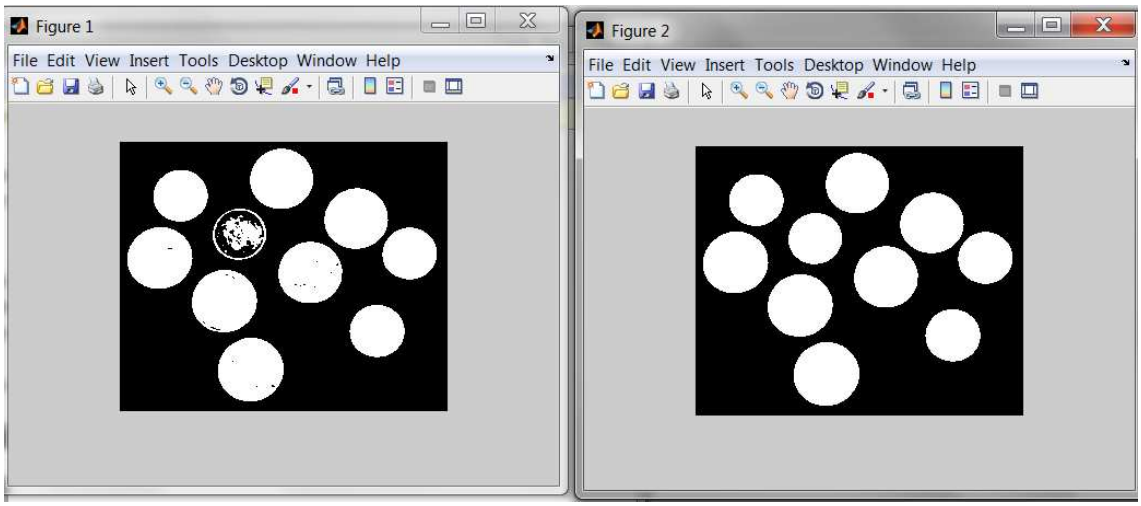
c) Blue

Şekil 4.14. Program Çıktısı

4.2.13. Imfill

Imfill komutu resmin içersini doldurmak için kullanılmaktadır. Aşağıdaki kod satırlarının çalıştırılması sonucunda şekil 4.15 elde edilmektedir.

```
BW4 = im2bw(imread('coins.png'));
BW5 = imfill(BW4,'holes');
imshow(BW4), figure, imshow(BW5)
```

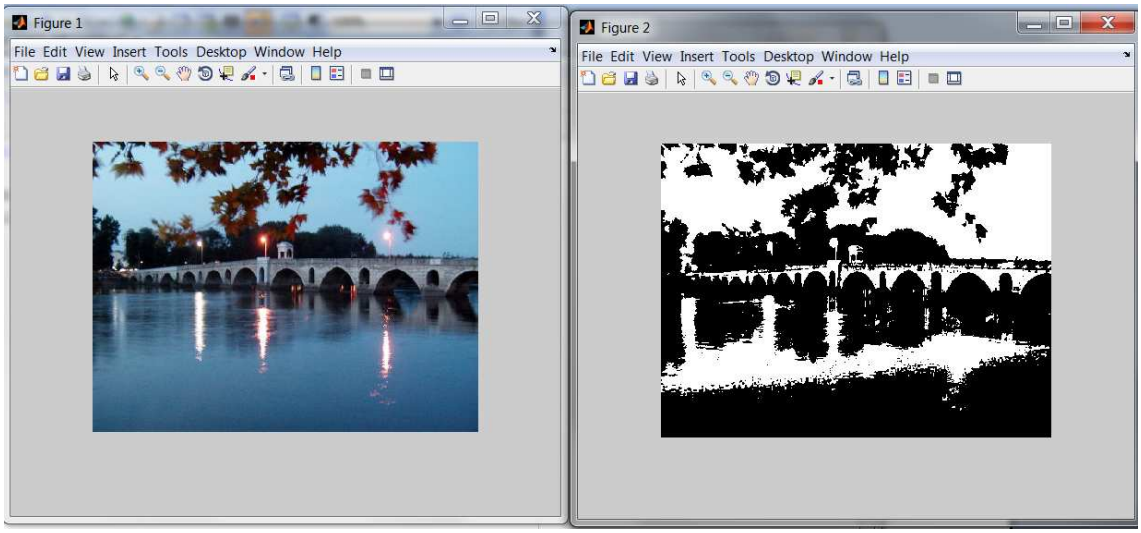


Şekil 4.15. Imfill komutunun kullanımı

4.2.14. Graythresh

Resmin renk yoğunluğunu çıkarmak için kullanılmaktadır. Aşağıdaki kod satırlarının çalıştırılması sonucunda şekil 4.16 elde edilmektedir.

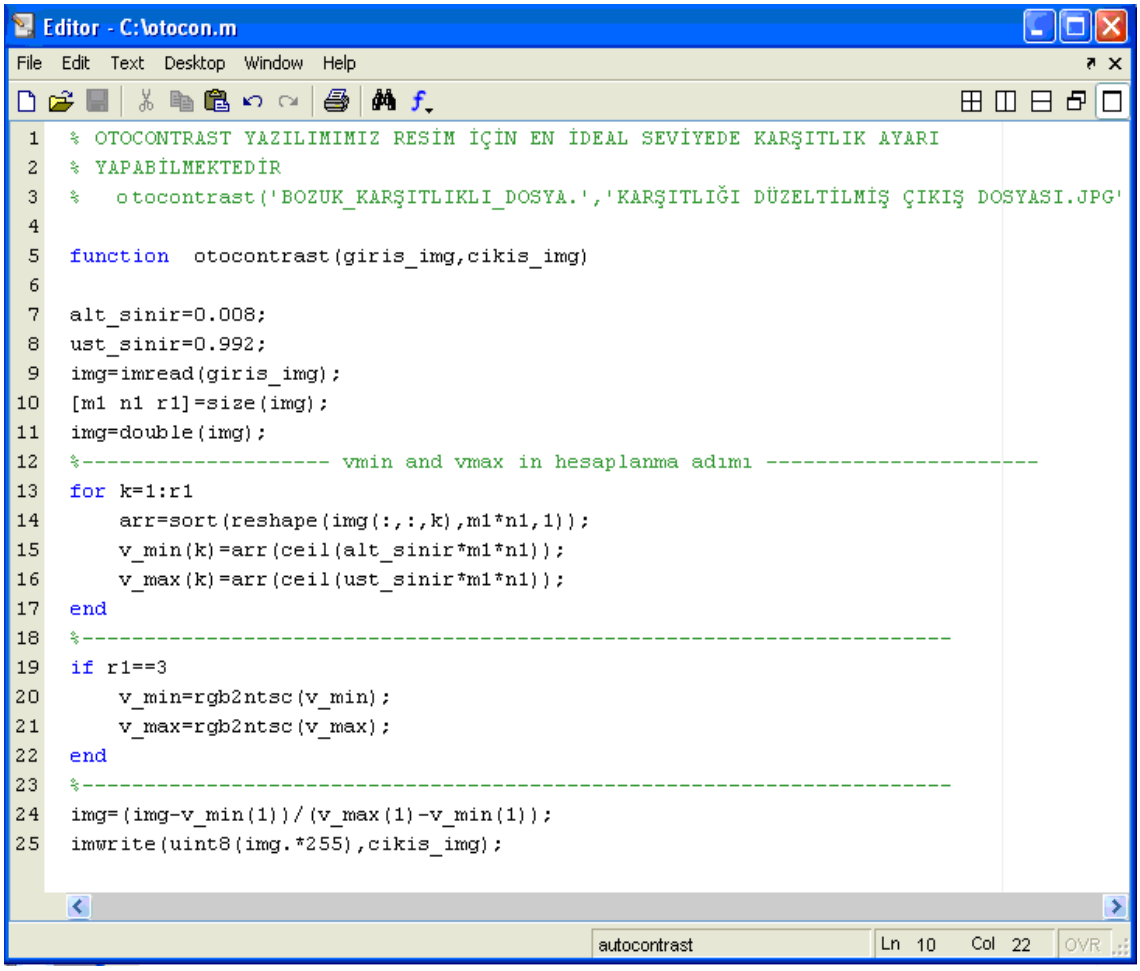
```
I = imread('c:\edirne.jpg');
imshow(I)
level = graythresh(I);
BW = im2bw(I,level);
figure
imshow(BW)
```



Şekil 4.16. Graythresh komutunun uygulanması

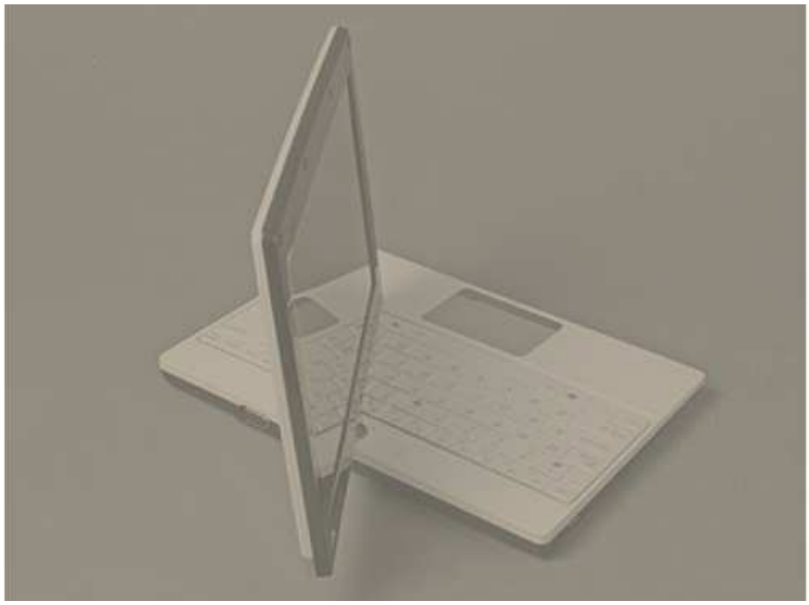
4.2.15. Otomatik Karşıtlık Ayarlama

Resim işlemede en sık yaşanan sorunlardan birisi, değişen ışık yoğunluğuna ve ortama bağlı olarak tasarlanan sistemin düzgün çalışmamasıdır. Bu parametreler nesneye ait işlenecek resmin karşıtlığını bozmaktadır. Karşıtlığı düzeltmek için şekil 4.17'deki program kullanılmaktadır. Bu program, almış olduğu resmin karşıtlığını düzelterek çıkış dosyasına kaydetmektedir.



Şekil 4. 17. Otomatik karşıtlık ayarlamak için hazırlanan yazılım

Karşıtlık ayarı bozulmuş olan şekil 4.18'de görünen puslu.jpg isimli dosya düzeltilip duzelt.jpg isimli dosyaya kaydedilmektedir. Şekil 4.19'da duzelt.jpg resim dosyası görülmektedir.



Şekil 4.18. Karşıtlığı bozuk bir resim

otocon *('c:\puslu.jpg','c:\duzelt.jpg')*



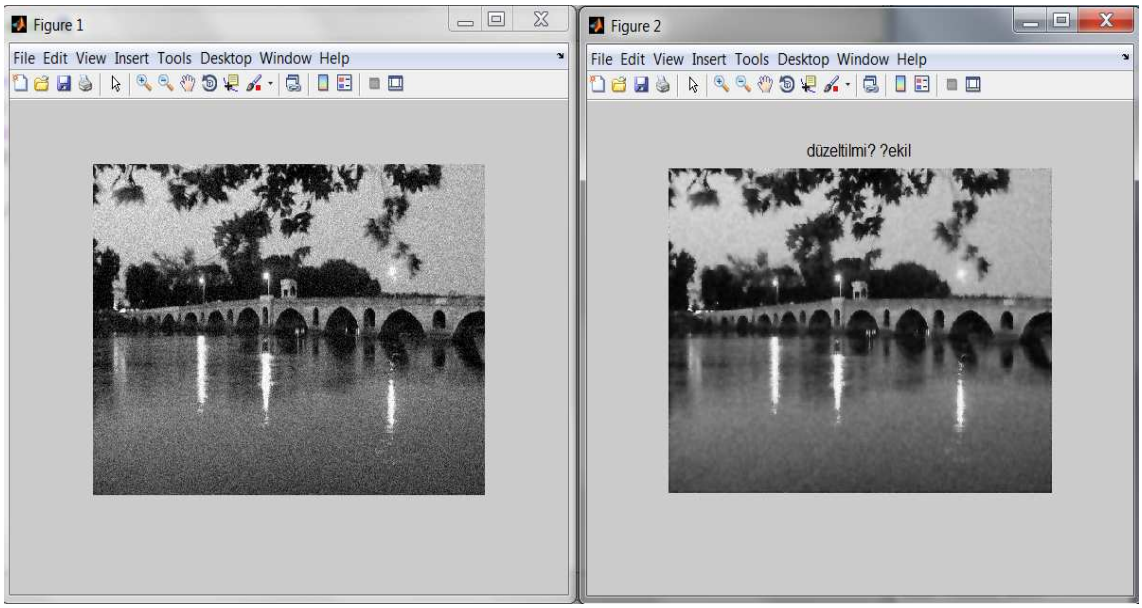
Şekil 4.19. Karşıtlığı düzeltilmiş resim

4.2.16. Bozuk Resimleri Düzeltme

Sistemde kullanılan kameraya bağlı olarak gürültülü görüntüler elde edilebilir. Bu gürültüleri ortadan kaldırmak için filtreler kullanılmaktadır. Aşağıdaki uygulamada gürültülü görünüme sahip bir resim dosyası *wiener2* filtresi kullanılarak düzeltilmektedir.

```
clc
RGB = imread('c:\edirne.jpg');
I = rgb2gray(RGB);
J = imnoise(I,'gaussian',0,0.005);
K = wiener2(J,[5 5]);
imshow(J)
figure, imshow(K),title('düzeltilmiş şekil')
```

Şekil 4.20.a ‘da Imnoise komutuyla gürültü eklenip karıncalı hale getirilmiş resim, wiener2 komutuyla uygun filtre ayarları yapılarak Şekil 4.20.b de görüldüğü gibi düzeltilmiştir.



a- Gürültülü resim b- Düzeltilmiş resim

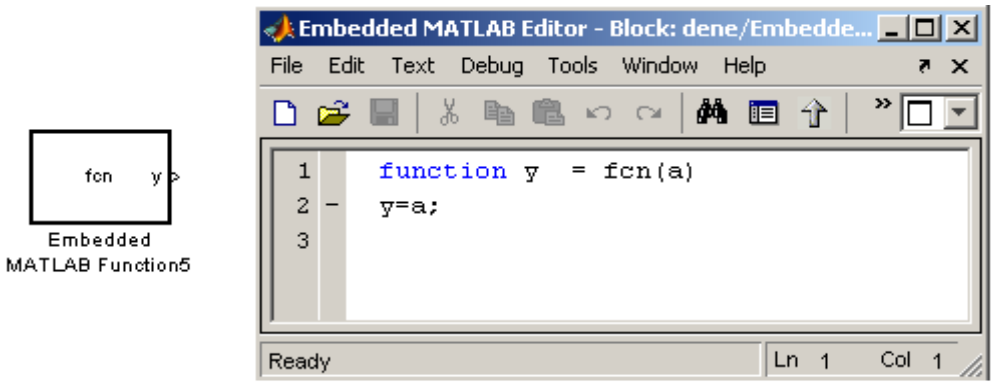
Şekil 4.20. Gürültülü ve düzetmiş resim

4.3. Simulink Elemanları

Simulink elemanları MATLAB içerisinde bloklar halinde çalışmak için kullanılmaktadır. Simulink kütüphanesinde elektrik, elektronik, bilgisayar v.b. alanlarında kullanılan elemanlar bulunmaktadır. Bu bölümde sınıflandırıcı donanımda kullanılan Simulink elemanları anlatılmaktadır.

4.3.1. Embedded Matlab Function

Emdedded Matlab Function elemanı Simulink ortamında fonksiyon oluşturmak için kullanılmaktadır. Şekil 4.21.a'da simgesi, şekil 4.21.b'de eleman çift tıklandığında beliren fonksiyon kutucuğu görülmektedir. Fonksiyon kutucuğunda yazılan kod satırları sayesinde y çıkışına sinyal göndermektedir. Fonksiyon kutucukları içerisinde değişken tanımlama, döngü, şart, grafik v.b. komutları kullanılmaktadır.



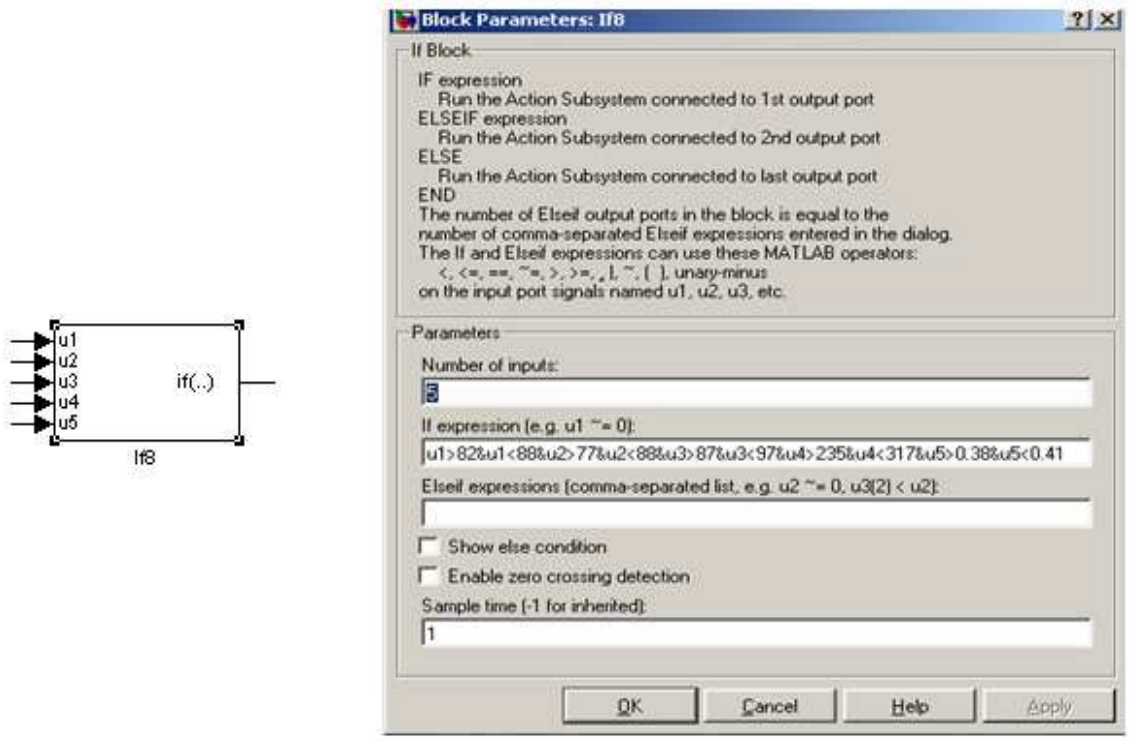
a) Simgesi b) Editorü

Şekil 4.21. Embedded Matlab Function simge ve editör şekli

4.3.2. If

Şart kutucuğu olup içerisine yazılan şart ya da şartlar sayesinde çıkış üretmektedir. Şekil 4.22.a'da *If* kutucuğu görülmekte ve şekil 4.22.b'de ise *If* kutucuğunun parametrelerinin girileceği pencere görülmektedir. Parametre kutucuğu sayesinde *If* kutucuğunun giriş sayısı ve istenen şart ya da şartlar ayarlanabilmektedir.

Bloğun içerisine yazılan şart gerçekleştiğinde çıkış ucu aktif olmaktadır. Genellikle *If Body subsystem* ile birlikte kullanılmaktadır.

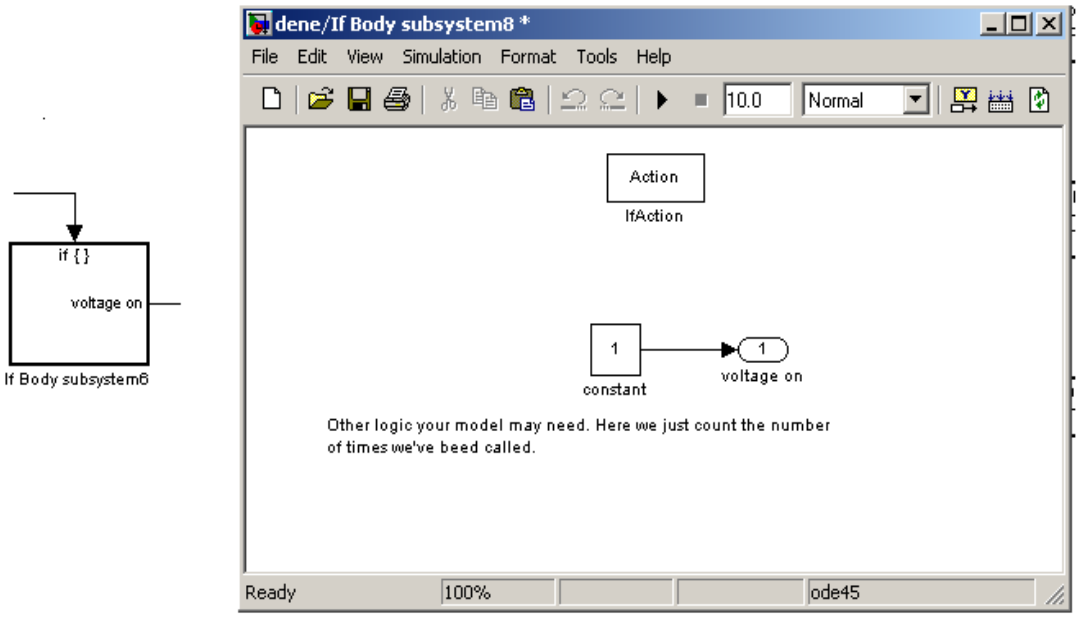


a) Simgesi b) Diyalog Kutusu

Şekil 4.22. *If* simgesi ve Diyalog Kutusu

4.3.3. If Body Subsystem

If Body Subsystem kutucuğu genellikle *If* ile birlikte kullanılmakta olup *If*{} kısmına gelen aktifleşme sinyali ile çalışmaya başlamaktadır. Şekil 4.23.a'da bu elemanın sembolü, şekil 4.23.b'de ise üzerine gelinip çift tıklandığında açılan diyalog kutusu görülmektedir. Eleman aktif olduğunda vereceği çıkış şekil 4.23.b'deki kutucuk sayesinde ayarlanmaktadır. Burada *constant* elemanı sistemin çıkışının voltaj seviyesini ayarlamaktadır.

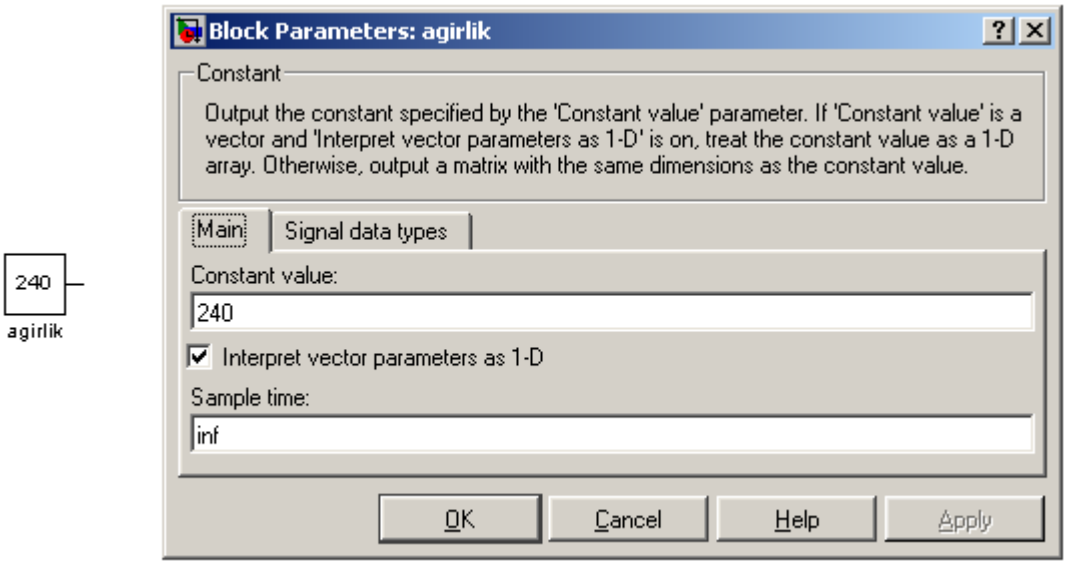


a) Sembolü b) Diyalog kutusu

Şekil 4.23. *If Body Subsystem* elemanının sembolü ve iç yapısı

4.4.4 Constant

Constant ayarlı çıkış voltajı veren Simulink elemanıdır. Şekil 4.24.a'da *constant* elemanının sembolü, şekil 4.24.b'de ise parametre ayarlarının yapılabildiği diyalog kutusu görülmektedir.

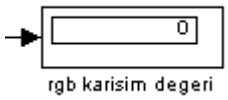


a) Sembolü b) Diyalog kutusu

Şekil 4.24. Constant sembolü ve diyalog kutusu

4.4.5 Voltmeter

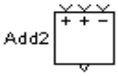
Voltmetre, voltaj ölçme için kullanılan elemandır. Ölçülmek istenen noktaya voltmetre girişini bağlamak yeterlidir. Şekil 4.25'de voltmetre elemanının simgesi görülmektedir.

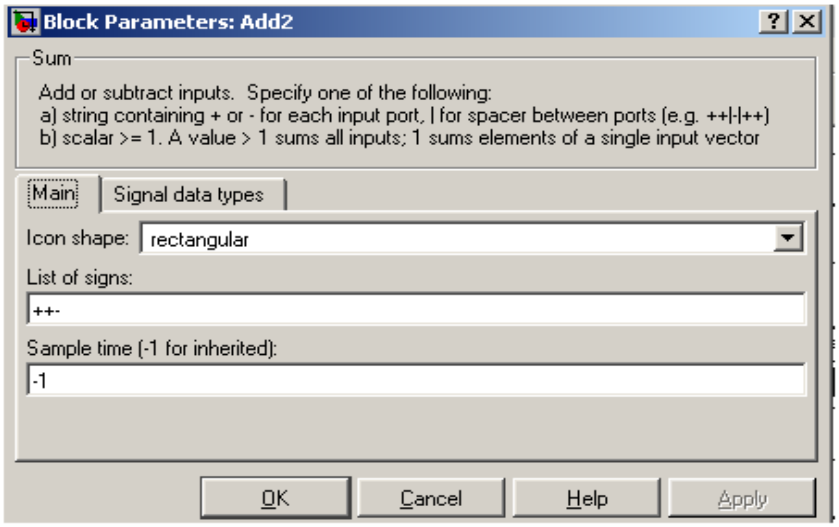


Şekil 4.25. Voltmetre sembolü

4.4.6 Add

Add elemanı girişinden uygulanan sinyalleri toplama yada çıkarma için kullanılmaktadır. Şekil 4.26.a'da simgesi, şekil 4.26.b'de ise parametre ayarlarının girildiği diyalog kutusu görülmektedir. Şekil 4.26.b'de görülen + + - ifadesi sırasıyla, 1. ve 2. girişlerin toplanıp 3. girişten çıkarılacağını ifade etmektedir.





a) Sembolü b) Diyalog kutusu

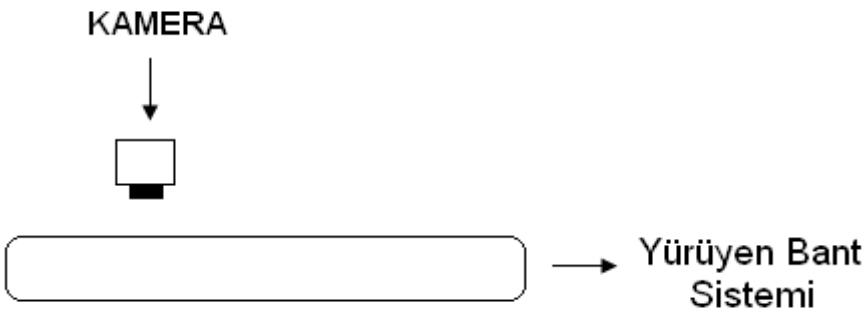
Şekil 4.26. Add elemanının sembol ve diyalog kutusu

5. SİSTEM DONANIM BİLGİLERİ

Elma ve şeftalinin zirai bilgiler neticesinde sınıflandırma işleminin gerçekleştirilmesi için gerekli olan meyve fotoğraflayıcı, ağırlık bilgisi ölçücü, dış ortamdan alınan sinyallerin bilgisayara aktarılmasını sağlayan sinyal dönüştürücü ve gerekli olan elektronik ekipmanlar sistemin donanım kısmını oluşturmaktadır.

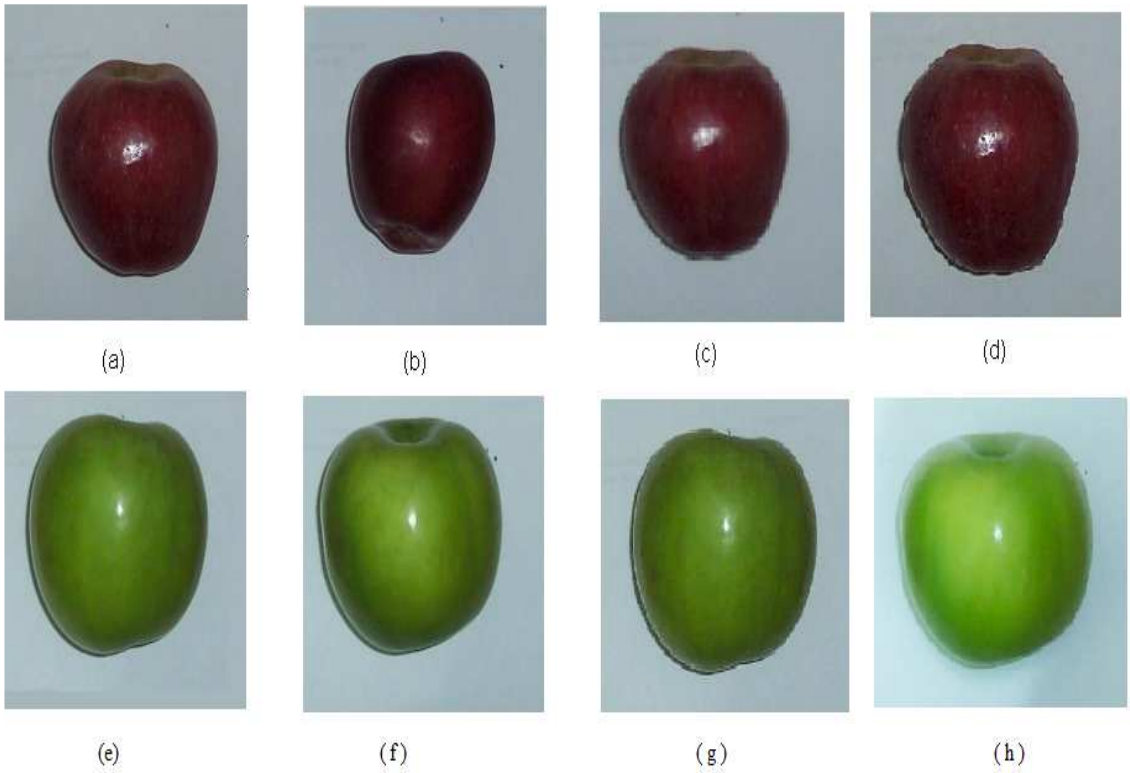
5.1. USB Kamera

Sınıflandırıcı sistemlerde kullanılacak kameralar CCD, USB veya IR (Infrared) tiplerinde olabilmektedirler. USB kameraların fiyatlarının ucuz ve görüntü kalitelerinin kabul edilebilir ölçüde olmasından dolayı görüntü işleme uygulamalarında çok yaygın kullanılmaktadırlar. Geliştirilen sınıflandırıcı sistem şekil 5.1'de gösterilmektedir.



Şekil 5.1 Yürüyen bant sisteminde elma fotoğraf çekicisi

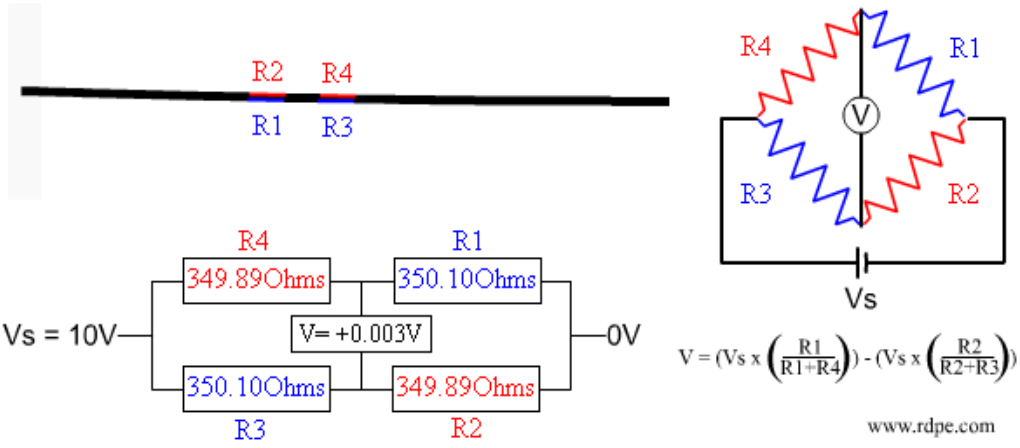
Tasarlanan sistem kullanılarak çekilen meyvelere ait görüntüler şekil 5.2'de gösterilmektedir.



Şekil 5.2. Fotoğrafları çekilen elmalar

5.2. Yük Hücresi

Yük hücresi çok hassas ağırlık ölçmek için kullanılan önemli bir sensör türüdür. Şekil 5.3'te yük hücresinin yapısı görülmektedir. Yük hücresinin üzerine gelen ağırlık iç yapısında direnç değişimine neden olacağından *V* değeri de değişecektir. *V* değeri kullanılarak elmanın ağırlığı hassas bir şekilde ölçülmektedir.



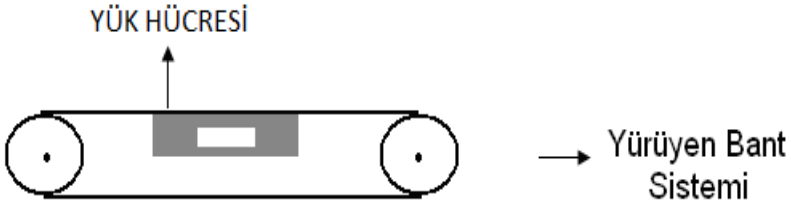
Şekil 5.3.Yük hücresinin çalışması ve bağlantıları

Bu çalışmada CAS marka yük hücresi kullanılmıştır. Pratik ve kurulumu kolay bir ağırlık sensörü türüdür. Bu eleman şekil 5.5'te görüldüğü gibi, band sisteminin altına monte edilmiş olup kamerayla aynı hizaya konmaktadır. Sınıflandıralacak meyve bu kısma geldiğinde duracak ve ağırlığı algılananıp sinyal A/D dönüştürücüye uygulanmaktadır. Çalışmada kullanılan CAS marka yük hücresi şekil 5.4'te görülmektedir.



Şekil 5.4. BCN 15AS yük hücresi

Sınıflandırılacak elmanın fotoğrafı çekildikten sonra, ağırlığının ölçülmesi gerekmektedir. Çalışmada kullanılan yük hücresine ait bilgiler çizelge 5.1'de verilmektedir.



Şekil 5.5.Elma ağırlık algılama sistemi

Çizelge 5. 1. Yük hücresi için bilgi tablosu

Nominal Kapasite	kgf	15	
Tam Yükte Çıkış	mV/V	2.0 ± 0.2	
Yüksüz Çıkış	mV/V	0 ± 0.1	
Doğruluk Sınıfı		D3	C3
Birleşik Hata	%	0.03	0.02
Tekrarlanabilirlik	%	0.01	0.01
Sürünme (30dk. için)	%	0.03	0.017
Sıfır Değeri	%/10°C	0.028	0.014
Çıkış Değeri	%/10°C	0.014	0.011
Önerilen	V	10	
Maksimum	V	15	
Giriş Direnci	Ω	400 ± 20	
Çıkış Direnci	Ω	350 ± 3.5	
İzolasyon Direnci	MΩ	> 2,000	
Kompanze Edilmiş Sıcaklık Aralığı	ºC	-10 ~ +40	
Çalışma Sıcaklık Aralığı	ºC	-20 ~ +70	

5.3. Analog-Sayısal Dönüştürücü

Bir *analog-sayısal* dönüştürücü, *sensörler* aracılığıyla zamana bağlı olarak dışarıdan almış olduğu analog bilgiyi sayısala çevirerek çeşitli sistemlere iletebilen elektronik aygıttır. A/D dönüştürücüler bazı durumlarda bir kişisel bilgisayar ve yazılım kullanarak bilgileri periyodik olarak iletebilir.

A/D dönüştürücüler ölçüm sonuçlarını çok özellikli birtakım aygıtlara aktarabilmektedirler. Dolayısıyla istenen veri seti üzerinde çalışma imkanına sahiptirler. A/D dönüştürücüler üzerinden periyodik olarak hava ve nem gibi çevresel değişimlerin kesin durumları görüntülenebilmektedir.

- Sanayide imalat işlemlerinde bilgilerin kayıt altına alınması
- Dış ortamdan alınan bilgilerin düzenli olarak bilgisayara aktarılması
- Yapı mimarisinde birtakım parametrelerin ölçülmesi
- Bilimsel araştırmalarda çeşitli parametrelerin kayıtlanması
- Nem, rüzgar, sıcaklık, güneş enerjisinin şiddeti v.b. bilgilerin zamana bağlı olarak kayıt altına alınması
- Tıpta bilgilerin kayıt altına alınması ve izlenmesi
- Su akışının olduğu yerlerde hidrografik kayıt, su akış gücü, su seviyesi, suyun bazı özelliklerinin izlenmesi ve kayıt altına alınması

Çalışmada şekil 5.6'da gösterilen analog sayısal dönüştürücü elemanı kullanılmaktadır. A/D dönüştürücü elemanın teknik özellikleri ise çizelge 5.2'de verilmiştir.



Şekil 5.6. CAS marka analog sayısal dönüştürücü

Çizelge 5. 2. Analog sayısal dönüştürücü teknik özellikleri

ÖZELLİKLER	- Küçük ebatlı tartım indikatörü - Güç: Adaptör veya harici akü (6V - 12 V) - Tek geçişli otomatik kalibrasyon - RFI/EMI korumalı - Duvara montaj uygunluğu - Gross/ Net/ Dara - RS-232C - Uygulamalar : Platform basküller, transplate baskül, canlı hayvan tartım baskülleri
Load cell Besleme Voltajı	DC 5V (6 adete kadar destekler)
Sistem Linerliği	0.01% F.S.
A/D İç Çözünürlük	1/200,000
A/D Dış Çözünürlük	1/5,000 (OIML), 1/30,000 (OIML's)
A/D Çevrim Hızı	10 kez/sn(Maksimum)
Gösterge	6 hanet LED/ LCD, Y=13mm
Besleme Kaynağı	AC 110/220V (DC 12V, 850mA
Boyutlar (mm)	186(E) x 58(B) x 85(Y)
Ürün Ağırlığı	0.5kg

5.4. MATLAB Simulink'de Tasarlanmış Sınıflandırıcı Donanım

MATLAB içerisinde tasarlanan sınıflandırıcı devre, Sınıflandırıcından almış olduğu bilgileri değerlendirerek ilgili gösterge elemanları aracılığıyla *sınıf bilgisi*, *sepetteki meyve sayısı*, *sepet ağırlığı* gibi bilgileri göstermektedir. Her bir meyve için hazırlanan devreler ayrı ayrı ele alınarak açıklanacaktır.

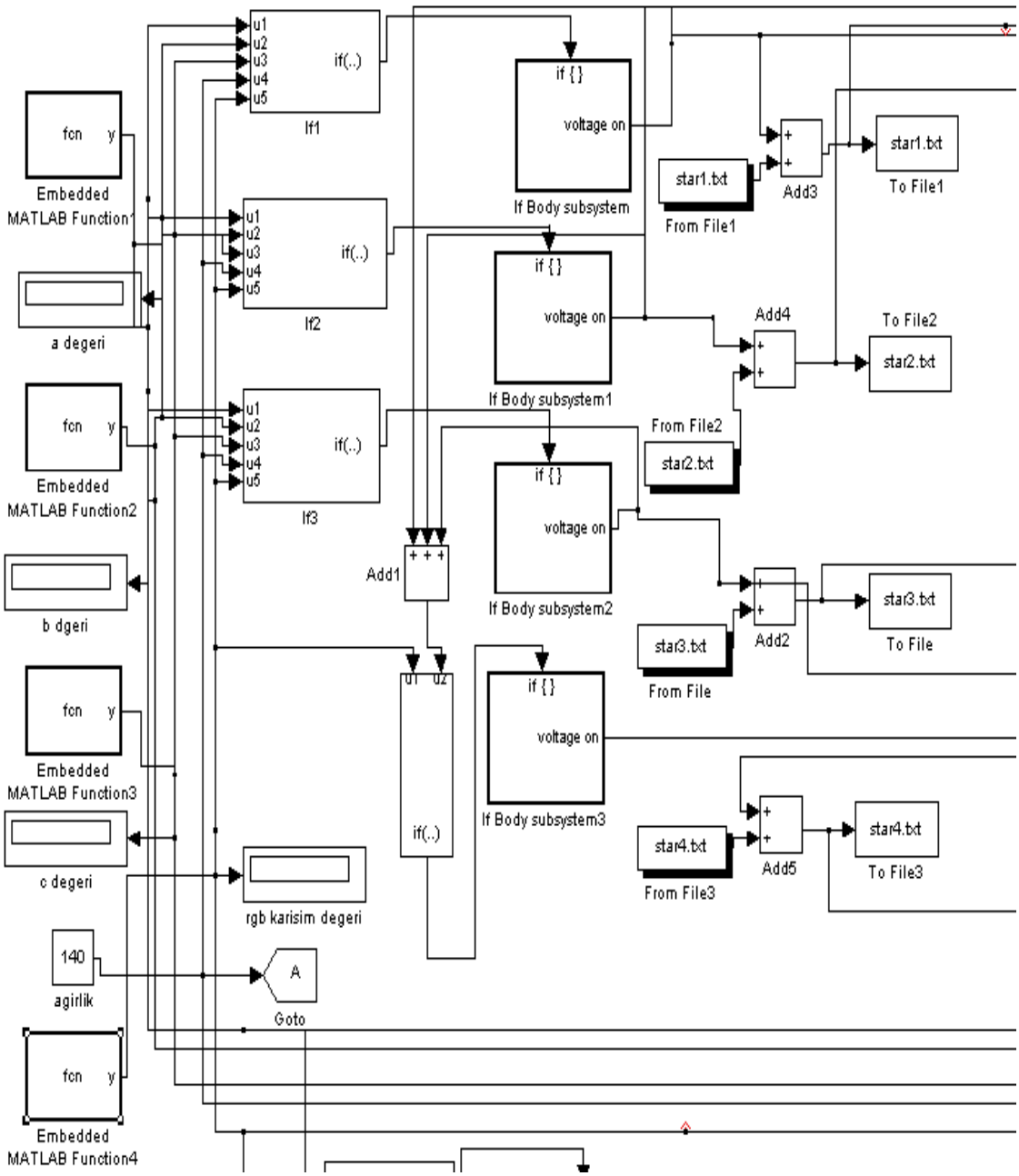
5.4.1. *Starking* türü elma için sınıflandırıcı donanımı

Starking türü elma sınıflandırıcı devre, *ölçü çıkarma* ve *renk algılama* yazılımından gelen bilgileri kullanarak elmaları sınıflandırmakla birlikte sepetlerdeki toplam meyve sayılarını ve sepet ağırlıklarını vermektedir.

Şekil 5.7'de *Starking* türü elma için sınıflandırma donanımı verilmiştir. *Embedded MATLAB Function* elemanları dışardan veri almak için kullanılan bileşenlerdir.

Çizelge 5.3. *Starking* türü elma sınıflandırma parametreleri

Sınıf (*Starking*)	a (mm)	b (mm)	c (mm)	Ağırlık (g)
1	85	83	92	276
2	79	72	82	194
3	76	77	82	182
4	59	59	64	96



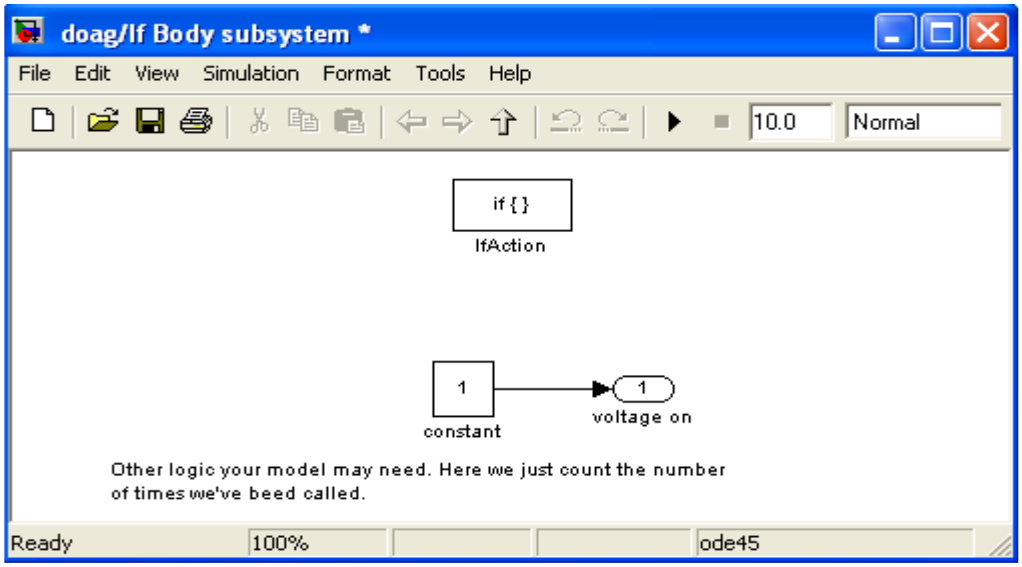
Şekil 5.7. *Starking* tür elma için sınıflandırma donanım kısmı

Şekil 5.7'de görülen *If* bloklarına, çizelge 5.3'te verilen bilgiler kullanılarak sınıflandırma kriterini sağlayacak kodlar yazılmaktadır. Yazılan bu kodlar çizelge 5.4'de verilmektedir. *Starking* türü elmanın tipinin belirlenmesinde rol oynayan en önemli parametre *renk ağırlık* bilgisi (renk_rgb) olup, 0.03<renk_rgb<0.09 aralığında tanımlanmaktadır.

Çizelge 5. 4. If Bloklarının içerikleri

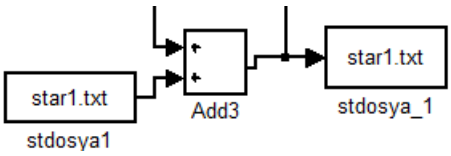
Eleman	İçeriği
If 1	u1>82&u1<88&u2>77&u2<88&u3>87&u3<97&u4>235&u4<317& u5>0.03&u5<0.09
If 2	u1>76&u1<=82&u2>68&u2<=77&u3>77&u3<=87&u4>188&u4<=235& u5>0.03&u5<0.09
If 3	u1>72&u1<=80&u2>72&u2<=80&u3>71&u3<=88&u4>139&u4<188& u5>0.03&u5<0.09

Şekil 5.7 ‘de görülen *If Body Subsystem* blokları, *If* bloklarına bağlı olarak göstergelere ve kayıtçılara gönderilecek sinyalleri kontrol etmektedir. *If Body Subsystem* elemanının içyapısı şekil 5.8 ‘de görülmektedir.



Şekil 5.8. If Body Subsystem içeriği

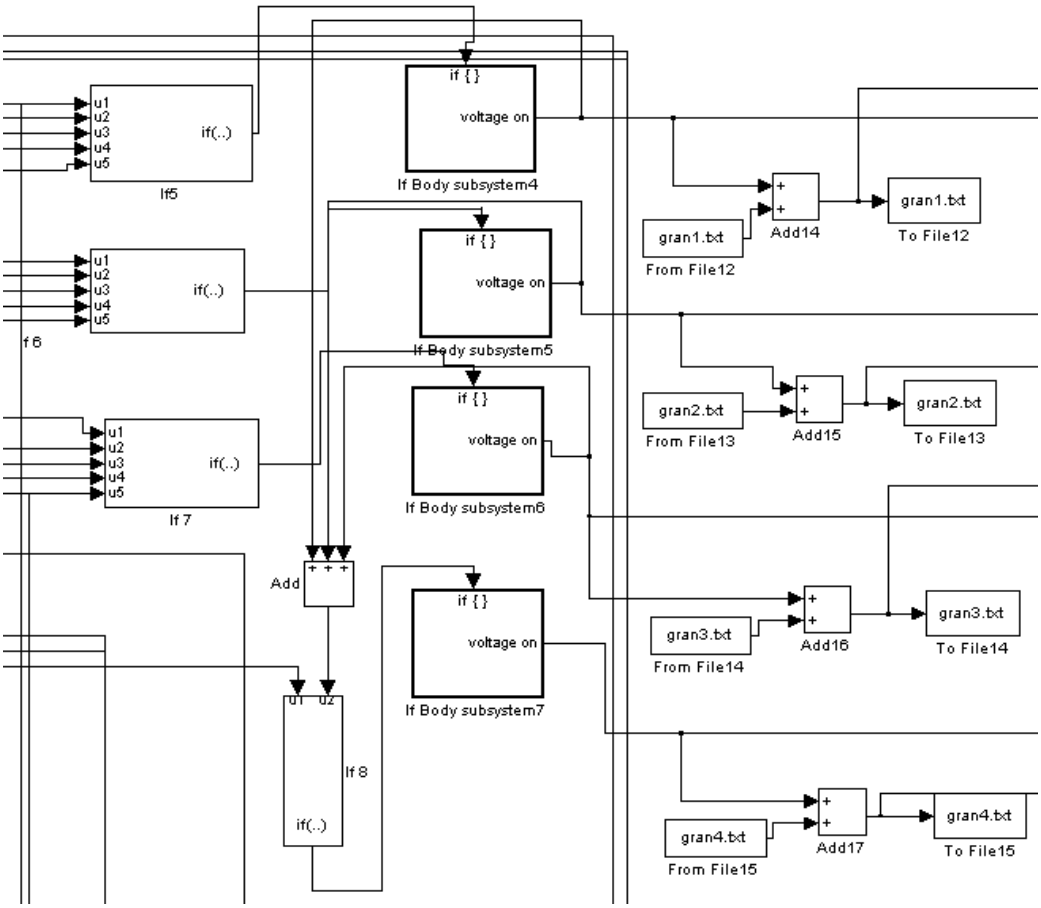
S*tarking* türü elmalar sınıflandırıldıktan sonra sepetlere atılan elma sayılarını kaydetmek için şekil 5.9’da gösterilen devre kullanılmıştır. *Starking* tür elmalar dört sınıfa ayrıldığından, dört adet sepet dosyası düşünülmüş olup sepetteki elma sayıları .txt uzantılı dosyalara kaydedilmektedir. Bu dosyalar star1.txt, star2.txt, star3.txt ve star4.txt'dir.



Şekil 5.9. Sepete atılan elmaları sayan devre

5.4.2. *Granny Smith* türü elma için sınıflandırıcı donanımı

Granny Smith türü elma için, sınıflandırıcı ve sayıcı donanımı şekil 5.10'da gösterilmektedir. Bu devrede de *If*, *If Body Subsystem*, *Add*, *dosya kayıtçıları* v.b. elemanlar kullanılmaktadır.



Şekil 5.10. *Granny Smith* tür elma için sınıflandırma donanım kısmı

Granny Smith türü elmaların sınıflandırma parametreleri çizelge 5.5’de verilmiştir. Parametrelere bağlı olarak şekil 5.10'de görülen if bloklarına çizelge 5.6'daki kodlar yazılmıştır.

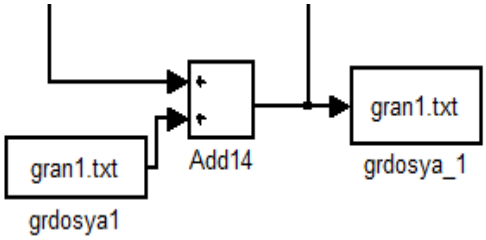
Çizelge 5. 5. *Granny Smith* türü elma sınıflandırma parametreleri

Sınıf *(Granny Smith)*	a (mm)	b (mm)	c (mm)	Ağırlık(g)
1	88	90	96	290
2	81	81	89	242
3	82	78	87	216
4	79	68	78	172

Çizelge 5. 6. If Bloklarının içerikleri

Eleman	**İçeriği**
If 5	u1>85&u1<91&u2>86&u2<94&u3>93&u3<99&u4>266&u4<312& u5>0.14&u5<0.165
If 6	u1>79&u1<=83&u2>79&u2<=86&u3>86&u3<=93&u4>229&u4<=266 & u5>0.14&u5<0.165
If 7	u1>76&u1<=86&u2>73&u2<82&u3>78&u3<=89&u4>194&u4<=229& u5>0.14&u5<0.165

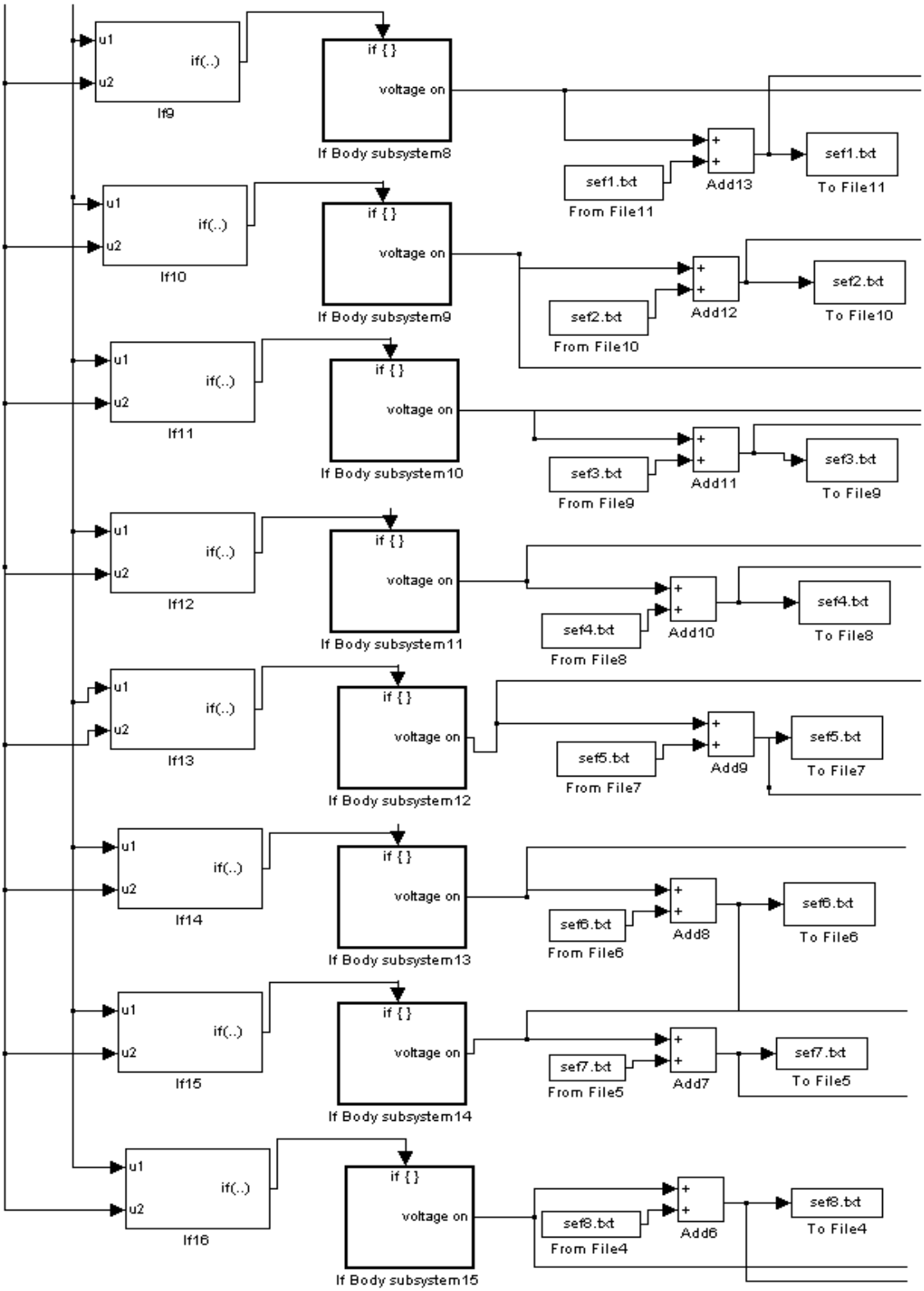
Granny Smith tür elmalar dört sınıfa ayrıldığından, dört adet sepet dosyası düşünülmüş olup elma sayıları txt uzantılı dosyalara kaydedilecektir. Bu dosyalar gran1.txt, gran2.txt, gran3.txt ve gran4.txt'dir. Şekil 5.11'de gran1 sepetine ait sayıcı devre görülmektedir.



Şekil 5.11. Sepete atılan elmaları sayan devre

5.4.3. Şeftali sınıflayıcı donanımı

Şeftalinin sınıflandırılması için tasarlanan devre şekil 5.12‘de görülmektedir. Bu devre, *sınıflandırma*, *sayma* ve *kaydetme* gibi işlemleri gerçekleştirmektedir. Devrede *If, If Body Subsystem, Add, dosya kayıtçısı* v.b. elemanlar kullanılmaktadır.



Şekil 5. 12. Şeftali için sınıflandırma donanımı

Çizelge 5. 7 Boy özellikleri

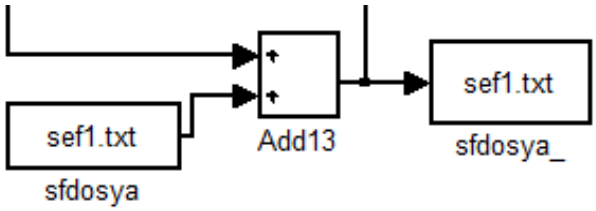
Boylar	Meyvenin çapı mm	Meyvenin çevresi mm
AAAA	90 ve daha yukarı	280 ve daha fazla
AAA	80 (dahil) - 90	250 (dahil) - 280
AA	73 (dahil) - 80	230 (dahil) - 250
A	67 (dahil) - 73	210 (dahil) - 230
B	61 (dahil) - 67	190 (dahil) - 210
C	56 (dahil) - 61	175 (dahil) - 190
D	51 (dahil) – 56[1)]	160 (dahil) – 175[2)]
E	51'den daha az	160 mm'den daha az
[1), 2)] Ekstra şeftalilerde en az çap 56 mm ve en az çevre 175 mm. 31 Temmuz'a kadar piyasaya arz olunan Sınıf I ve Sınıf II şeftalilerde 47 mm - 51 mm çap ve 150 mm - 160 mm çevre kabul edilebilir.		

Çizelge 5.8'de If bloklarının içlerine yazılan kod satırları görülmektedir. Bu kodlar çizelge 5.7'ye göre oluşturulmuştur. Çizelge 5.7'de görüldüğü gibi şeftaliler için 8 adet boylama sınıfı mevcut olup bunun içinde 8 adet *If* bloğu kullanılmaktadır.

Çizelge 5. 8. Şeftali sınıflayıcı donanımın *If* Bloklarının içerikleri

Eleman	**İçeriği**
If 9	u1>90&u2>0.165&u2<=0.22
If 10	u1>80&u1<=90&u2>0.165&u2<0.22
If 11	u1>73&u1<=80&u2>0.165&u2<0.22
If 12	u1>67&u1<=73&u2>0.165&u2<0.22
If 13	u1>61&u1<=67&u2>0.165&u2<0.22
If 14	u1>56&u1<=61&u2>0.165&u2<0.22
If 15	u1>51&u1<=56&u2>0.165&u2<0.22
If 16	u1<=51&u2>0.165&u2<0.22

Şeftalilerin boylarına göre sınıflandırma işleminden sonra sayılması işini şekil 5.13'deki devre üstlenmektedir. Şekil 5.13'de görüldüğü gibi 8 adet *If Body Subsystem* olduğu için sef1.txt, sef2.txt, sef3.txt, sef4.txt, sef5.txt, sef6.txt, sef7.txt, sef8.txt olmak üzere 8 adet sepet sayacı kullanılmıştır. Dolayısıyla şekil 5.14'deki devreden 8 adet kullanılmaktadır.



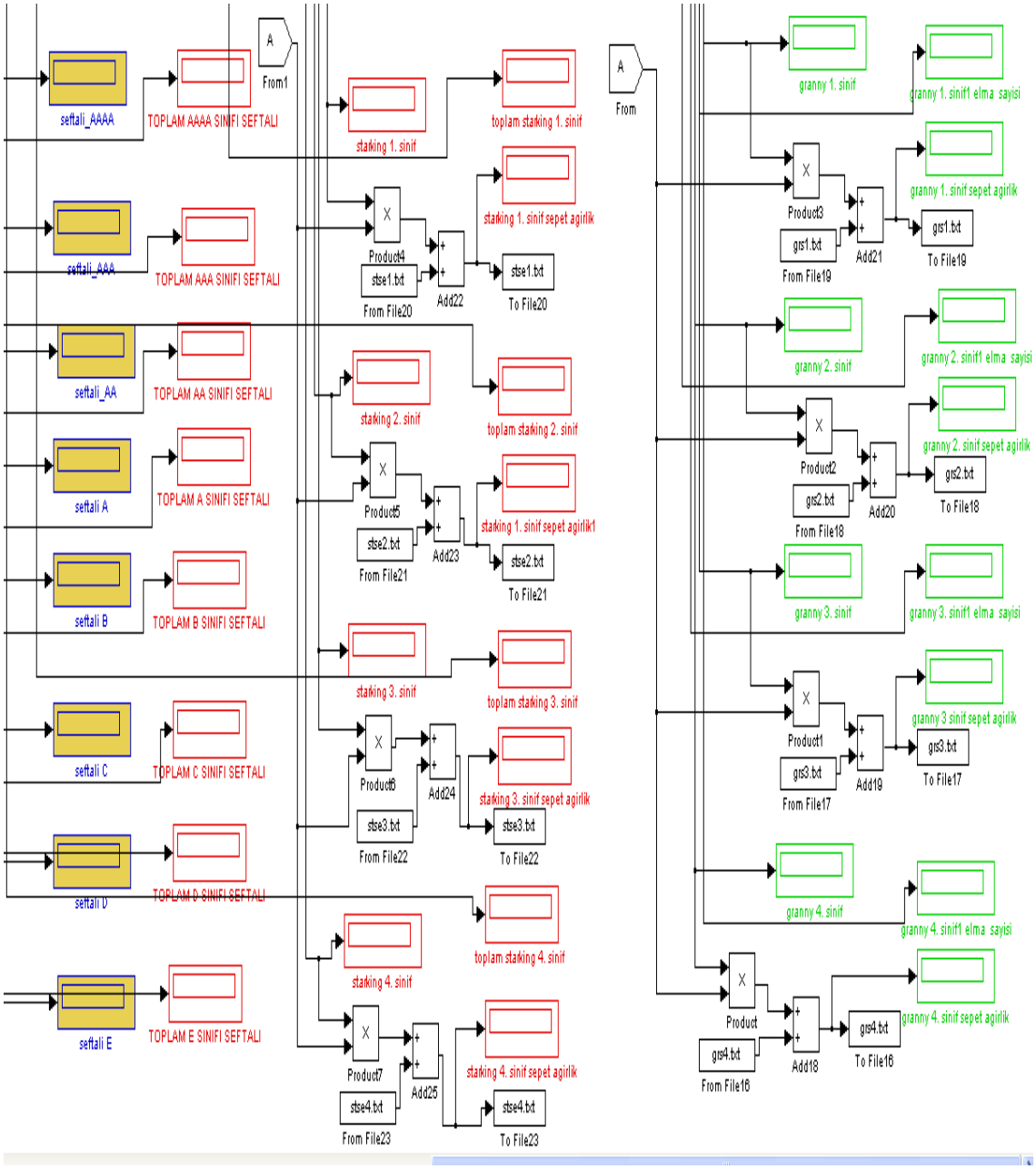
Şekil 5.13.Sepete atılan şeftalileri sayan devre

5.4.4. Gösterge donanımın

Şekil 5.14'de şeftali, *Granny Smith ve Starking* türü meyveler için gösterge devreleri görülmektedir.

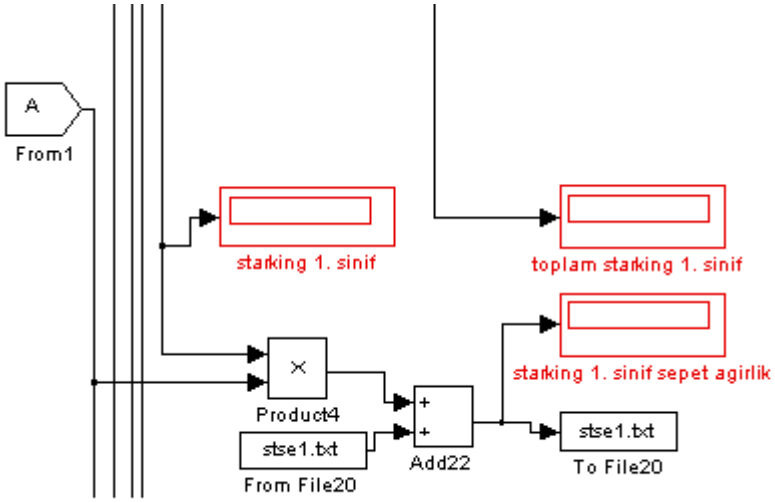
Şeftali için, *sınıf* ve *sayı* göstergesi kullanılmıştır. Gerekli bilgiler şeftali sınıflandırıcı devreden gelmektedir.

Granny Smith ve Starking tür elmalar için, *sınıf göstergeleri*, *sepet sayaçları* ve *sepet ağırlığı* olmak üzere 3 kategorik gösterge kullanılmıştır. Elma *sınıf göstergeleri ve elma sepet sayaçlarının* bilgileri elmalara ait sınıflandırıcı donanımlardan gelmektedir.



Şekil 5. 14. Gösterge donanımı

Şekil 5.14'deki devre yapısı, *Starking ve Granny Smith* türü elmalar için standart olup, sepet ağırlığını bulmak ve kaydetmek için kullanılmaktadır. *Starking* türü elmaların ağırlıklarını kaydetmek için stse1.txt, stse2.txt, stse3.txt ve stse4.txt olmak üzere 4 dosya; *Granny Smith* türü elmaların sepet ağırlıklarını kaydetmek için grse1.txt, grse2.txt, grse3.txt ve grse4.txt olmak üzere 4 dosya kullanılmaktadır.

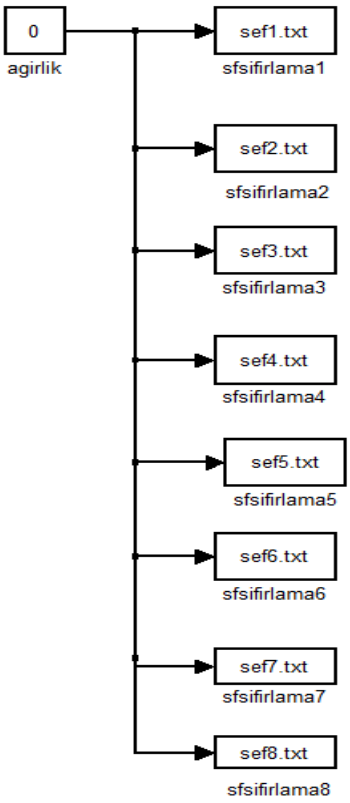


Şekil 5. 15. Sepet ağırlığını kaydeden devre

Şekil 5.15'de gösterilen devrede elma, *aktif sinyali* ile *ağırlık bilgisi* çarpılarak dosyaya kaydedilip *Add* elemanı sayesinde önceki sepet ağırlığıyla toplanarak tekrar aynı dosyaya kaydedilmektedir. Bulunan sonuç ise göstergede görüntülenmektedir.

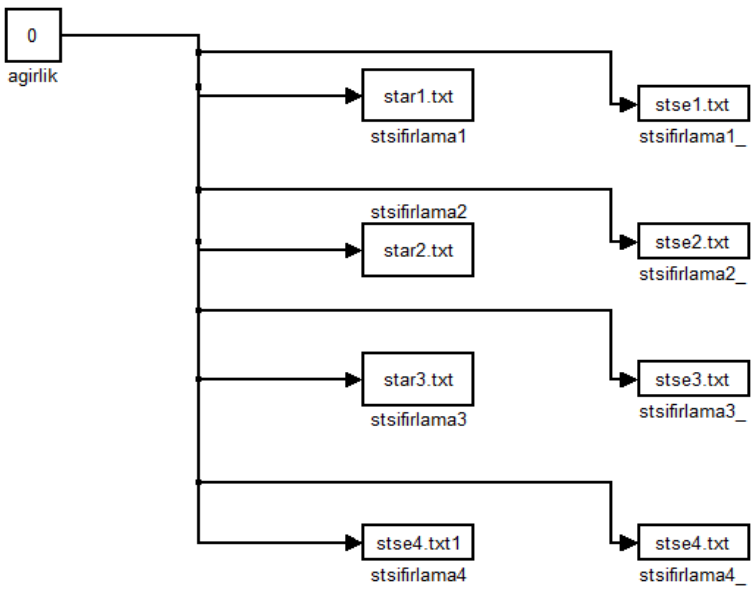
5.4.5. Sıfırlama devreleri

Tüm meyvelerin sayaçlarını sıfırlamak için devreler tasarlanmıştır. Şeftali sepet sayaçlarını sıfırlamak için şekil 5.16'daki devre kullanılmaktadır. Şekil 5.17'deki sef1.txt, sef2.txt, sef3.txt, sef4.txt, sef5.txt, sef6.txt, sef7.txt ve sef8.txt dosyalarına, devre çalıştırıldığında sıfırlama sinyali gönderilmektedir.



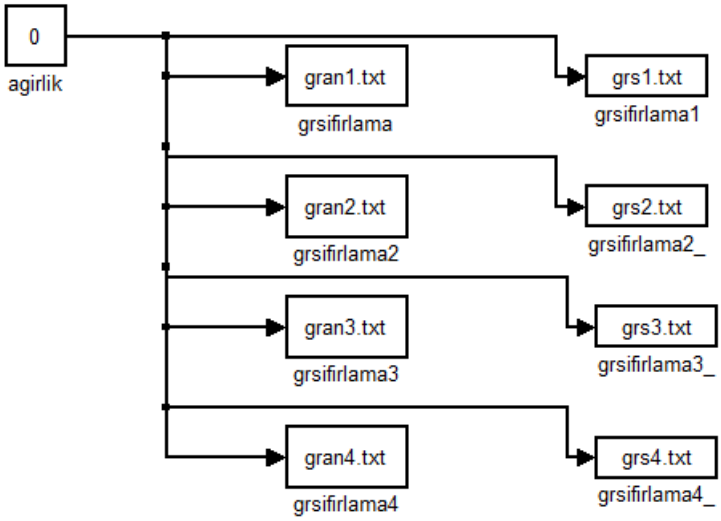
Şekil 5. 16. Şeftali sepet sayaç sıfırlama devresi

Şekil 5.17'deki devre çalıştırıldığında *Starking* sepet *sayaç* ve sepet *ağırlık* kaydeden dosyalara sıfırlama sinyali uygulanacak böylece *starking* türü elma kayıtçıları sıfırlanacaktır.



Şekil 5. 17. *Starking* sepet sayaç ve sepet ağırlık sıfırlama devresi

Şekil 5.18 ‘deki devre çalıştırıldığında *Granny Smith* türü sepet *sayaç* ve sepet *ağırlık* kaydeden dosyalara sıfırlama sinyali uygulanacak böylece ilgili dosyalar sıfırlanacaktır.



Şekil 5. 18. *Granny Smith* sepet sayaç ve sepet ağırlık sıfırlama devresi

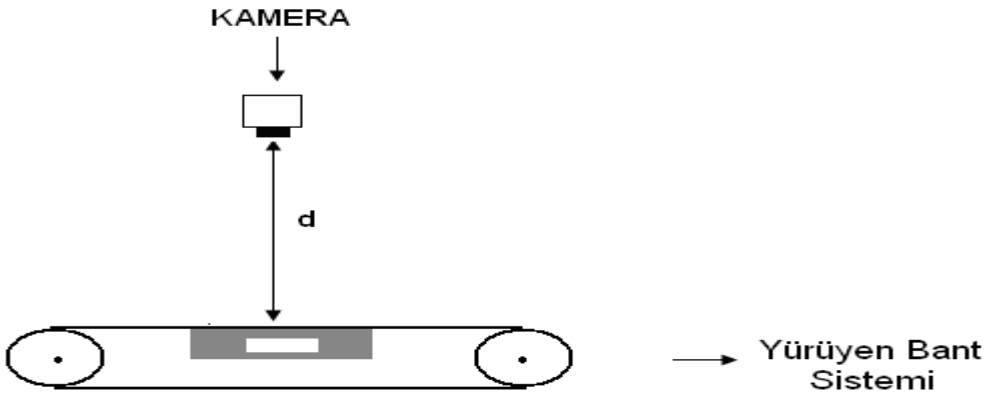
6. SİSTEM YAZILIMI

Sistem yazılımı, kalibrasyon yazılımı ve sınıflandırıcı yazılım olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Sistem yazılımı, fotoğraflanan görüntünün bilgilerini çıkarma görevini üstlenmekle birlikte sınıflandırıcı donanımın çalışabilmesi için gerekli bilgileri üretmektedir.

Meyvenin büyüklüğünün hatasız bir şekilde ölçülebilmesi için öncelikli olarak sistemin kalibre edilmesi gerekmektedir. Kalibrasyon sayesinde sistemin her türlü koşulda tutarlı sonuçlar üretmesi sağlanmaktadır.

6.1. Kalibrasyon Yazılımı

Çalışmada kullanılan kamera ve yürüyen band sisteminin görünümü şekil 6.1'de verilmiştir. Şekilde *d* ile gösterilen uzunluk, kamera ile yürüyen band sistemi arasındaki mesafeyi göstermektedir. Sistemin kurulduğu yere göre bu mesafe değişiklik göstermektedir. Kameranın, elmanın geçiş yaptığı yürüyen band sistemi ile olan mesafesi oldukça önemlidir. Fotoğraflanan görüntüdeki meyvenin büyüklüğü *d* mesafesine göre değişim göstermektedir. Doğru ölçümün elde edilebilmesi için sistemin öncelikli olarak kalibre edilmesi gerekmektedir.



Şekil 6. 1 Kamera ile yürüyen bant sistemi

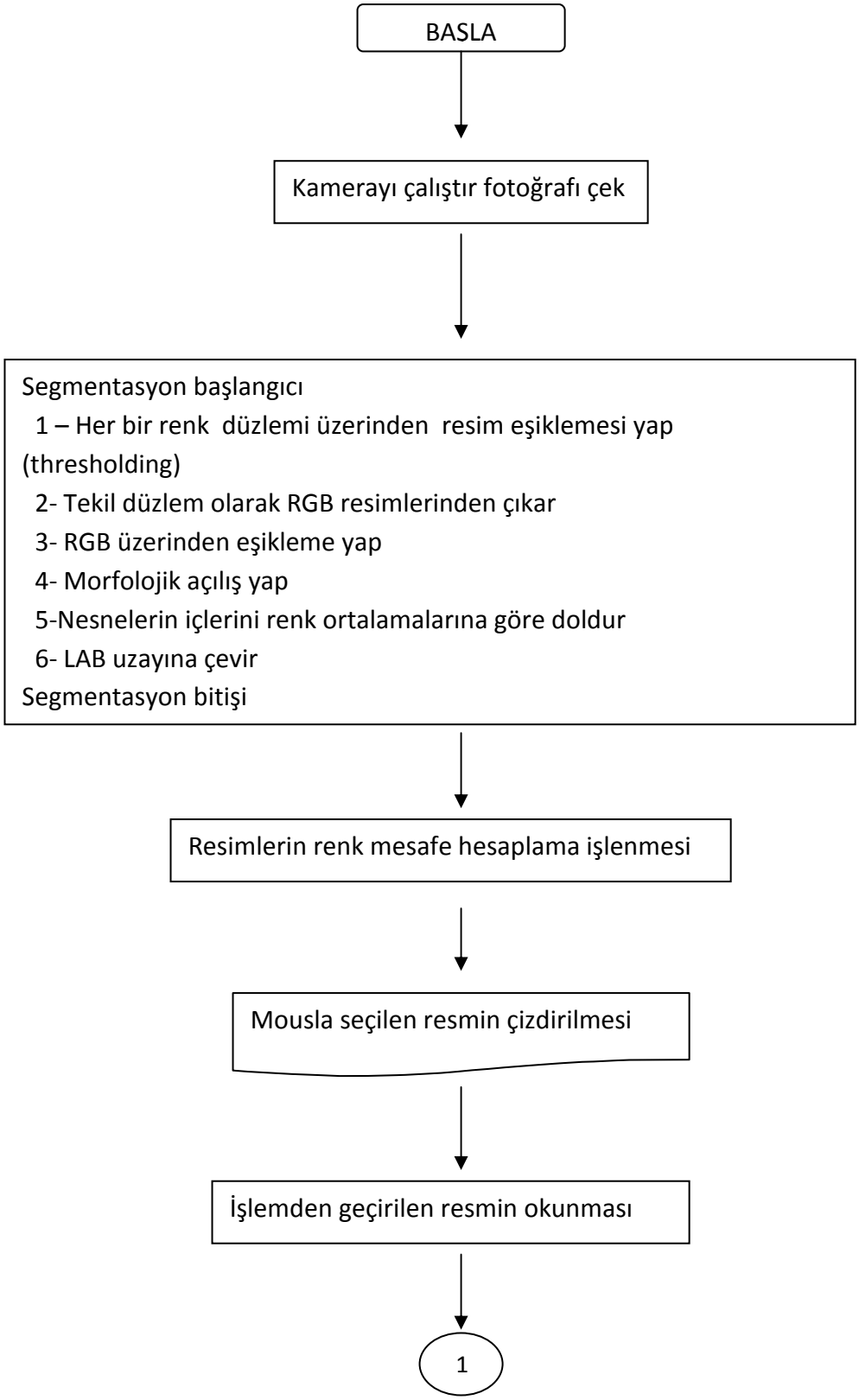
Şekil 6.3'te kalibrasyon yazılımı için akış diyagramı verilmektedir. Akış diyagramından görüldüğü gibi kamera çalıştırılıp görüntü alınarak belirtilen işlem adımları gerçekleştirilecektir. Kalibrasyon yazılımında kalibrasyon parametresinin geçtiği prosedür şekil 6.2'de verilmektedir.

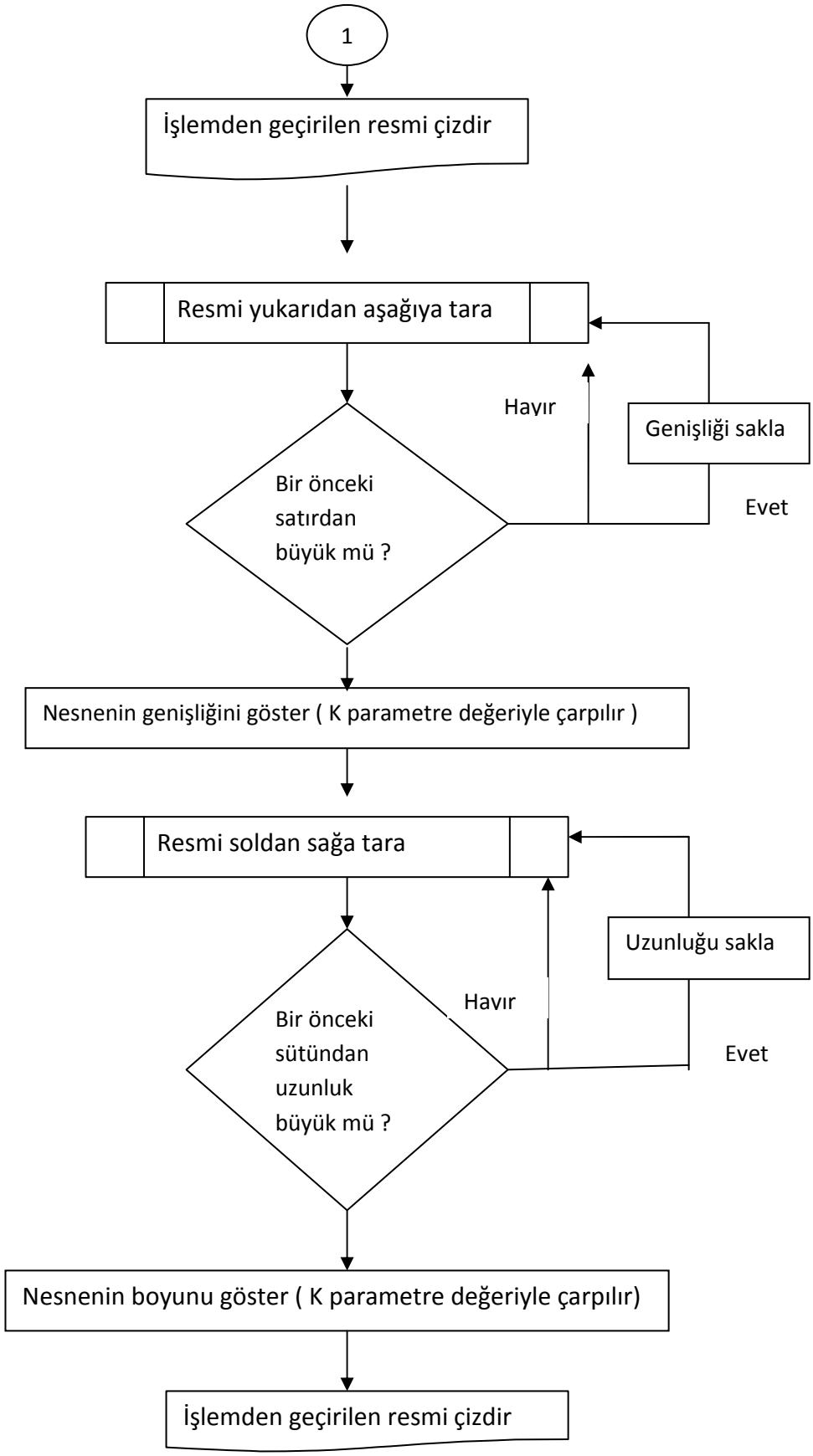
```
K=1;
for i=1:x
if sum(dol(i,:))>alga
alga=sum(dol(i,:));
end
end
elma_a=alga*0.264
a=alga*0.264*K;
 % boy un bulunması ve K kalibre parametresi ile çarpımı
algb=0;
for i=1:y
if sum(dol(:,i))>algb
   algb=sum(dol(:,i));
end
end
 elma_b=algb*0.264
b=algb*0.264*K;
 % en ve boy ölçülerinin grafik ekranına yazdırılması
```

Şekil 6. 2.Kalibrasyon prosedürü

Şekil 6.1'de belirtilen sistemde kameranın önüne ölçüleri en = 50 mm boy = 60 mm olan bir dikdörtgensel şekil konularak kalibrasyon yazılımı çalıştırılmıştır. Yazılımın sonuçları en = 38,8080, boy = 47,5200 olarak elde edilmiştir. Gerçek değer yatay = 50 mm dikey = 60 mm olduğundan yazılımın ölçtüğü değerlerin kalibre edilmesi gerekmektedir. *K* kalibre parametresi (gerçek değer / yazılımın ölçtüğü değer) olduğundan ;

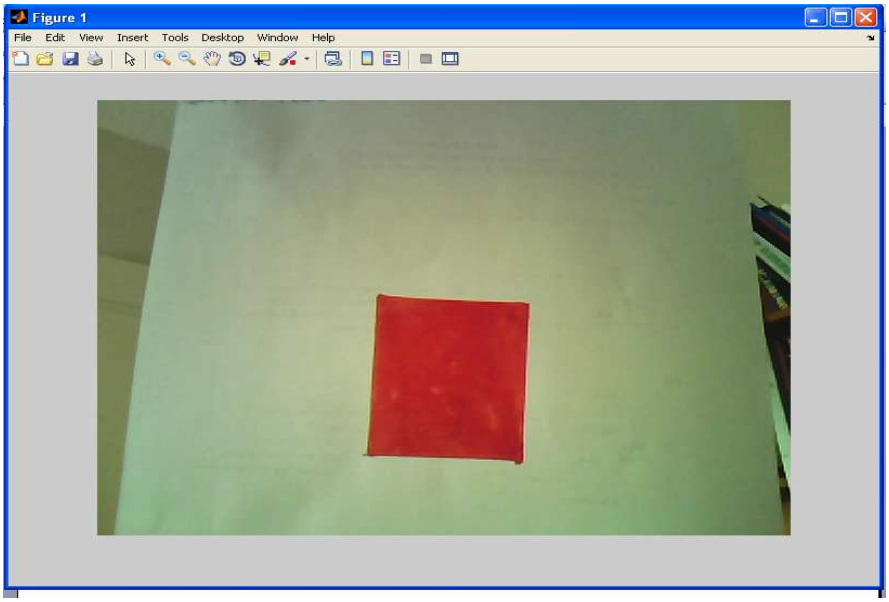
$K = \frac{50}{38,18} = 1,309$ olarak bulunmaktadır. Ardından yazılımda K parametresi 1,309 olarak değiştirilir.





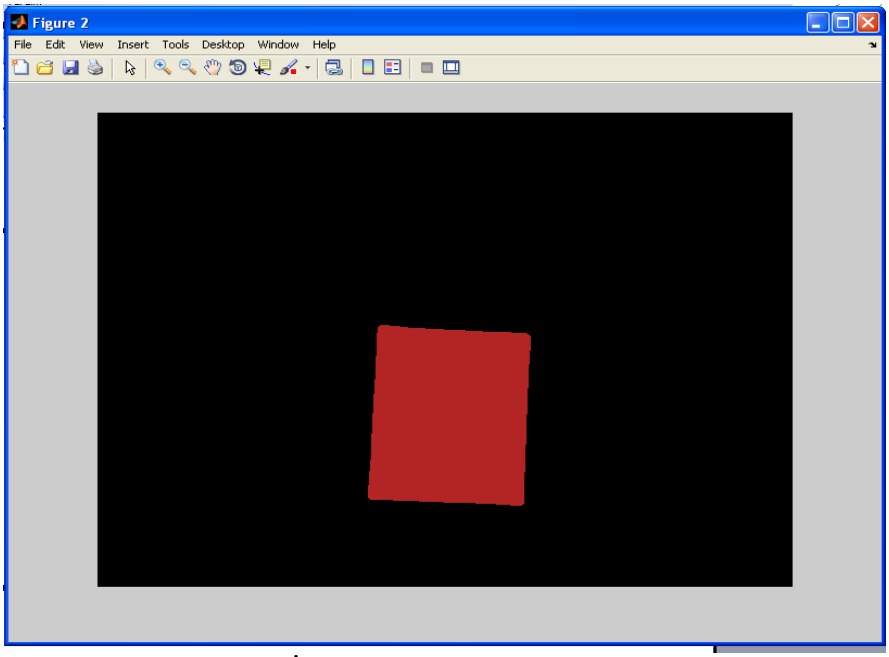
Şekil 6. 3. Kalibrasyon için kullanılan yazılımın akış diyagramı

Şekil 6.4 ‘de yazılımın çalıştırılmasından sonra kameradan elde edilen görüntü görülmektedir.



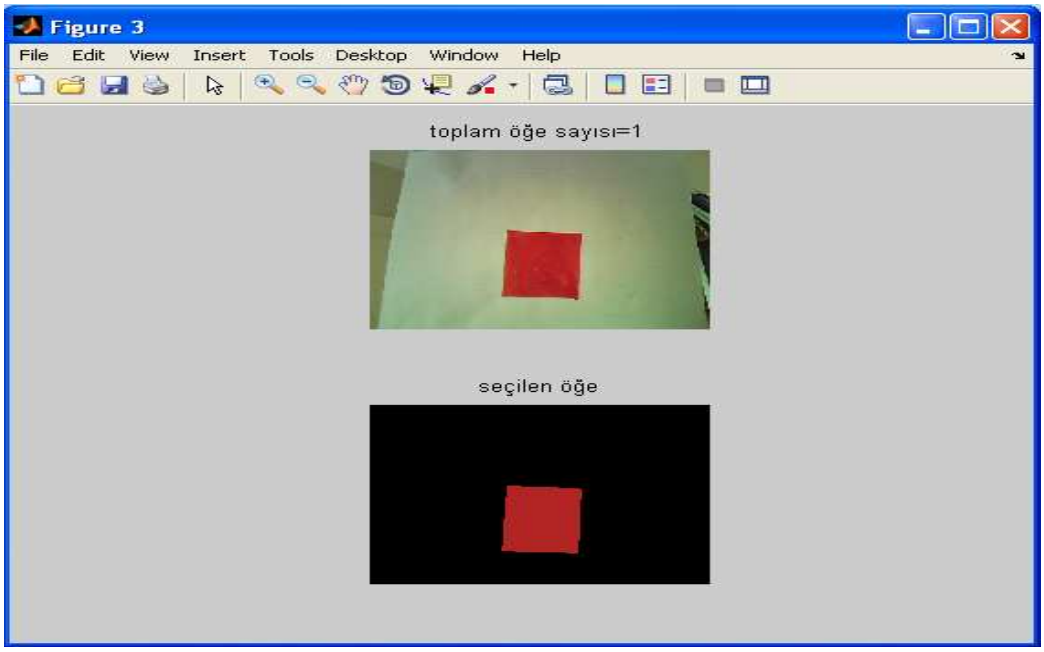
Şekil 6. 4. Yazılımın verdiği kamera görüntüsü

Zemini atılmış, ortalama nesne rengiyle doldurulmuş kutu şekil 6.5'te görülmektedir.



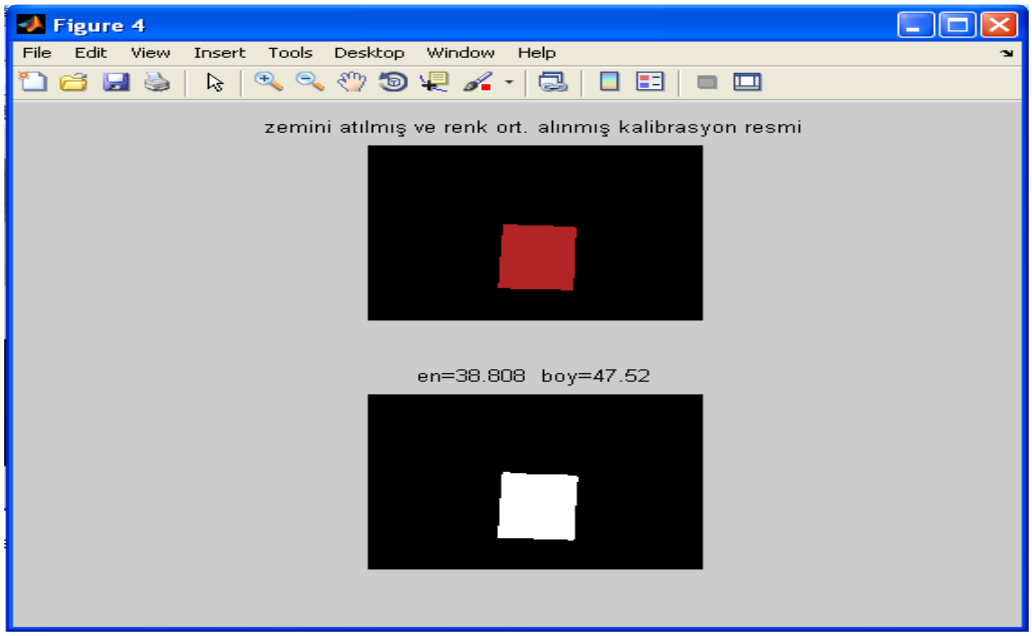
Şekil 6. 5. İşlemden geçmiş kamera görüntüsü

Şekil 6.6'da orijinal görüntüde yazılım tarafından algılanan nesne sayısı ve seçilen nesnenin işlemden geçirilmiş hali görülmektedir.



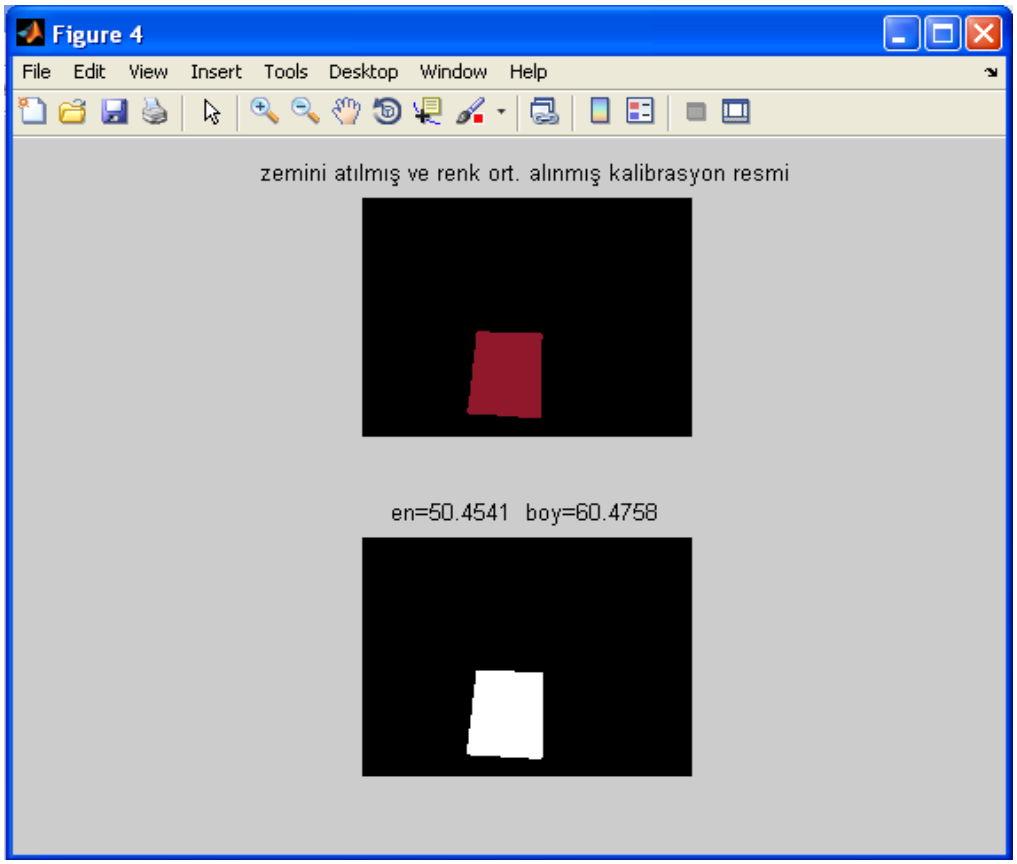
Şekil 6.6. Yakalanan nesne sayısı ve seçilen nesnenin gösterilmesi

Şekil 6.7'de görüldüğü gibi yazılım, grafik ekranda nesnenin en ve boy ölçülerini yazdırmaktadır.



Şekil 6. 7. Nesnenin en ve boy ölçülerinin grafik ekranda gösterilmesi

Yazılımda *K* = 1,309 olarak ayarlandıktan sonra tekrar çalıştırılmış olup şekil 6.8'de görüldüğü gibi en = 50,4541 mm, boy = 60,4758 mm olarak hesaplanmıştır. Gerçek değerler en = 50, boy = 60 mm olduğundan sonuçlar karşılaştırıldığında çok küçük sapma olduğu görülmektedir.



Şekil 6. 8. Nesnenin en ve boy ölçülerinin grafik ekranda gösterilmesi

6.2. Sınıflandırıcı Yazılım

Sınıflandırıcı yazılım meyvenin *tanınması*, *ölçü çıkarılması*, fotoğraftaki toplam nesnelerin *algılanması*, *meyvenin sınıflandırılması* gibi işlemleri yürütmektedir. Şekil 6.9'da bu yazılımın akış diyagramı gösterilmiştir. Başlangıçta kameradan fotoğraf çekilip *vid* isimli değişkene kaydedilmektedir. Ardından, fotoğraflanan görüntü segmentasyon işleminden geçirilmektedir. Segmentasyon işlemi;

- Resim eşiklemesi
- Tekil düzlem olarak RGB resimlerinin çıkarılması

- Tekil düzlem üzerinde ikili eşikleme
- Morfolojik açılış
- Nesnelerin içlerinin doldurulması
- Parçalanmış gri seviye resim çıkarılması
- Renk vektörlerinin oluşturulması

işlem adımlarından oluşturulmaktadır.

Seçilen renklerden mesafe hesaplama işlemi gerçekleştirildikten sonra meyvenin renk ağırlığı hesaplanıp 0.17 parametresi ile karşılaştırılıp bu sayıdan büyük ise elma değilse şeftali sınıflandırma işlemine girmektedir.

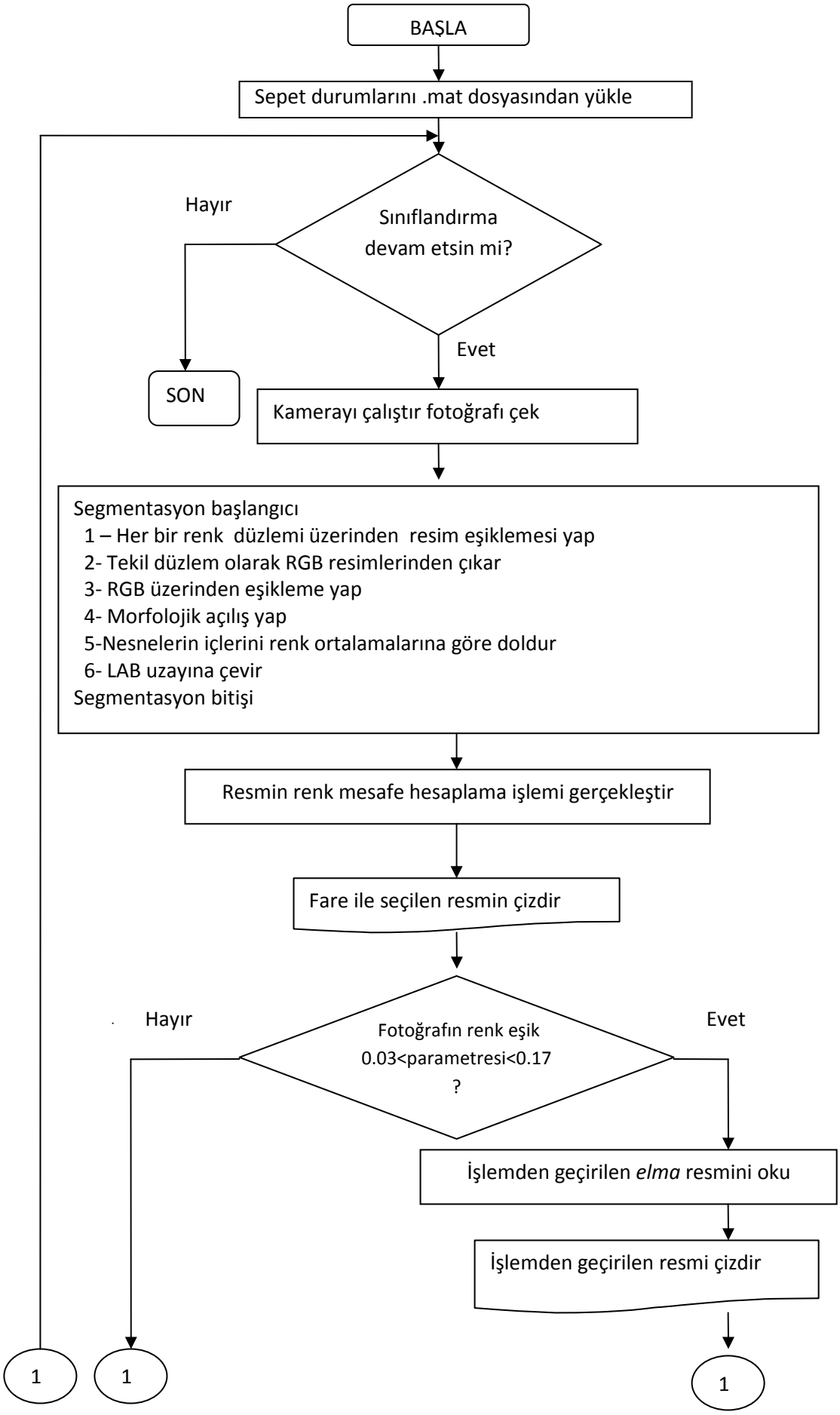
Elma sınıflandırma işlem adımları;

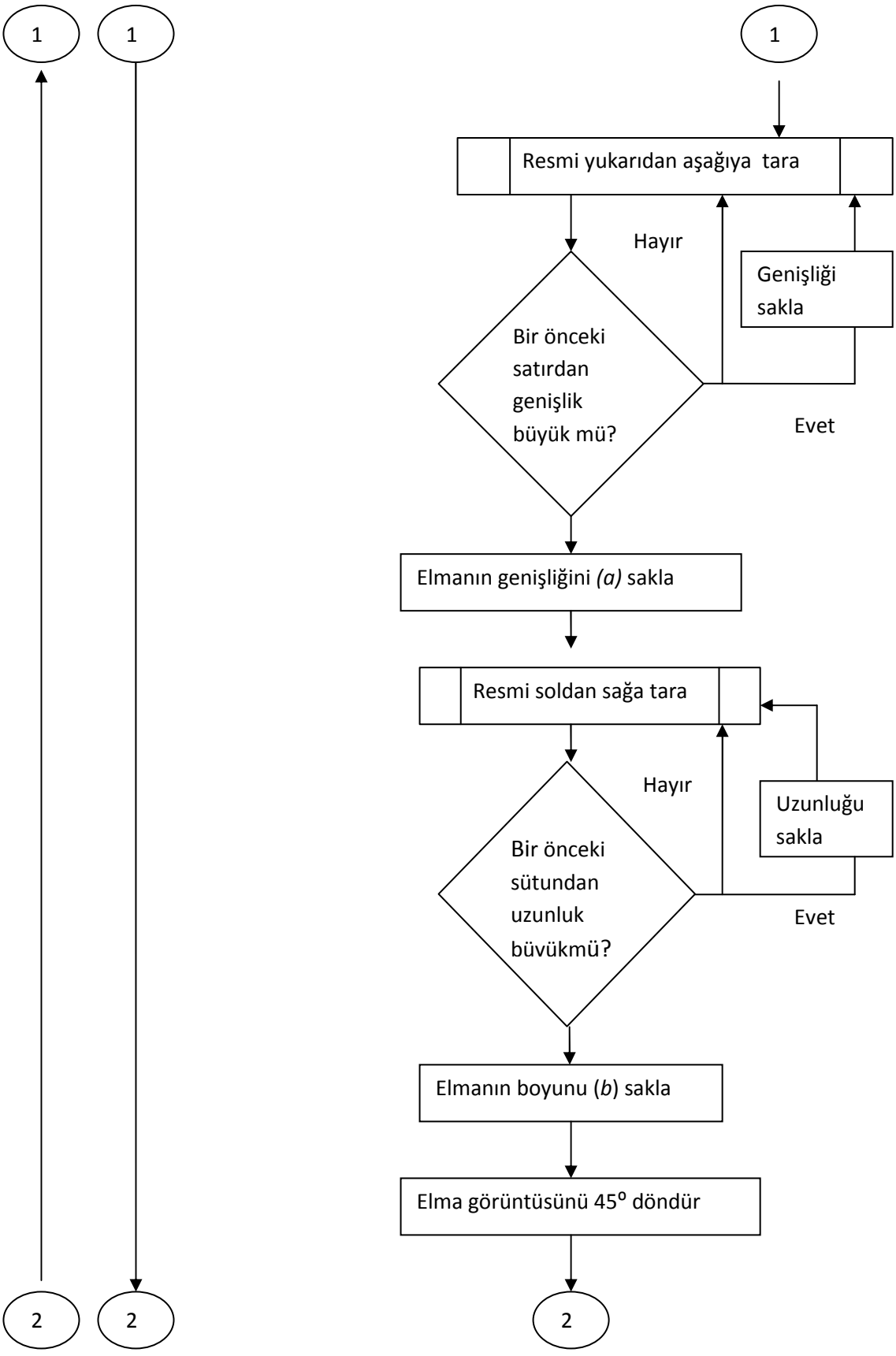
- Başlangıçta elma resmi gri seviyeye çevrilir.
- Ardından kenarları keskinleştirilir.
- Elma alanı beyaz dışı siyah olarak doldurulur.
- Fotoğrafın ölçüsü çıkarılmaktadır.
- Fotoğrafın 1. satırından başlanarak en alta kadar taranarak elmanın *a* (en) ölçüsü bulunmaktadır.
- Fotoğrafın 1. sütunundan başlanarak en son sütuna kadar taranarak *b* (boy) ölçüsü bulunmaktadır.
- Fotoğraf 45 derece döndürülüp, 1. satırından en son satırına kadar *c* (en) ölçüsü tespit edilmektedir.
- Meyvenin renk ağırlık parametresine bakılıp, 0.03 ile 0.09 arasında ise *Starking* türü elma yazılımına gitmektedir.
- *Starking* elma parametrelerine bakılarak sınıflandırma, *sepetteki elma sayısı* ve *sepet ağırlığı* bulma işlemi gerçekleştirilmektedir.
- Meyvenin *renk ağırlık parametresine* bakılıp, 0.14 ile 0.165 arasında ise *Granny Smith* türü elma yazılımına gitmektedir.
- *Granny Smith* elma parametrelerine bakılarak sınıflandırma, *sepetteki elma sayısı* ve *sepet ağırlığı* bulma işlemi gerçekleştirilmektedir

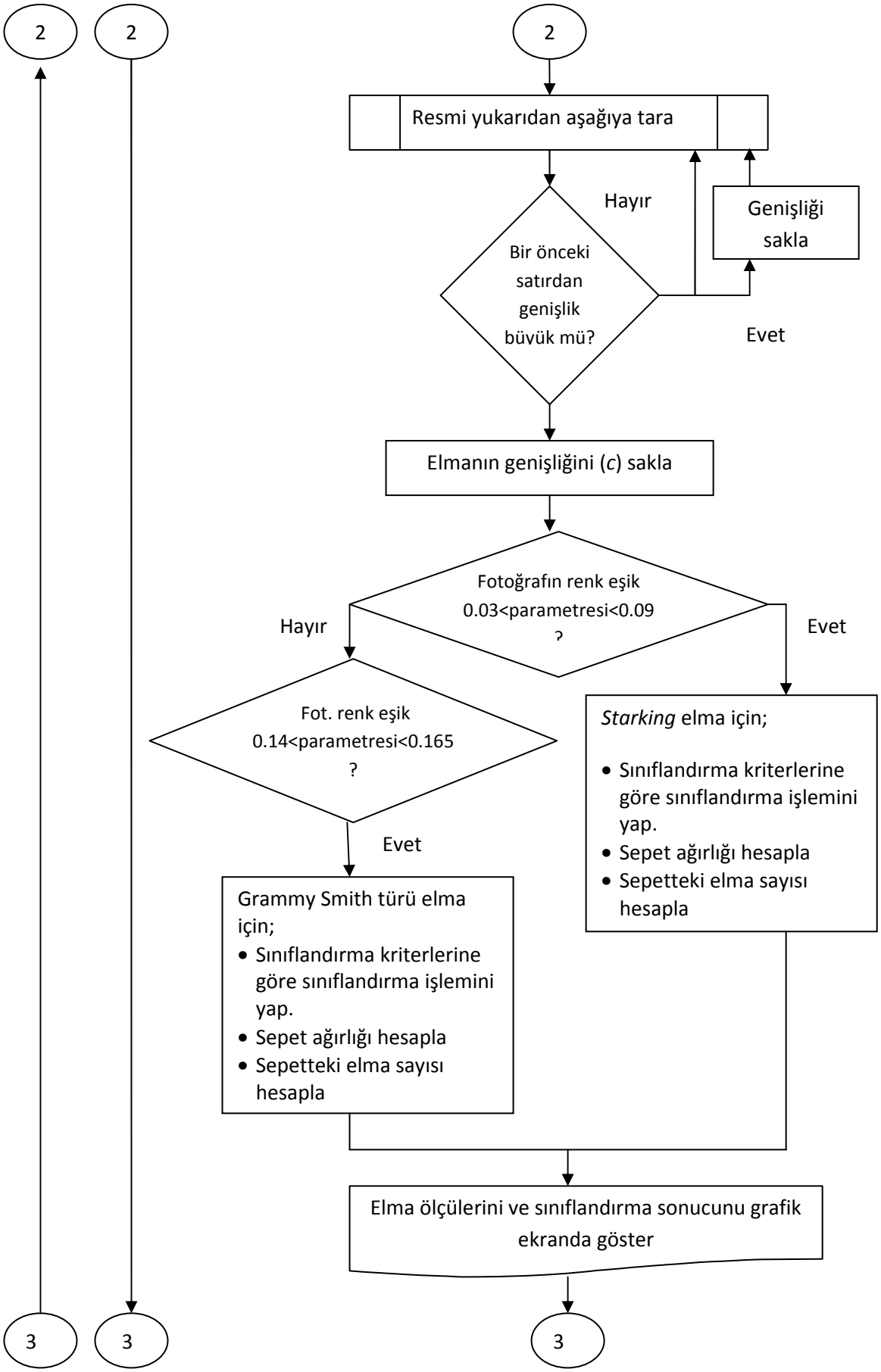
- Grafik ekranda sınıflandırma sonucu gösterilmektedir.

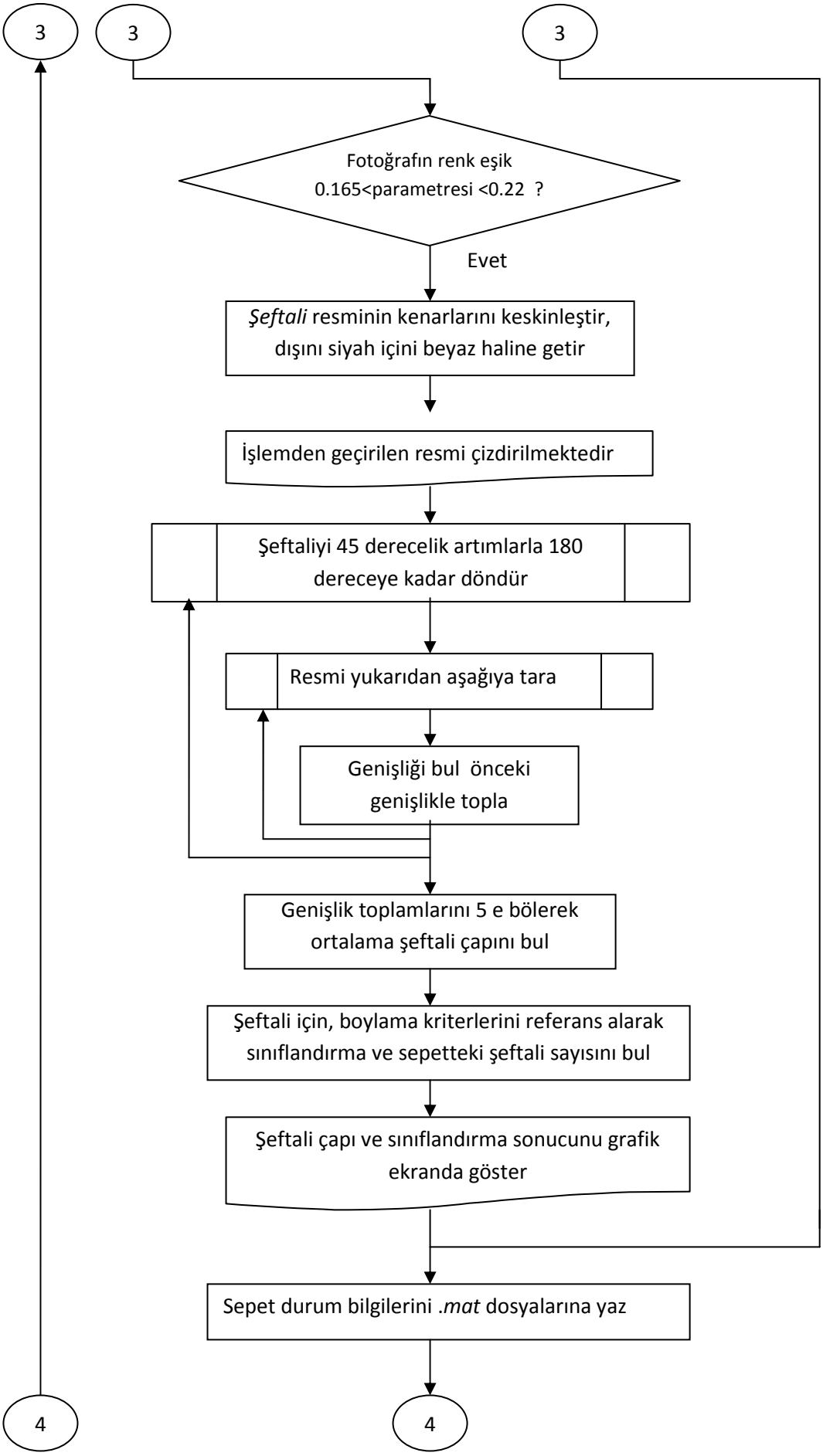
Şeftali sınıflandırma işlem adımları;

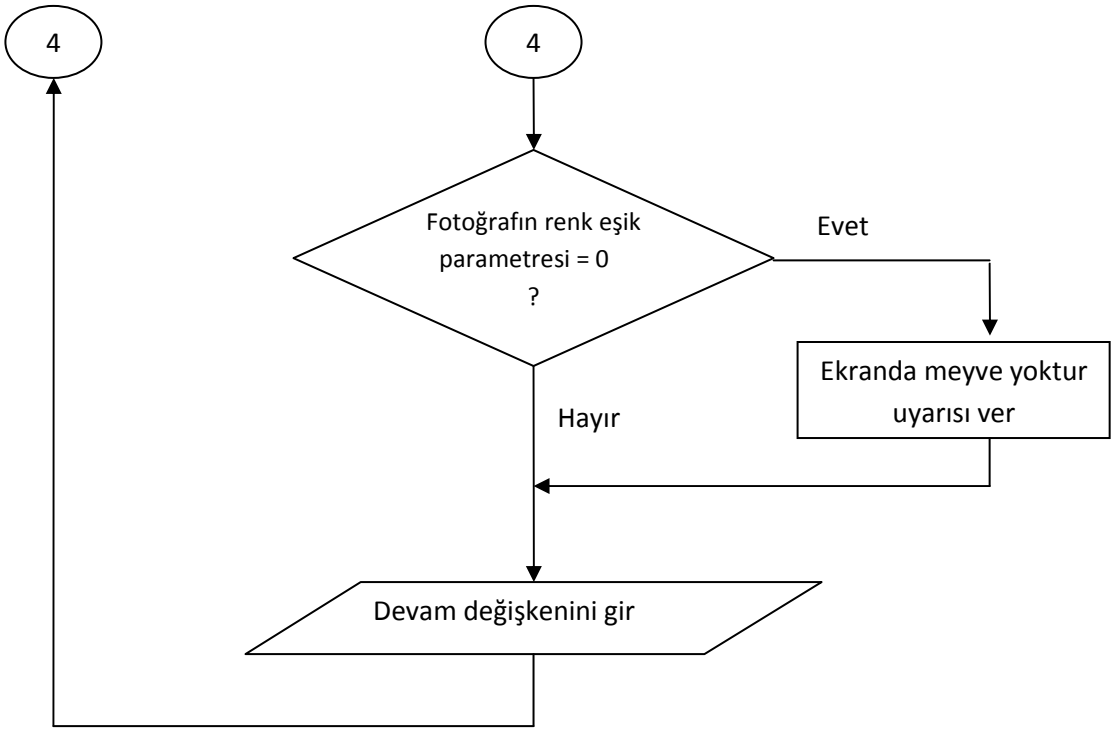
- Başlangıçta şeftali resmi gri seviyeye çevrilmektedir.
- Ardından kenarları keskinleştirilmektedir.
- Şeftali alanı beyaz dışı siyah olarak doldurulmaktadır.
- Fotoğrafın çözünürlüğü çıkarılmaktadır.
- Şeftali 45 er derecelik artımlarla 180 derece'ye kadar döndürülmektedir.
- Her derece için çap bulunup birbiriyle toplanıp toplam 5'e bölünmektedir.
- Şeftalinin boylama kriterlerine bakılarak gerekli sınıflandırma ve sepetteki şeftali sayısı bulma işlemleri gerçekleştirilmektedir.
- Grafik ekranda sınıflandırma sonucu gösterilmektedir.


BAŞLA
Sepet durumlarını .mat dosyasından yükle
Sınıflandırma devam etsin mi?
Hayır
Evet
SON
Kamerayı çalıştır fotoğrafı çek
Segmentasyon başlangıcı
1 – Her bir renk düzlemi üzerinden resim eşiklemesi yap
2- Tekil düzlem olarak RGB resimlerinden çıkar
3- RGB üzerinden eşikleme yap
4- Morfolojik açılış yap
5-Nesnelerin içlerini renk ortalamalarına göre doldur
6- LAB uzayına çevir
Segmentasyon bitişi
Resmin renk mesafe hesaplama işlemi gerçekleştir
Fare ile seçilen resmin çizdir
Fotoğrafın renk eşik 0.03<parametresi<0.17 ?
Hayır
Evet
İşlemden geçirilen *elma* resmini oku
İşlemden geçirilen resmi çizdir
1
1
1


1
1
1
Resmi yukarıdan aşağıya tara
Hayır
Genişliği sakla
Bir önceki satırdan genişlik büyük mü?
Evet
Elmanın genişliğini (a) sakla
Resmi soldan sağa tara
Hayır
Uzunluğu sakla
Bir önceki sütundan uzunluk büvükmü?
Evet
Elmanın boyunu (b) sakla
Elma görüntüsünü 45o döndür
2
2
2


2
2
2
Resmi yukarıdan aşağıya tara
Hayır
Bir önceki satırdan genişlik büvük mü?
Genişliği sakla
Evet
Elmanın genişliğini (c) sakla
Fotoğrafın renk eşik 0.03<parametresi<0.09 ?
Hayır
Evet
Fot. renk eşik 0.14<parametresi<0.165 ?
Evet
Grammy Smith türü elma için;
• Sınıflandırma kriterlerine göre sınıflandırma işlemini yap.
• Sepet ağırlığı hesapla
• Sepetteki elma sayısı hesapla
Starking elma için;
• Sınıflandırma kriterlerine göre sınıflandırma işlemini yap.
• Sepet ağırlığı hesapla
• Sepetteki elma sayısı hesapla
Elma ölçülerini ve sınıflandırma sonucunu grafik ekranda göster
3
3
3


3
3
3
Fotoğrafın renk eşik
0.165<parametresi <0.22 ?
Evet
Şeftali resminin kenarlarını keskinleştir, dışını siyah içini beyaz haline getir
İşlemden geçirilen resmi çizdirilmektedir
Şeftaliyi 45 derecelik artımlarla 180 dereceye kadar döndür
Resmi yukarıdan aşağıya tara
Genişliği bul önceki genişlikle topla
Genişlik toplamlarını 5 e bölerek ortalama şeftali çapını bul
Şeftali için, boylama kriterlerini referans alarak sınıflandırma ve sepetteki şeftali sayısını bul
Şeftali çapı ve sınıflandırma sonucunu grafik ekranda göster
Sepet durum bilgilerini *.mat* dosyalarına yaz
4
4



Şekil 6. 9. Programın akış diyagramı

Şekil 6.10 ve şekil 6.11'de elma ölçülerini çıkarmak için kullanılan program görülmektedir.

```
[x y]=size(dol)
alga=0;
for i=1:x
if sum(dol(i,:))>alga
   alga=sum(dol(i,:));
end ; end
elma_a=alga*0.264*K ; a=alga*0.264*K;   algb=0;
for i=1:y
if sum(dol(:,i))>algb
   algb=sum(dol(:,i));
end ; end

 elma_b=algb*0.264*K; b=algb*0.264*K;
title(['elmanın hesaplanan ölçüleri, en =',num2str(elma_a),' mm',' boy
=',num2str(elma_b) ]);
f=oku; dondur=imrotate(f,45,'bil','crop');

 for i=1:480 ;    for j=1:640
  if dondur(i,j)==0
     dondur(i,j)=300;
  end;   end ;end
I=rgb2gray(dondur);
```

Şekil 6. 10. Elma ölçü çıkarma programı

```
for i=1:480 ;for j=1:640
if I(i,j)==76
   I(i,j)=165;
end; end ;end

 gray=I;
bw=edge(gray,'sobel',graythresh(gray)*0.05);  ken1 = strel('line', 3, 90);
ken2 = strel('line', 3, 0);  dil = imdilate(bw, [ken1 ken2]); dol = imfill(dil,
'holes');
 subplot(2,2,3),imshow(dol);

 algc=0;
for i=1:x
if sum(dol(i,:))>algc
   algc=sum(dol(i,:));
end ;end
elma_c=algc*0.264*K ; c=algc*0.264*K;
title(['döndürülmüş elmada hesaplanan genişlik =',num2str(elma_c),' mm']);
I = oku;
```

Şekil 6. 11. Elma ölçü çıkarma programı

Şeftalinin ölçüsünü çıkarmak için kullanmış yazılım ise şekil 6.12'de verilmiştir.

```
[x y]=size(dol); algc=0;

for rot=0:45:180
f=oku; dondur=imrotate(f,rot,'bil','crop');
for i=1:480 ; for j=1:640
  if dondur(i,j)==0
     dondur(i,j)=300;
  end;  end ; end

I=rgb2gray(dondur);
for i=1:480 ; for j=1:640
if I(i,j)==76
   I(i,j)=165;
end ; end ;end

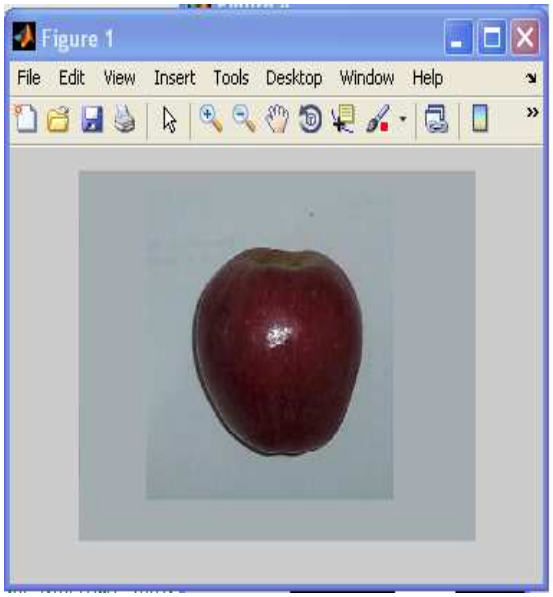
gray=I; bw=edge(gray,'sobel',graythresh(gray)*0.05);
ken1 = strel('line', 3, 90);  ken0 = strel('line', 3, 0);  dil = imdilate(bw, [ken1 ken0]);
dol = imfill(dil, 'holes');  algcx=0;

for i=1:x
if sum(dol(i,:))>algcx
   algcx=sum(dol(i,:));
  end ; end
algc=algc+algcx;
end
seftali_capi = algc*0.264/5*K
title(['şeftalinin  çapı=',num2str(seftali_capi)]);
   elma_a=seftali_capi;
elma_b=0;elma_c=0;
end
```

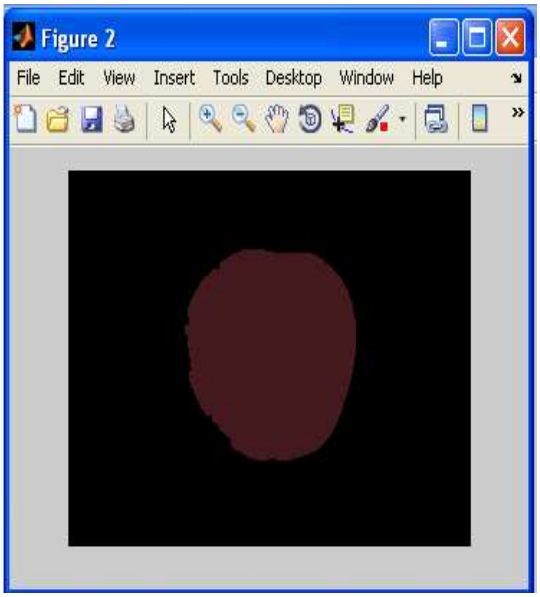
Şekil 6. 12. Şeftali ölçü çıkarma programı

6.3. Sınıflandırıcı Yazılımın Çalıştırılması:

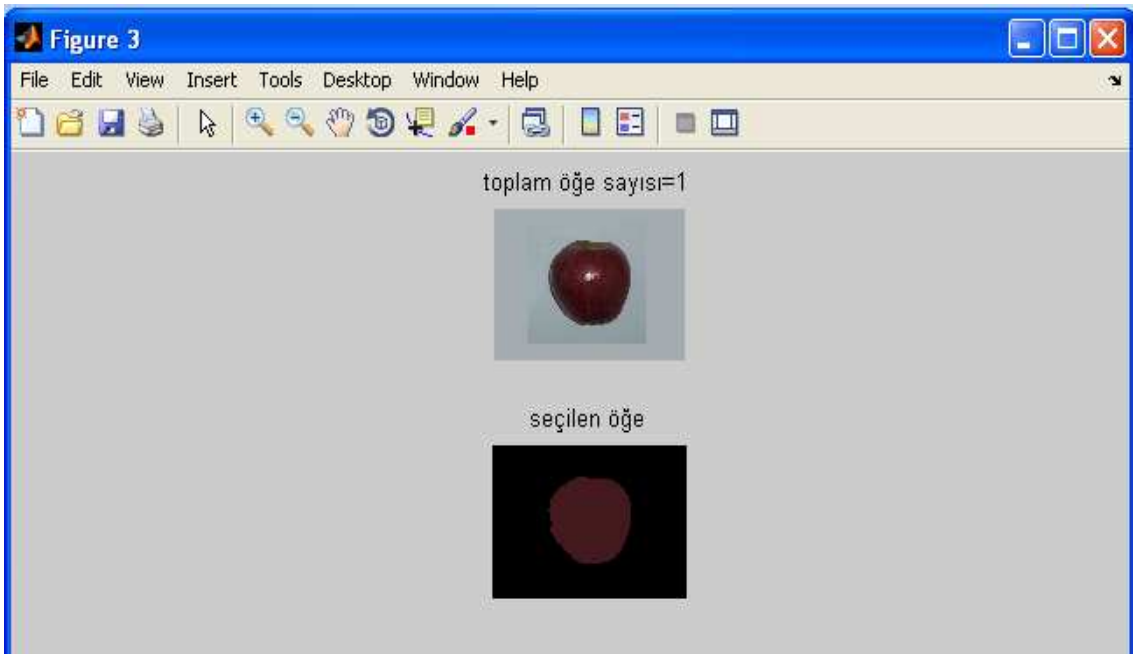
Sınıflandırıcı yazılımı kontrol etmek için elma ve şeftali meyveleriyle test edilmesi gerekmektedir. İlk test işlemi *Starking* türü elma ile yapılmıştır. Yazılım çalıştırıldığında Şekil 6.13'te görülen dört pencere sıralı olarak ekrana gelmektedir. Şekil 6.13.a'da fotoğraflanan elma, şekil 6.13.b'de işlemden geçmiş elma resmi, şekil 6.13.c'de orjinal elma resmi ve şekil 6.13.b'den seçilen elma resmi, Şekil 6.13.d'de elma ölçüleri ve elma sınıflandırma sonucu görülmektedir.



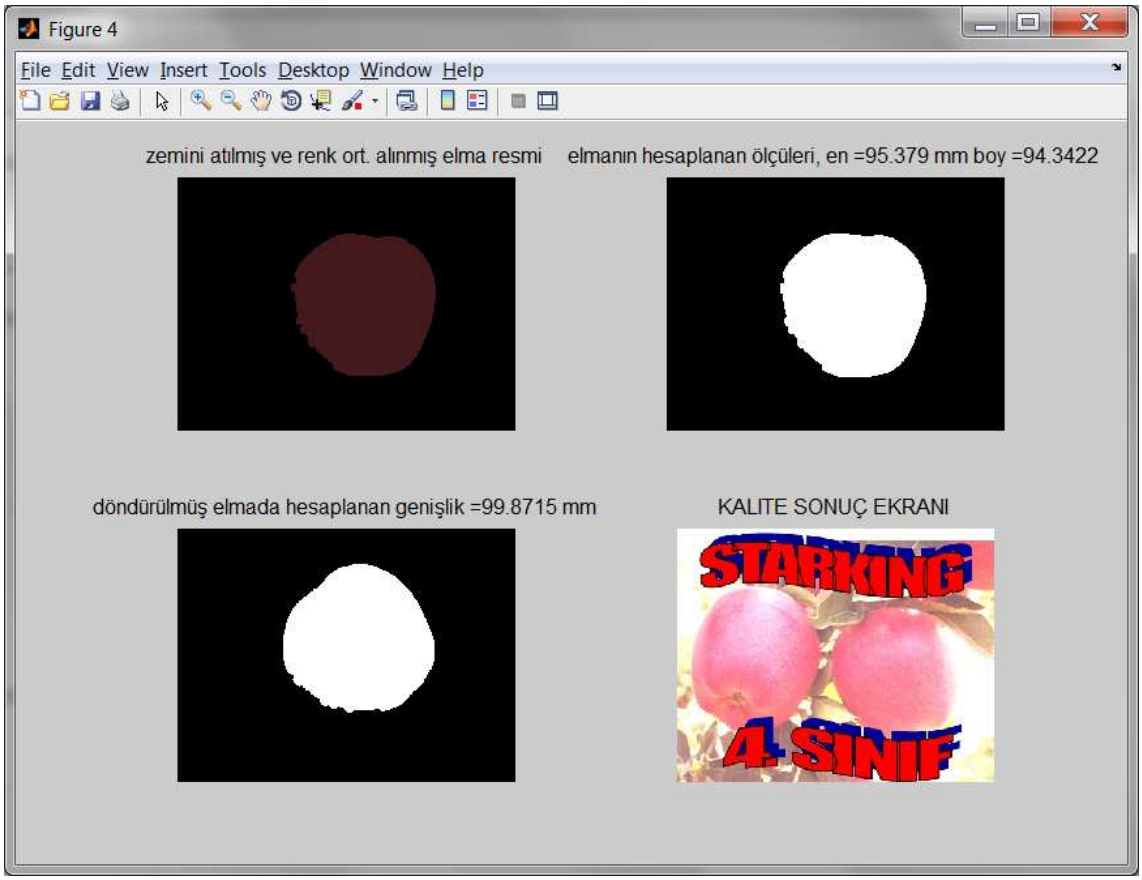
a) Orijinal resim



b) İşlenmiş resim



c) Seçilen meyvenin görüntülenmesi



d) Ölçü bilgilendirme penceresi

Şekil 6. 13. *Starking* tür elma için programın çalıştırılması

Bu ölçüm işlemi sonucunda elde edilen değerler çizelge 6.1'de verilmektedir.

Çizelge 6. 1. Ölçüm sonuçları

renk_rgb	x	y	elma_a	elma_b	elma_c
0.0725	480	640	95.3790	94.3422	99.8715
Yakalanan nesne sayısı					
1					

Renk_rgb = *Starking* elmanın renk ağırlık parametresi

x = İşlenen fotoğrafın yatay piksel uzunluğu

y = İşlenen fotoğrafın dikey piksel uzunluğu

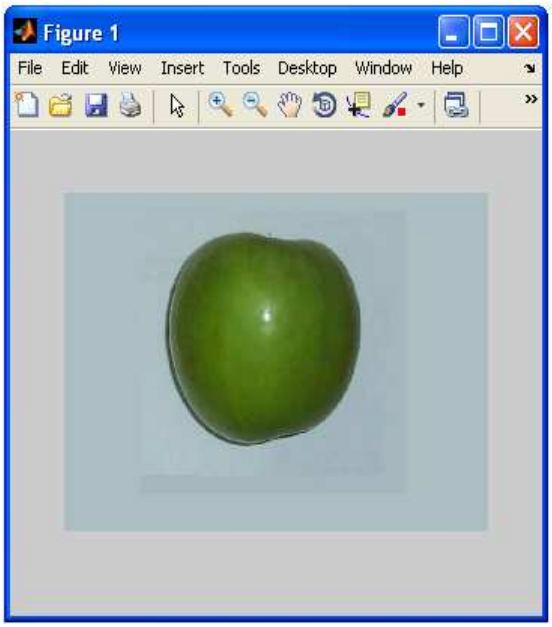
elma_a = elmanın eni

elma_b = elmanın boyu

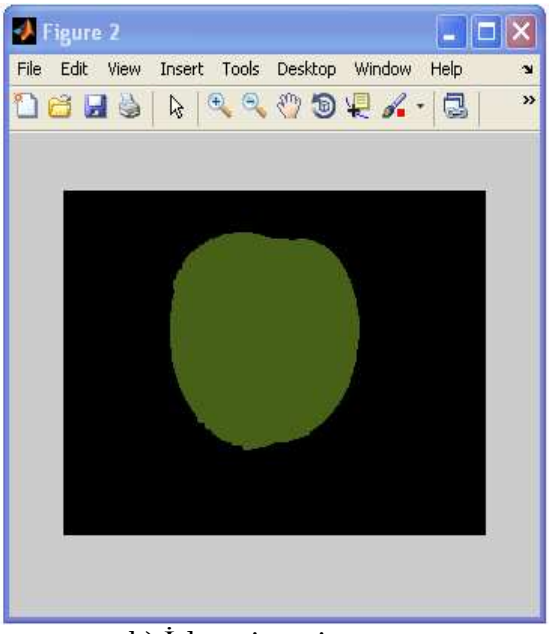
elma_c = elmanın 45° döndürülmesi neticesinde elde edilen en ölçüsü

Yakalanan nesne sayısı = Fotoğrafta bulunan toplam nesne sayısı

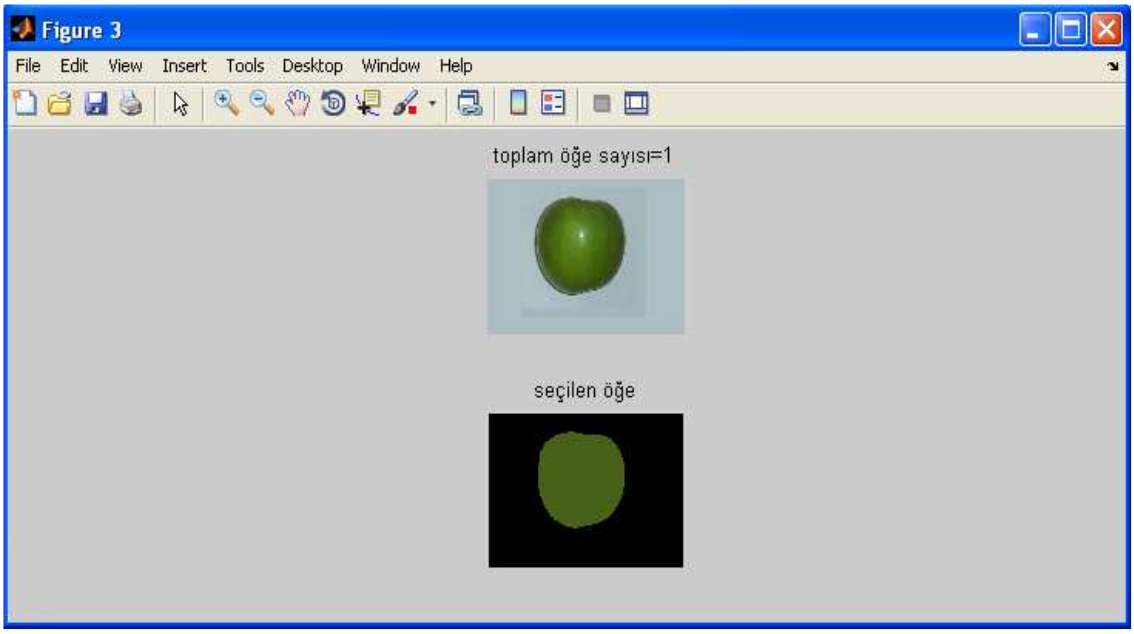
Yazılım *Starking ve Granny Smith* türü elmalar için hazırlanmış olduğu için ikinci test işlemi *Granny Smith* türü bir elma üzerinde yapılmıştır. Yazılım çalıştırıldıktan sonra şekil 6.14'de görülen dört pencere sıralı olarak ekrana gelmektedir. Şekil 6.14.a'da fotoğraflanan elma, şekil 6.14.b'de işlemden geçmiş elma resmi, şekil 6.14.c'de orjinal elma resmi ve şekil 6.14.b'den seçilen elma resmi, Şekil 6.14.d'de elma ölçüleri ve elma sınıflandırma sonucu görülmektedir. Bu ölçüm işlemi sonucunda elde edilen değerler çizelge 6.2'de verilmektedir.



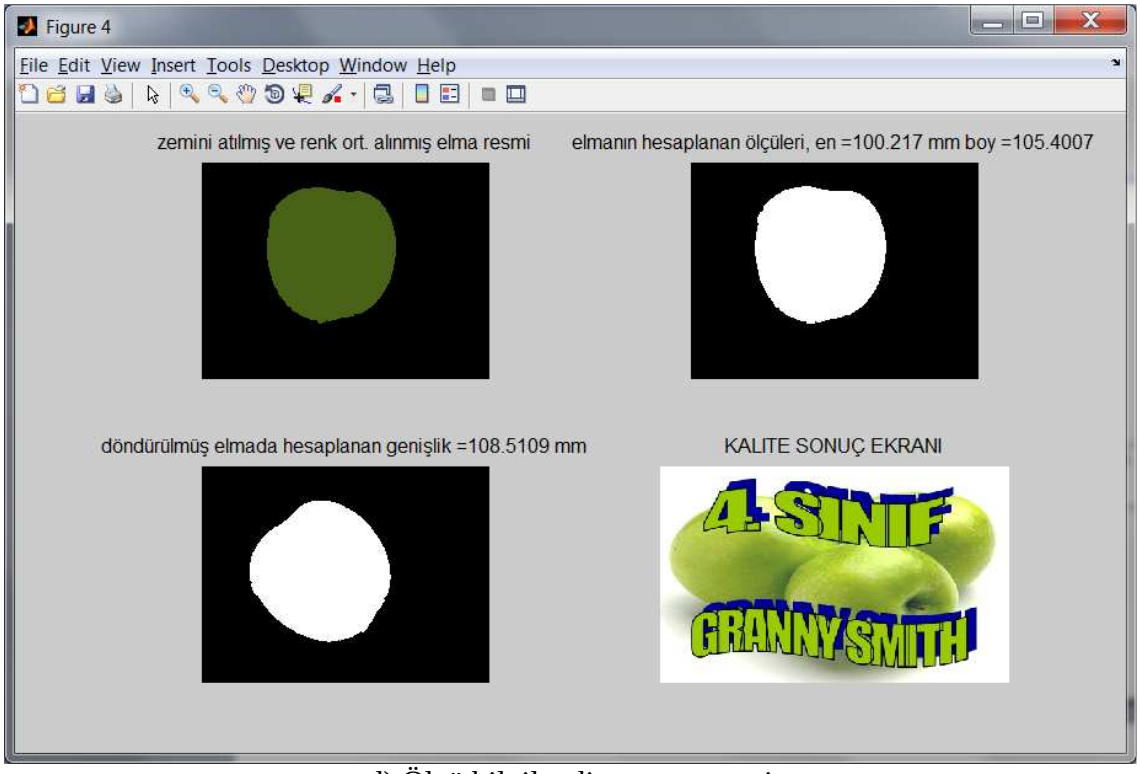
a) Orijinal resim



b) İşlenmiş resim



c) Seçilen meyvenin görüntülenmesi



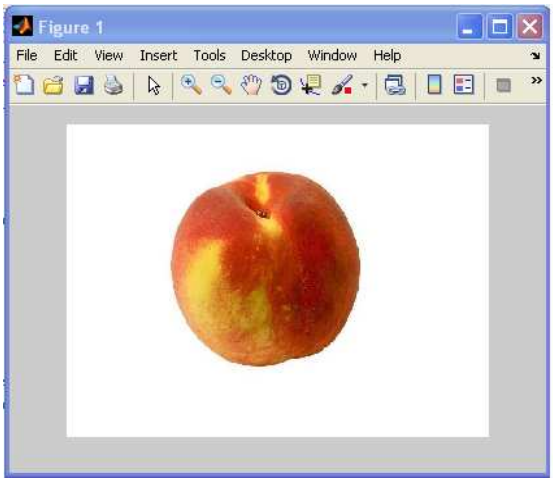
d) Ölçü bilgilendirme penceresi

Şekil 6. 14. Yazılım sonuç grafikleri

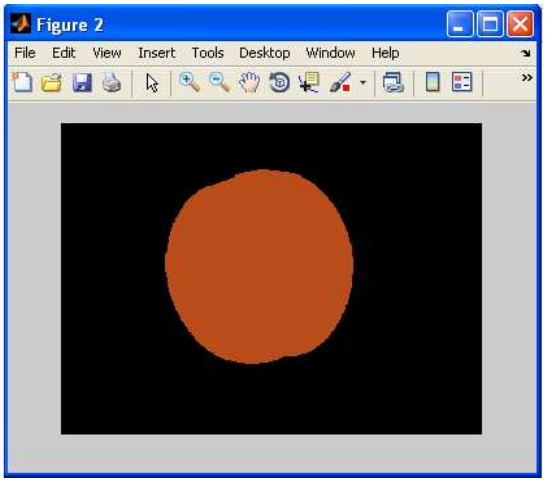
Çizelge 6. 2. Ölçüm sonuçları

renk_rgb	x	y	elma_a	elma_b	elma_c
0.1569	480	640	100.2170	105.4007	108.5109
Yakalanan nesne sayısı					
1					

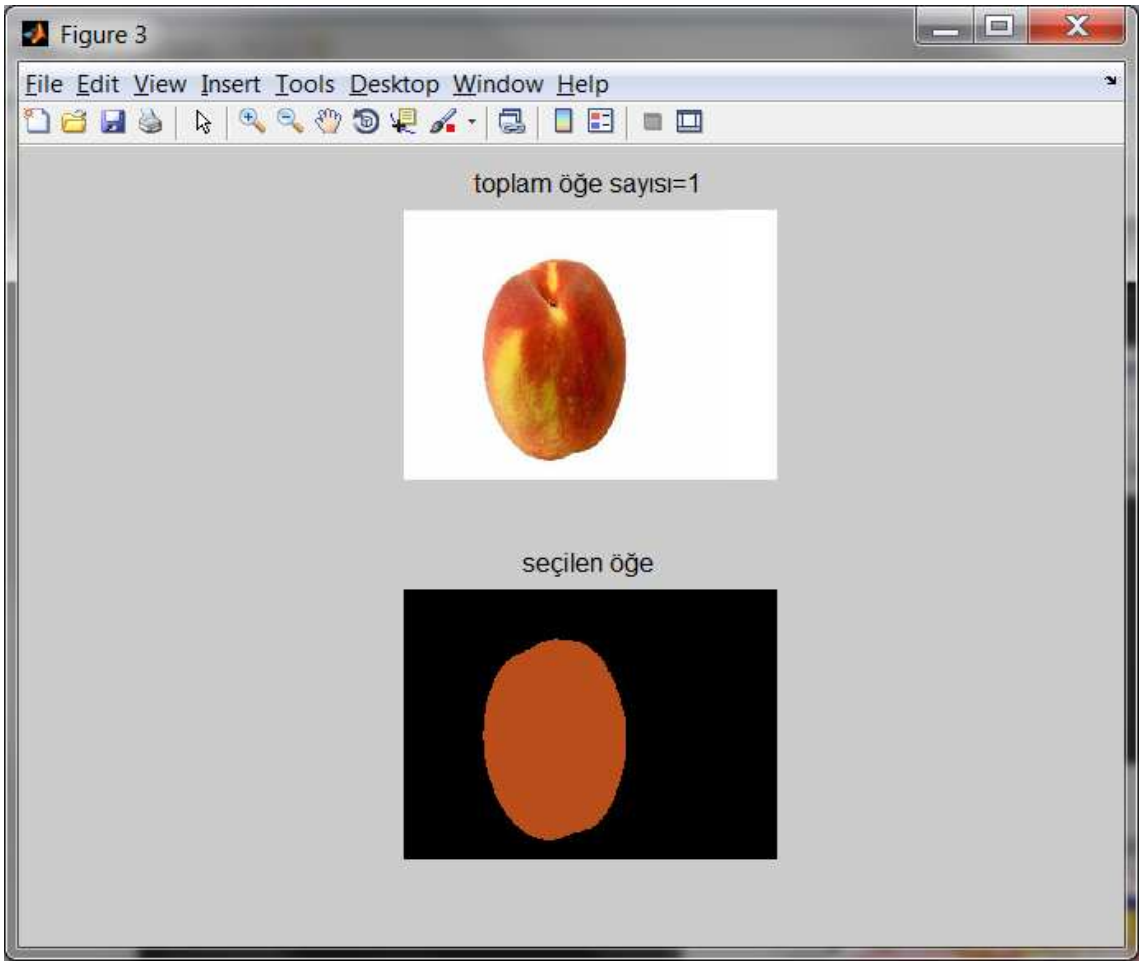
Üçüncü test işlemi şeftali üzerinde yapılarak şekil 6.15'teki grafiksel sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 6.15.a'da orijinal şeftali resmi, şekil 6.15.b'de işlemden geçirilmiş şeftali resmi, şekil 6.15.c'de resimde yakalanan nesne sayısı ve şekil 6.15.b'den seçilen şeftali resmi, şekil 6.15.d'de ise ölçüsü çıkarılan ve sınıflandırılan şeftali resmi görülmektedir.



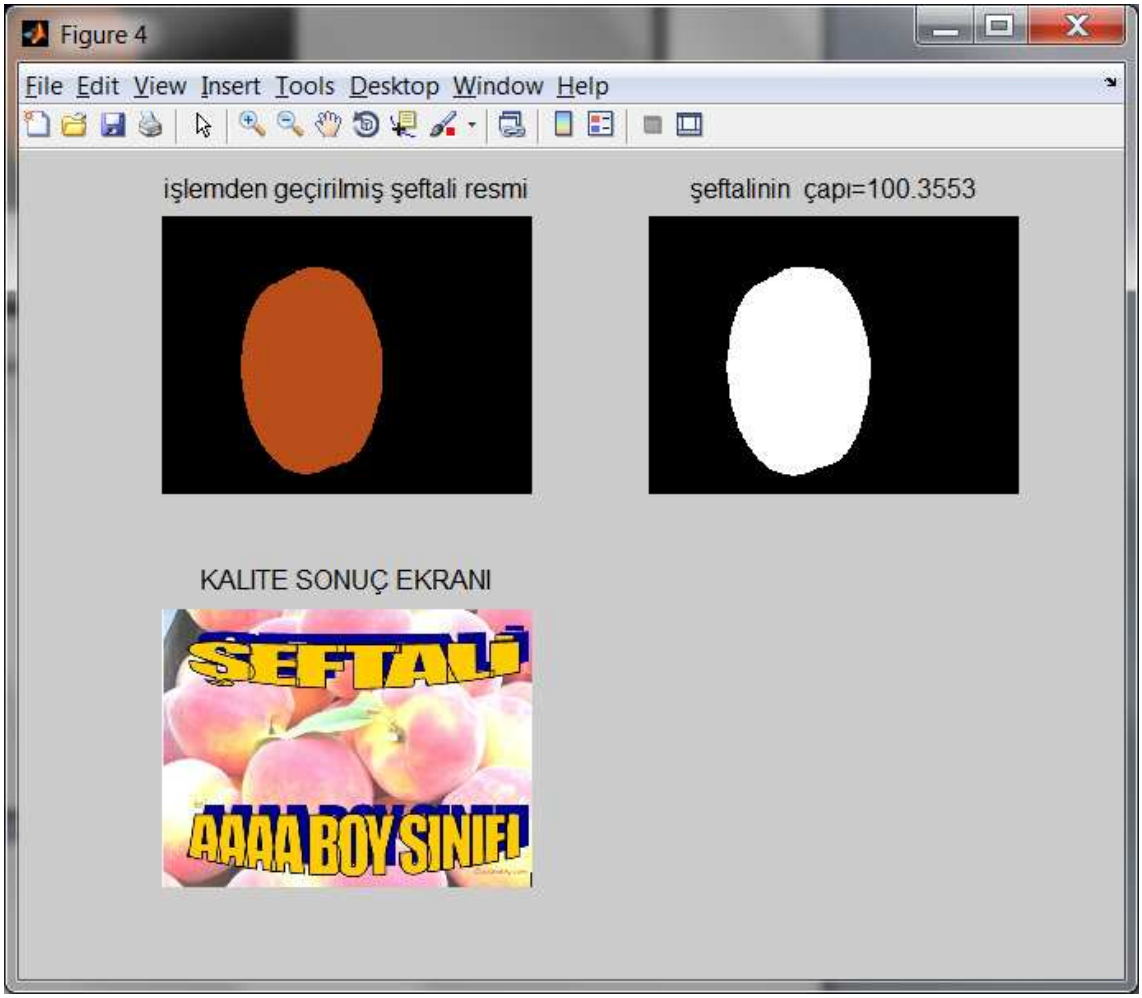
a) Orijinal resim



b) İşlemden geçmiş resim



c) Seçilen meyvenin görüntülenmesi



d) Çap bilgilendirme grafiği

Şekil 6. 15. Yazılım sonuç grafikleri

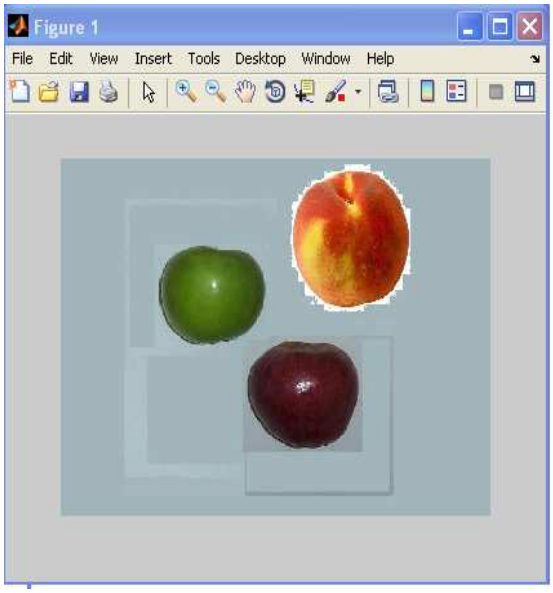
Çizelge 6.3 de şeftalinin analiz edilmesi sonucunda elde edilen veriler görülmektedir.

Çizelge 6. 3. Ölçüm sonuçları

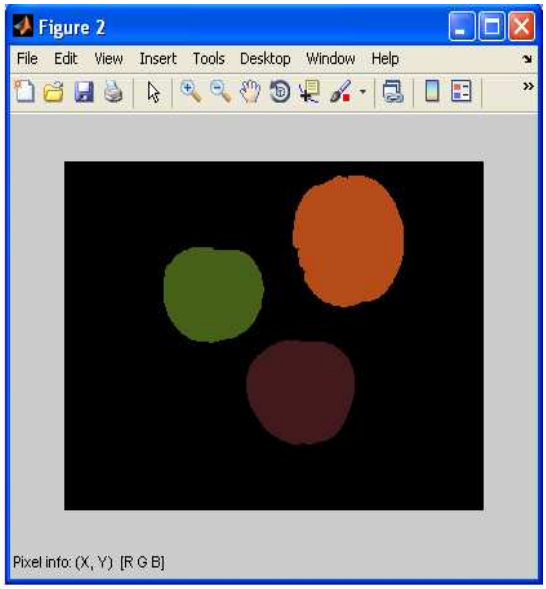
renk_rgb	x	Y	Seftali_capi	Yakalanan nesne sayısı
0.2020	480	640	103.6459	1

Son test işlemi, içinde şeftali ve elmaların bulunduğu zemini bozulmuş bir resim üzerinde yapılmıştır. Şekil 6.16'da bu işleme ait test sonuç grafikleri verilmiştir. Şekil 6.16.a‘da fotoğraflanan elma, şekil 6.16.b’de işlemden geçmiş elma resmi, şekil

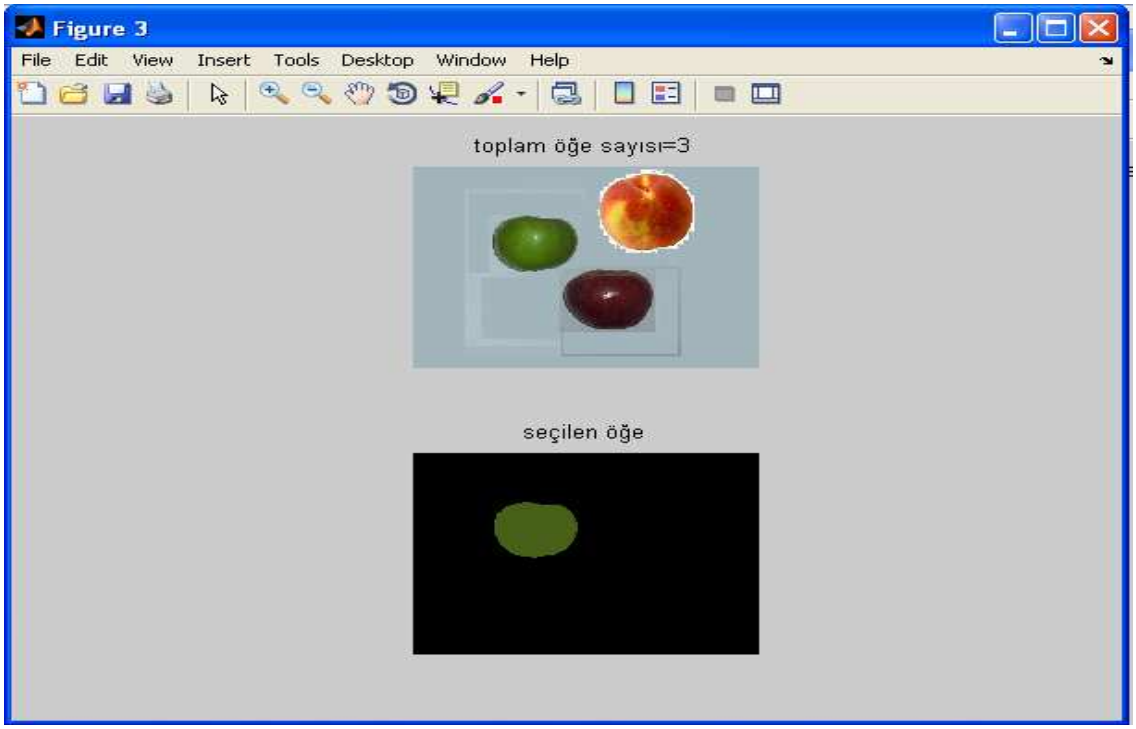
6.16.c‘de orjinal elma resmi ve şekil 6.16.b’den seçilen elma resmi, Şekil 6.16.d’de elma ölçüleri ve elma sınıflandırma sonucu görülmektedir.



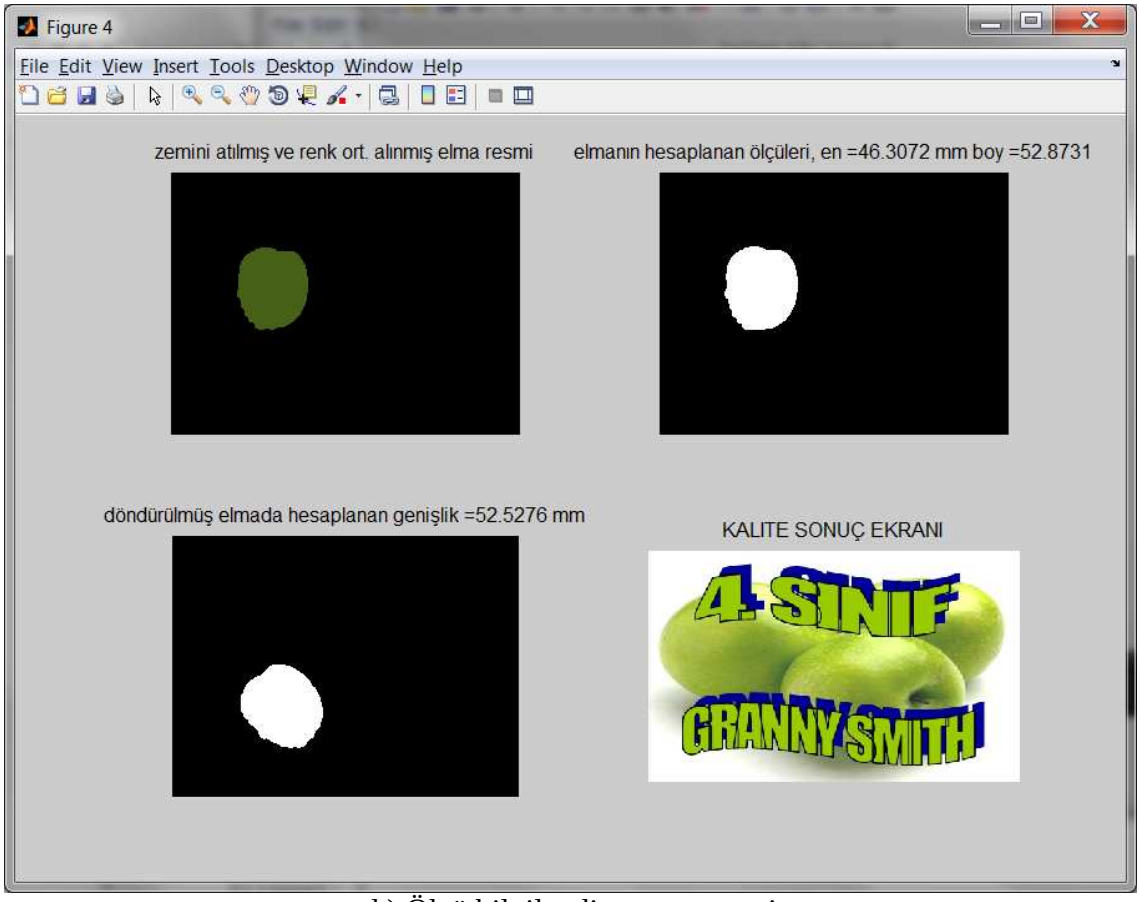
a) Orijinal resim



b) İşlenmiş resim



c) Orjinal meyve ve seçilen meyve resmi



d) Ölçü bilgilendirme penceresi

Şekil 6. 16. Yazılım sonuç grafikleri

Çizelge 6.4'de programın verdiği ölçüm sonuçları görülmektedir.

Çizelge 6. 4. Ölçüm sonuçları

renk_rgb	x	y	elma_a	elma_b	elma_c
0.1569	480	640	54.2554	45.9616	53.2187
Yakalanan nesne sayısı					
3					

7. SONUÇ

Bu tez çalışmasında, Türk Standartları Enstitüsü tarafınca oluşturulmuş TS42 ve TS100 referans alınarak elektronik donanım ve yazılım işbirliği içerisinde elma ve şeftali sınıflandırılması gerçekleştirilmektedir. Donanım olarak, Yük Hücresi, A/D dönüştürücü, USB kamera elemanları, yazılım olarak da MATLAB ortamında geliştirilen uygulama kullanılarak zirai alanda çok ihtiyaç duyulan bir sınıflandırma sistemi tasarlanmaktadır.

Yapılan testlerde sınıflandırıcı yazılım, *ölçü*, *renk*, *resim çözünürlük*, *sınıflandırma bilgilerini Starking ve Granny Smith* türü elmalar ve şeftali için üretmektedir. Bu bilgileri kullanan MATLAB sınıflandırıcı donanımı her bir meyve sınıfı için tasnif edilmiş sepet *ağırlık*, sepet *meyve sayısı* ve *sınıf bilgilerini* sonuç olarak vermektedir.

Geçmişte, elma ve şeftalinin sınıflandırılması göz nizamı ile yavaş ve zahmetli bir şekilde yapılmaktaydı. Tasarlanan otomasyon sistemi ile, sınıflandırma işlemi eskiye göre daha hızlı, pratik ve kaliteli bir şekilde yapılmaktadır. Buda ülkemiz endüstrisi ve işgücü kalitesini üst noktaya çıkarmada olumlu bir etki doğuracaktır.

KAYNAKLAR

Amasyalı M. F. , 2006, Makine Öğrenmesine Giriş

Değirmencioğlu G., 2008, "Ağırlık Duyarlı Elma Sınıflandırma Otomasyonun Tasarımı ve Prototip İmalatı" , Yüksek Lisans Tezi

Eminoglu Y., 2005, Pnömatik Elektro Pnömatik Kumanda, Ege Reklam Basım Sanatları Ltd. Şti. İstanbul.

Elektriksel Büyüklükler Ve Ölçülmesi, MEGEP, Ankara, 2007

Eren Ş., Kiraz R., Tosun F., Doğru H. , 2008, Karaman İli Elma Üretimi, Yapılan Çalışmalar, Sorunlar Ve Çözüm Önerileri,

Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri Fabrika Otomasyon-1, MEGEP, Ankara, 2007

Korkut S., Akbulut T., 2008, "Kerestedeki Kusurları Saptamada Kullanılan Makineyle Görüntüleme Sistemi", Ağaç Makineleri Teknoloji & Araştırma

Leemans V. and Destain M.-F., 2004. A real-time grading method of apples based on features extracted from defects, Journal of Food Engineering 61, no. 1, 83–89.

Ogata K., 1994, " Solving Control Engineering Problems with MATLAB "

Oral M., Çelik U., 2007, "Motor Araç Plaka Görüntülerinden Karakter Ayrıştırma Ve Tanıma", Ijcı Proceedings Of International Conference On Signal Processing, Dergisi, Sayı: 2, Sayfa: 66-69

SDÜ(CAD-CAM Uygulama Ve Araştırma Merkezi), Sentez Projesi Proje Başvuru Metni, 2007, Tam Otomatik Meyve Seçme Makinesi

Sigmon K., " MATLAB Primer – Third Edition " , University of Florida

Şimşek M., 2008, "Diyarbakır Koşullarında İncir Genetik Materyali Seleksiyonu ve Tanımlanması", Doktora Tezi

Türkoğlu İ., 2003, “Örüntü Tanıma Sistemleri”

Uzunoğlu M., 2002, "MATLAB", Türkmen Kitapevi

Uysal M., Uysal A. , 2000, “Lineer Cebir ve MATLAB Uygulamaları ”, Beta Yayınları

U.S. Patent Document, 1992, Patent Number : 5,101,440

http://www.emrahustun.com

http://www.fao.org

http://figes.com.tr

http://www.davutcesmeci.com

http://mathworks.com

http://www.rdpe.com/ex/hiw-sglc.htm

http://serkank.wordpress.com/category/matlab/

ÖZGEÇMİŞ

27.04.1980 yılında Elazığ'da doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Elazığ'da tamamladım. 1997-2001 yılları arasında Fırat Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik - Bilgisayar Eğitimi Bölümü'nde öğrenim gördüm. 2008 yılında Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimi başladım. 2007 yılından itibaren Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Endüstriyel Elektronik Programında öğretim görevlisi olarak çalışmaktayım