

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ENDÜSTRİYEL BİR MAKİNADA GÖRÜNTÜ İŞLEME
YÖNTEMİ İLE ZEYTİNLERİN RENKLERİNE GÖRE AYIRT
EDİLMESİ**

MELİH KUNCAN

KOCAELİ 2013

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

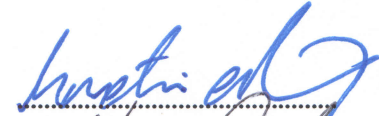
ENDÜSTRİYEL BİR MAKİNADA GÖRÜNTÜ İŞLEME
YÖNTEMİ İLE ZEYTİNLERİN RENKLERİNE
GÖRE AYIRT EDİLMESİ

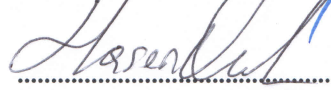
MELİH KUNCAN

Doç.Dr. H. Metin ERTUNÇ
Danışman, Kocaeli Üniv.

Doç.Dr. Hasan OCAK
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.

Doç.Dr. Yusuf Sinan AKGÜL
Jüri Üyesi, GYTE







Tezin Savunulduğu Tarih: 12.06.2013

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, son yıllardaki teknolojik gelişimlere bağlı olarak birçok alanda yaygın bir şekilde kullanılan görüntü işleme uygulaması kullanılarak zeytinlerin renklerine göre ayrılması gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında farklı görüntü işleme yöntemlerinin performansları sistem üzerinde denenmiştir. Kalite kontrol sistemleri, güvenlik sistemleri, insansız hava ve kara araçları, paketleme sistemleri, mobil robot uygulamaları gibi birçok farklı uygulama için kullanılan görüntü işleme uygulamasının tarımsal proseslerde de kullanılabileceği gösterilmiştir.

Lisans öğrenim süremde yaptığı yönlendirmeler başta olmak üzere, özellikle yüksek lisans tez çalışmam boyunca akademik anlamda gösterdiği destekler ve çalışmalarım süresince gösterdiği yakın destek ve ilgisi için değerli danışmanım ve hocam Sn. Doç. Dr. H. Metin ERTUNÇ' a teşekkür ederim. Ayrıca, kıymetli bilgilerini yüksek lisans tez çalışmamın başından sonuna kadar paylaşarak destek veren çalışma arkadaşım Arş. Gör. Gürkan KÜÇÜKYILDIZ' a, değerli hocalarım Doç. Dr. Hasan OCAK ve Yrd. Doç. Dr. Sıtkı ÖZTÜRK' e yapmış olduğu yardımlardan dolayı teşekkürü borç bilirim.

Yüksek lisans tez dönemim boyunca yanımda olan ve desteğini esirgemeyen Arş. Gör. H. Emre GÜNER, Berkan HIZARCI ve Sensör Laboratuvarı çalışanlarına teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Son olarak hayatım boyunca desteklerini bir an olsun esirgemeyen ve beni bugünlere getiren annem, babam ve kardeşlerime sonsuz minnet duygularımı sunarım. Ayrıca her zaman manevi desteğini hissettiğim nişanlıma da teşekkürü bir borç bilirim. Onların destekleri ve duaları olmadan hayatta başarılı olabilmem imkânsız olurdu.

Haziran – 2013

Melih KUNCAN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iii
TABLolar DİZİNİ	v
SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
GİRİŞ	1
1. GENEL BİLGİLER.....	3
1.1. Endüstriyel Tarım.....	4
1.2. Endüstriyel Tarımda Görüntü İşleme Uygulamaları	5
1.3. Renkli Nesnelerin Ayrılması.....	10
2. GÖRÜNTÜ İŞLEME TABANLI RENKLİ NESNELERİN AYRILMASI.....	15
2.1. Renk Tabanlı Yaklaşımlar.....	15
2.1.1. Renk modelleri	16
2.1.2. RGB renk modeli	18
2.1.3. CMY/CMYK renk modeli	19
2.1.4. HSV renk modeli	20
2.2. Kullanılan Görüntü İşleme Uygulamaları	21
2.3. Arka Plan Çıkartımı	21
2.4. Filtreleme İşleme (Median Filter)	24
2.5. Öznitelik Çıkartımı.....	26
2.6. Sınıflandırma.....	28
2.6.1. Öklid uzaklık metodu.....	30
2.6.2. Mahalanobis uzaklık metodu	33
2.7. RGB den HSV ye Aktarılma.....	39
2.8. Konum Bilgilerinin Tespiti ve Gönderilmesi.....	42
2.9. Yeşil Zeytinlerin Ayıklanması	43
3. SİSTEMİN ELEKTRONİK VE MEKANİK TASARIMI.....	46
3.1. Elektronik Tasarım.....	46
3.1.1. Valf kontrol kartı.....	46
3.1.2. Sistemin PLC ile kontrolü.....	49
3.2. Mekanik Tasarım.....	50
3.2.1 Hava kütükleri.....	51
3.2.2 Tamburlar	52
3.2.3. Malta haçı mekanizması.....	54
3.2.4. Zeytinlerin ilgili bölümlere aktarılmasını sağlayan mekanizma.....	54
4. DENEYSEL SONUÇLAR.....	56
4.1. Örnek Sonuçlar.....	56
4.2. Başarı Oranları	61
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	64
KAYNAKLAR	67
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	70
ÖZGEÇMİŞ	71

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Balık çiftliklerinde ölen balıkların görüntüsü	6
Şekil 1.2.	Balık çiftliklerinde balıkların boyutlarını belirlemek için kullanılan gerçek zamanlı sistem ve kullanılan görüntü işleme düzeneği	7
Şekil 1.3.	Balığın orijinal görüntüsünün gri tonuna çevrilmiş hali ve balıkların aylara göre belirlenen ortalama ağırlık grafiği	7
Şekil 1.4.	İnek çiftliğindeki alınan görüntüler ve bu görüntülerin gri	8
Şekil 1.5.	İnek çiftliğinde alınan farklı görüntülere göre ineklerin sırt bölgelerinin belirlenmesi.....	9
Şekil 1.6.	Muzun orijinal ve gri tonu görüntüsü	9
Şekil 1.7.	Muzun piksel değerine göre olgunluğunu belirlemek için kullanılan görüntü.....	10
Şekil 1.8.	Siyah ve beyaz üzüm salkımlarının asmada görülen orijinal resmi vemorfolojik işlemde geçirilmiş hali	11
Şekil 1.9.	Üzüm salkımlarının asma üzerinde tespit edilmesi ve morfolojik işlemde geçirilmiş hali.....	11
Şekil 1.10.	Elma ağacında bulunan elmaların orijinal ve gri ton görüntüsü	12
Şekil 1.11.	Elma ağacındaki kırmızı elmaların belirlenmesi	12
Şekil 1.12.	Elma ağacındaki elmaların renk tonlarının RGB olarak gösterimi.....	13
Şekil 1.13.	Karpuzun orijinal ve gri ton görüntüsü.....	13
Şekil 1.14.	Kullanılan YSA uygulamasındaki farklı gizli katmanlara göre doğruluk grafiğinin gösterimi	14
Şekil 2.1.	Rengin beyinde algılanması.....	17
Şekil 2.2.	RGB renk uzayı.....	18
Şekil 2.3.	Toplamsal ana renk	19
Şekil 2.4.	Örnek bir resmin C, M, Y ve K kanalları	19
Şekil 2.5.	K kanalı çıkarılmış eklenmiş örnek bir resim	20
Şekil 2.6.	Konik ve silindirik biçimli HSV renk uzayı	20
Şekil 2.7.	Arka plan çıkartımı yönteminde alınan.....	24
Şekil 2.8.	Arka plan çıkartımı yöntemi sonucu elde	24
Şekil 2.9.	Medyan filtreden geçirilen zeytinlerin görüntüsü.....	25
Şekil 2.10.	Zeytinlerin sınıflarına göre öznitelik çıkarımı	28
Şekil 2.11.	Öklid ve Mahalanobis mesafesi	34
Şekil 2.12.	Mahalanobis ve Öklid arasındaki farklılık gösterimi.....	36
Şekil 2.13.	HSV metodu için alınan örnek görüntü	40
Şekil 2.14.	HSV uygulamasında alınan görüntünün Saturation uzayındaki histogramı.....	40
Şekil 2.15.	HSV uygulamasında alınan görüntünün Hue uzayındaki histogram.....	41
Şekil 2.16.	HSV uygulamasında alınan görüntünün gürültü giderilmesi	41
Şekil 2.17.	Görüntüde belirlenen zeytin haricindeki, parazit parçaların yok sayılması için ortalama bir alan belirlenmesi.....	42

Şekil 2.18. Sistemin mekanik görüntüsü.....	44
Şekil 3.1. Sistemde kullanılan selenoid valf gösterimi	47
Şekil 3.2. Valf tetikleme işlemi için tasarlanan kontrol kartı baskı devresi.....	48
Şekil 3.3. Valf tetikleme işlemi için tasarlanan kontrol kartının devre şeması	48
Şekil 3.4. Tasarlanan Valf Kontrol Kartı	49
Şekil 3.5. Mekanik tasarımın bilgisayar ortamında tasarlanan modeli ve imalat edilmiş halinin görüntüsü	50
Şekil 3.6. Bilgisayar ortamında çizilen hava kütüğü.....	51
Şekil 3.7. Bilgisayar ortamında tasarlanan hava kütüğünün imal edilmesi	51
Şekil 3.8. İmal edilen hava kütüğüne selenoid valf montajı	52
Şekil 3.9. Hava kütüğündeki selenoid valf elektrik montajı	52
Şekil 3.10. Bilgisayar ortamında çizilen tambur	53
Şekil 3.11. Bilgisayar ortamında çizilen tamburun üç boyutlu	53
Şekil 3.12. Bilgisayar ortamında çizilen tamburun imalatı.....	54
Şekil 3.13. Malta haçı mekanizması	54
Şekil 3.14. Bilgisayar ortamında çizilen tırnaklı zeytin dağıtma mekanizması ve imalat resmi	55
Şekil 3.15. Bilgisayar ortamında çizilen tırnaklı zeytin dağıtma mekanizması ve imalat resmi.....	55
Şekil 4.1. HSV uzayındaki örnek sonuçlar	57
Şekil 4.2. RGB uzayındaki Öklid Metodu örnek sonuçlar	58
Şekil 4.3. RGB uzayındaki Mahalanobis Uzaklık Metodu için örnek sonuçlar	60
Şekil 4.4. Her metot için yüzde doğruluk grafiği.....	62
Şekil 4.5. Her metot için zeytin çeşitlerinin bulunma yüzde grafiği.....	63

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Örnek zeytinlerin renk aralığına göre öznelik çıkartımı.....	28
Tablo 4.1. Kullanılan üç farklı yöntemin işlem yükünün karşılaştırılması.....	63

SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR

Add	: Korelasyon değeri
B	: Görüntü ortalama değeri
D	: Uzaklık
I	: Alınan görüntü
g_1	: Görüntünün gri değeri
g_2	: Görüntünün gri değeri
k	: Boyut
l	: Boyut
M	: Değişken sayısı
Mult	: Korelasyon faktörü
m	: Satır sayısı
n	: Sütun sayısı
S	: Kovaryans matris
σ	: Standart sapma
σ_R	: Zeytin içerisindeki kırmızı renk değerinin standart sapması
σ_G	: Zeytin içerisindeki yeşil renk değerinin standart sapması
σ_B	: Zeytin içerisindeki mavi renk değerinin standart sapması
μ_x	: Aranılan zeytinin ortalama renk değeri
μ_m	: Örnek zeytinin ortalama renk değeri
μm	: Mikro metre

Kısaltmalar

A.Y	: Açık yeşil zeytin
B	: Blue (Mavi)
C	: Cyan (Cam göbeği)
CMY	: Cyan, Magenta, Yellow (Cam göbeği, Eflatun, Sarı)
G	: Green (Yeşil)
H	: Hue (Renk özü)
HSV	: Hue, Saturation, Value (Renk özü, Doygunluk, Parlaklık)
HSI	: Hue, Saturation, Intensity (Renk özü, Doygunluk, Yoğunluk)
K.Y	: Koyu yeşil zeytin
M	: Magenta (Eflatun)
PLC	: Programmable logic controller (Programlanabilir sayısal denetleyici)
R	: Red (Kırmızı)
RGB	: Red, Green, Blue (Kırmızı, Yeşil, Mavi)
S	: Saturation (Doygunluk)
V	: Value (Parlaklık)
Y	: Yellow
YSA	: Yapay sinir ağları

ENDÜSTRİYEL BİR MAKİNADA GÖRÜNTÜ İŞLEME YÖNTEMİ İLE ZEYTİNLERİN RENKLERİNE GÖRE AYIRT EDİLMESİ

ÖZET

Günümüzde görüntü işleme kullanılarak birçok alanda başarılı çalışmaların ve uygulamaların mevcut olduğu gözükmektedir. Yapılan literatür araştırması sonucunda endüstriyel tarımda, görüntü işleme yöntemi kullanılarak birçok farklı uygulamanın gerçekleştirildiği belirlenmiştir. Bu tez çalışmasında görüntü işleme yöntemi kullanılarak, zeytinlerin renklerine göre sınıflandırılması ve istenilen haznelere gönderilme işlemi yapılmıştır.

Endüstriyel tarımda görüntü işleme teknikleri genellikle nesnelerin renklerine göre ayrılması işlemleri için kullanılmaktadır. Bu çalışmada, görüntü işleme kullanılarak renkli nesnelerin ayrıştırılması işlemi zeytinler için gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama için mevcut bir elektromekanik sistem üzerinde gereken revizyonlar yapılmış, çalışma kapsamında geliştirilen görüntü işleme algoritmaları gerçek zamanlı olarak bu sistem üzerinde test edilmiş ve sonuçları gözlenmiştir. Çalışmanın görüntü işleme kısmında üç farklı yöntem denenmiş olup bu yöntemlerin elde ettiği başarı oranları sonuçlar kısmında karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Endüstriyel Tarım, Gerçek Zamanda Çalışma, Görüntü İşleme, Renkli Nesnelerin Sınıflandırılması.

SEPARATION OF DIFFERENT COLORED OLIVES USING IMAGE PROCESSING METHOD ON AN INDUSTRIAL MACHINE

ABSTRACT

A lot of successful image processing studies and applications are available in many different areas. It can be seen that image processing method is being used in industrial agriculture by searching literature. In this thesis classification the olives in color and separation process were developed.

In industrial agriculture image processing is usually used for classification the olives in color. In this study separation of different colored objects by using image processing, was applied to olives particularly. An electromechanical system was revised, developed image processing algorithms were tested on this system and results were observed. In image processing part of this study three different methods were developed and success ratios of the methods were given in the section results.

Keywords: Industrial Agriculture, Real Time Operating, Image Processing, Classification of Colored Objects.

GİRİŞ

Bilim ve teknolojinin hızlı gelişim sürecinde birçok çeşitli ürün ortaya çıkmış ve beraberinde farklı alanlarda yeniliklere ve yeni uygulamalara ihtiyaç doğmuştur. Bu kapsamda insanların yaptıkları işleri otomasyon sistemleri yardımıyla daha kısa sürede ve daha ucuza mal eden teknolojik araçlar tasarlanmıştır. Çeşitli alanlarda ortaya çıkan ihtiyaçlar doğrultusunda başta sanayi uygulamaları olmak üzere çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir. Bunların en başında görüntü işleme uygulamalarından söz edebiliriz. Günümüzde görüntü işleme kullanılarak birçok alanda başarılı çalışmaların ve uygulamaların mevcut olduğu gözükmektedir.

Bu tez çalışması kapsamında görüntü işleme yöntemi kullanılarak zeytinlerin renklerine göre ayrıştırılması işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlem için mevcut bir mekanik sistem revize edilmiştir. Çalışma kapsamında geliştirilen görüntü işleme algoritmaları gerçek zamanlı olarak bu sistem üzerinde test edilmiş ve sonuçları gözlenmiştir.

Bölüm 1’de endüstriyel tarım ve endüstriyel tarım uygulamalarında kullanılan görüntü işleme çalışmalarından bahsedilmiştir. Bu alanda kullanılan endüstri uygulamaları hakkında çeşitli örnekler incelenmiş ve görüntü işleme hakkında literatür araştırmasına yer verilmiştir.

Bölüm 2’de görüntü işleme yöntemleri ve renkli nesnelerin belirlenmesi detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Bu tez çalışması kapsamında geliştirilen görüntü işleme algoritmaları incelenmiştir.

Bölüm 3’de bu tez çalışması için yapılan, mekanik ve elektronik tasarım detaylı olarak anlatılmıştır. Ayrıca sistemin mekanik parçalarının bilgisayar ortamındaki tasarımı ve imalatı hakkında bilgi verilmiştir.

Bölüm 4’de bu tez çalışması kapsamında geliştirilen görüntü işleme algoritmalarının, örnek görüntüler için deneysel sonuçları gerçekleştirilmiştir. Yapılan farklı

uygulamalar için geliştirilen görüntü işleme yöntemlerinin karşılaştırmaları yapılarak yorumlanmıştır.

Bölüm 5’de bu tez çalışması kapsamında elde edilen tüm çıktılar özet halinde sunularak genel bir değerlendirme yapılmıştır. Ayrıca bundan sonra yapılabilecek çalışmalar ve iyileştirmeler hakkında fikirler sunulmuştur.

Bu çalışmanın amacı, ülkemizdeki tarım sektörü için görüntü işleme yönteminin gıda ürünleri üzerinde gerçek zamanlı uygulanabilirliğini araştırmaktır. Bu sayede, ülkemizin en önemli geçim kaynaklarından biri olan tarım sektöründe kullanılacak uygulamaların gerçekleştirilebileceğini göstermektir. Çalışmanın temel amacı renkli nesnelerin sınıflandırılması ve sınıflandırılan nesnelerin belirli bölgelere aktarılması işlemidir.

1. GENEL BİLGİLER

Gelişen teknolojik yeniliklerle birlikte birçok sistemde insan gücünün yerini teknolojik sistemler almaktadır. Kalite kontrol, sınıflandırma, ayırma gibi işlemlerin aktif olarak yapıldığı uygulamaların çoğunda insan hatalarına sıkça rastlandığı görülmektedir. Ayrıca bu işlemlerin gerçekleştirilmesi için uzun zamanlar aldığı görülmüştür.

Yapılan pek çok araştırma tüketilen gıdaların uygun şekilde işlenmemesi ve uygun şartlarda bekletilmemesi sonucu insan sağlığı için ciddi tehlikelere neden olabileceğini ortaya koymaktadır. Günlük hayatta tüketilen gıdalar, temizlik ve sağlık koşullarının uygun olmadığı ortamlarda ve bilinçsiz kişilerce üretildiğinde insan sağlığı için önemli bir risk haline dönüşebilmektedir.

Tarımsal ürünlerin güvenilir olması için “tarladan sofraya” kadar her aşamada hijyen kurallarının uygulanmasını gerektirmektedir. İyi nitelikli ham madde temini, personel-işletme-ekipman temizliği, ürün işleme aşamalarının titizlikle uygulanması, uygun şartlarda ambalajlama, depolama ve dağıtım, satışa kadar uygun şartlarda muhafaza gibi bir süreç “güvenilir ürün” elde edebilmenin gerek şartlarıdır.

Yukarıda belirtilen bu ve buna benzer ihtiyaçlar neticesinde birçok değişik çalışma yapılmıştır. Nesnelerin sınıflandırılması da birçok değişik alanda ihtiyaç duyulan bir özellik olmuştur. Nesnelerin sınıflandırılma işlemi insan gücü veya otomasyon olmak üzere iki farklı şekilde gerçekleştirilmektedir. Diğer taraftan, gelişen teknolojik uygulamalar ve ihtiyaçlar doğrultusunda birçok alanda otomasyon uygulamasına geçildiği görülmektedir. Bu bağlamda nesne sınıflandırma işlemi için, görüntü işleme yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır. Görüntü işleme uygulamaları yıllardan beri pek çok alanda kullanılmaktadır. Gelişen teknolojik uygulamalar ve yeni çalışma alanlarının artmasıyla görüntü işleme uygulamaları da, her geçen gün yeni çalışma alanları ve farklı çalışmalarda gelişim göstermeye devam etmektedir. Bu tez çalışmasında siyah ve yeşil zeytinlerin renklerine göre ayrıştırma işleminin gerçekleştirilmesi yapılmıştır. Geliştirilen sistem iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci

kısım sistemin mekanik kısmıdır. Bu kısım, ayrılması hedeflenen zeytinlerin belirli konumlara yerleştirilmesi işlemini gerçekleştirmektedir. Mekanik sistemde motorlar, valfler, zeytinlerin yerleşeceği mekanizmalar, kompresörler yer almaktadır. Zeytinlerin konumlandırılması için beş adet tambur mekanizması bulunmaktadır. Her tamburda 15 adet zeytinin yerleştirebileceği göz önüne alındığında sistemde aynı anda 75 (5x15) adet zeytin bulunabilmektedir. Sistemin ikinci kısmı ise görüntü işleme algoritması, kamera ve elektronik kartlardan oluşmaktadır. Kamera mekanizması, sistemin mekanik kısmını tepeden görecektir şekilde sisteme monte edilmiştir. Geliştirilen görüntü işleme algoritması ile ilgili bölümdeki zeytinlerin renklerine göre sınıflandırma işlemi başarılı bir şekilde yapılmıştır. Sistem, görüntü işleme algoritmasının elde ettiği sonuçlara göre gerekli valfleri tetiklenmesini (elektronik kartı kullanarak) ve bu sayede ilgili zeytinlerin istenen haznelere düşmesini sağlamaktadır. Sözü edilen tüm bu işlemler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Zeytinlerin tamburlara gelmesi,
- Kameradan görüntü alınması, alınan görüntülerin yapacağımız görüntü işleme algoritmasına göre işlenmesi,
- Renklerine göre zeytinlerin konumlarının belirlenmesi,
- Belirlenen konumların valflere bilgi olarak gönderilerek valflerin tetiklenmesi,
- Zeytinlerin belirlediğimiz haznelere aktarılması olayı bir saniye içerisinde gerçekleşmesi öngörülmektedir.

1.1. Endüstriyel Tarım

Tarım, insanlığın toplu hayata geçişinde büyük bir rol üstlendi. İnsanlık tarihinin ilk zamanlarında karşılaşılan avcı-toplayıcı toplulukların yerini tarımla uğraşan halklara bırakması, toplumları ve devletleri ortaya çıkardı. Sanayi devrimi 'ne kadar tarım, insanlığın büyük çoğunluğunun temel geçim kaynağı oldu. Ancak günümüzde tarımda gözle görülür gelişmeler ve teknolojinin getirdiği etkiler bulunmaktadır. Aslında insanların tarıma ilk başladıklarında toprağı işleme ve benzer uygulamalarda çeşitli aletler kullandıkları bilinmektedir. Böylelikle tarıma ilk başladığı andan itibaren tarım makineleri yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Gelişen teknolojiyle beraber birçok alanda yeniliklere ve yeni uygulamalara ihtiyaç doğmuştur. Gelişen teknolojik gelişmeler tarımda da kendine geniş bir yer bulmuştur. Bunun sonucunda

endüstriyel tarıma geçiş sağlanmıştır [1]. Gelişen teknolojik yeniliklerle insan gücünü en aza indirmek ve verimliliği en yükseğe çıkarmak için endüstriyel tarım, hayati bir önem taşımaya başlamıştır. Bu kapsamda insanların yaptıkları işleri otomasyon sistemleri yardımıyla daha kısa sürede ve daha ucuza mal eden teknolojik araçlar tasarlanmıştır. Bu teknolojik araçların tarıma sağladığı başarılı sonuçlar, hem endüstriyel tarıma olan ilgiyi artırmış hem de tarımda kullanılacak olan birçok yeni alete olan talebi artırmıştır. Bu doğrultuda endüstriyel tarım güçlenmeye devam etmektedir. Çeşitli alanlarda ortaya çıkan ihtiyaçlar doğrultusunda başta tarım uygulamaları olmak üzere çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir. Her geçen gün geliştirilen yeni uygulamalar kapsamında, bazı alanlarda farklı çalışmalara ihtiyaçların arttığı gözükmemektedir.

1.2. Endüstriyel Tarımda Görüntü İşleme Uygulamaları

Görüntü işleme uygulamaları çok yaygın bir şekilde birçok alanda kullanılmaktadır [2]. Yıllardan beri görüntü işleme çalışmalarında, farklı uygulamaların sayısı artarak devam ettiği bilinmektedir. Yapılan literatür çalışması sonucunda, endüstriyel tarımda da değişik görüntü işleme uygulamalarının kullanıldığı görülmüştür [3]. Özellikle son yıllarda birçok farklı ülkede değişik görüntü işleme yöntemleri kullanılmıştır [4]. Bu uygulamalar ülkelere göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Ülkelerin farklı endüstriyel tarımda doğan ihtiyaçlarına göre, çalışmaların olduğu mevcuttur. Ülkemiz coğrafyasında özellikle Ege bölgesinde zeytin üretiminin bol bir şekilde olduğu bilinmektedir.

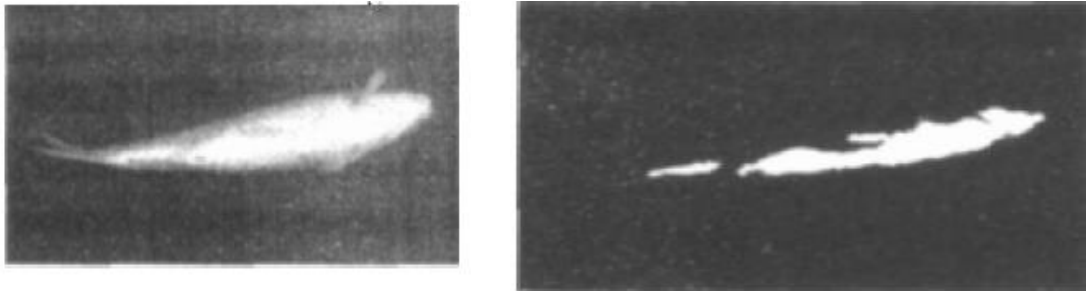
Bu sebeple, bu tez çalışmasında zeytinlerin renklerine göre ayrılması işlemi hedeflenmiştir. Çeşitli görüntü işleme algoritmaları kullanılarak endüstriyel tarımdaki uygulamaların incelenmesi yapılmıştır.

Zhao vd. [5] gerçek zamanlı olarak görüntü işleme kullanarak meyvelerin kalite standartlarını belirlemişlerdir. Bu yaptıkları çalışma, pazarlama rekabetinin gelişmesinde meyve ürünlerinin hasadında teknoloji süreci açısından katkıda bulunacaklarını belirtmişlerdir. Çin'deki tarımsal ürünlerde meyve kalitesinin mevcut durumları açısından, kalitelerinin belirlenmesi için görüntü işleme yapılmaktadır. Söz konusu çalışmada, görüntü işleme metodu ile armudun dış kalitesi belirlenmiştir. Yazarlar, büyük orandaki görüntü bilgisinin hızlı işlenmesi, işleme kapasitesi ve

belirleme işleminin doğruluğunun artırılması gibi problemleri çözmeyi amaçlamışlardır. Sistem meyvenin boyutunun dış kalitesi, şekli, rengi ve yüzey kusurları açısından derecelendirmede kullanılmıştır. Bu çalışmada armudun dış şeklini belirlemek için Fourier dönüşümünü, renginin belirlenmesi için ise HSI (Hue, Saturation, Intensity) renk uzayı kullanılmıştır. Sonuç olarak bu çalışmada, görüntü işleme tekniği elle meyvelerin sınıflandırılmasına alternatif olarak kullanılmıştır. Bu sistem dış yüzey kalitesinin boyutu, hatalarını, renklerini ve şeklini kullanarak meyvelerin sınıflandırılmasında kullanılabilir olacağı yazarlar tarafından ifade edilmiştir. Ayrıca görüntü işleme yöntemleri kullanılarak elma, salatalık, domates, patates, armut, mantar ve benzeri çeşitli meyve ve sebzelerin niteliğinin kalitesini belirlemek için geliştirilebileceğini belirtilmiştir [5].

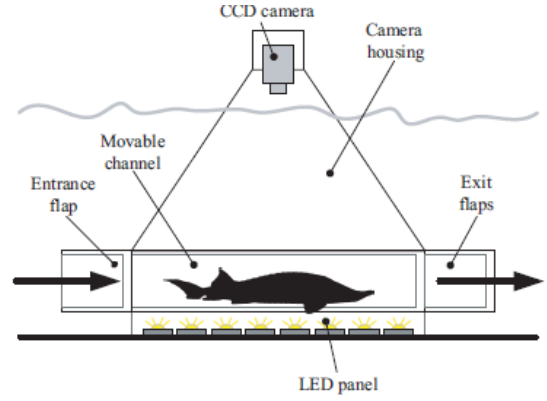
Wenmei vd. [6] çalışmalarında akıllı denetlemeli bir sistem ve çok faktörlü kontrol sistemini araştırmış ve balık yetiştiriciliği sektöründe uygulamışlardır. Uzman sistemler ve görüntü işleme teknikleri, balık hastalıklarının otomatik teşhisinde ve tahmininde kullanılmıştır. Uzaktan örnekleme ve mobil GPRS telekomünikasyon teknolojisi ve internet teknolojisi ile verilerin kontrolü gerçekleştirilmiştir. Yazarların üzerinde çalıştığı sistem, gerçek zamandaki havuzda birçok çevresel faktörleri ve balık hastalıklarını gerçek zamanlı olarak teşhis edebildiği belirtilmiştir

Herhangi bir hastalık durumunda balıklar karın bölgesi üst tarafta olacak şekilde dönerler ve bu bölge açık renk olmaya başlar. Şekil 1.1’de görüldüğü gibi, ölen veya hasta olan balıklar su üzerinde batmadan dururlar.

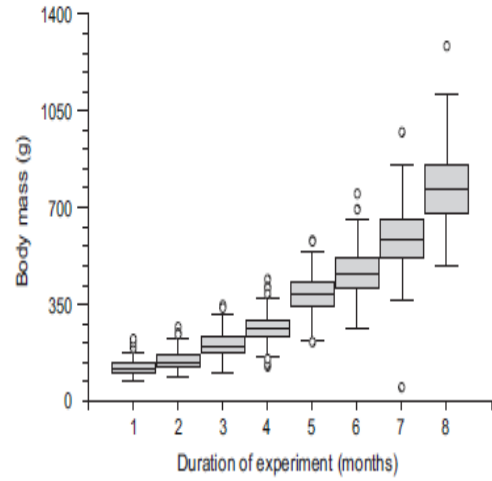
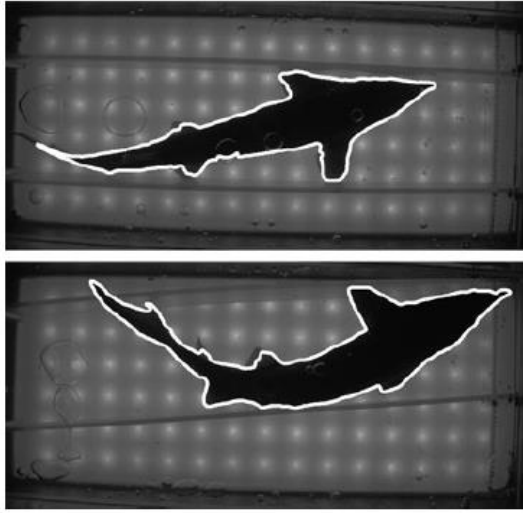


Şekil 1.1. Balık çiftliklerinde ölen balıkların görüntüsü

Bu çalışmadaki sistem hızlı, kolay ve doğru bir şekilde çalıştığı iddia edilmektedir. Bu sayede balık büyümesinin kontrolü verimli ve başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir [6].



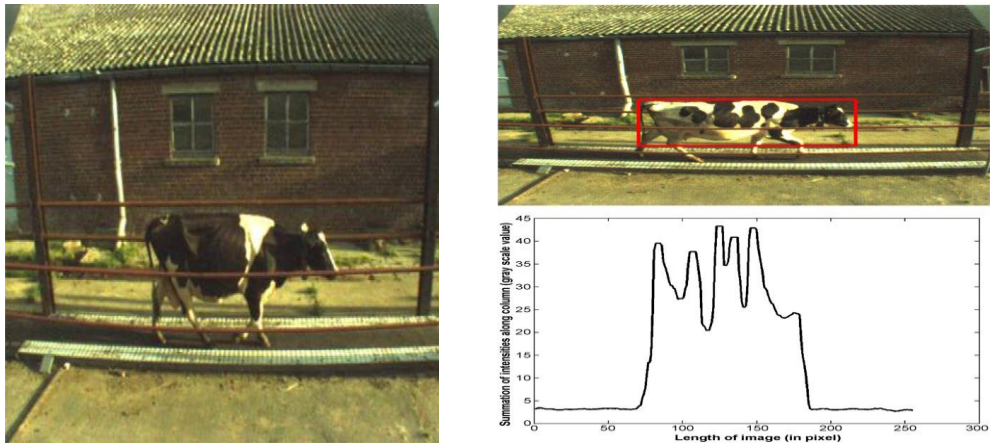
Şekil 1.2. Balık çiftliklerinde balıkların boyutlarını belirlemek için kullanılan gerçek zamanlı sistem ve kullanılan görüntü işleme düzeneği



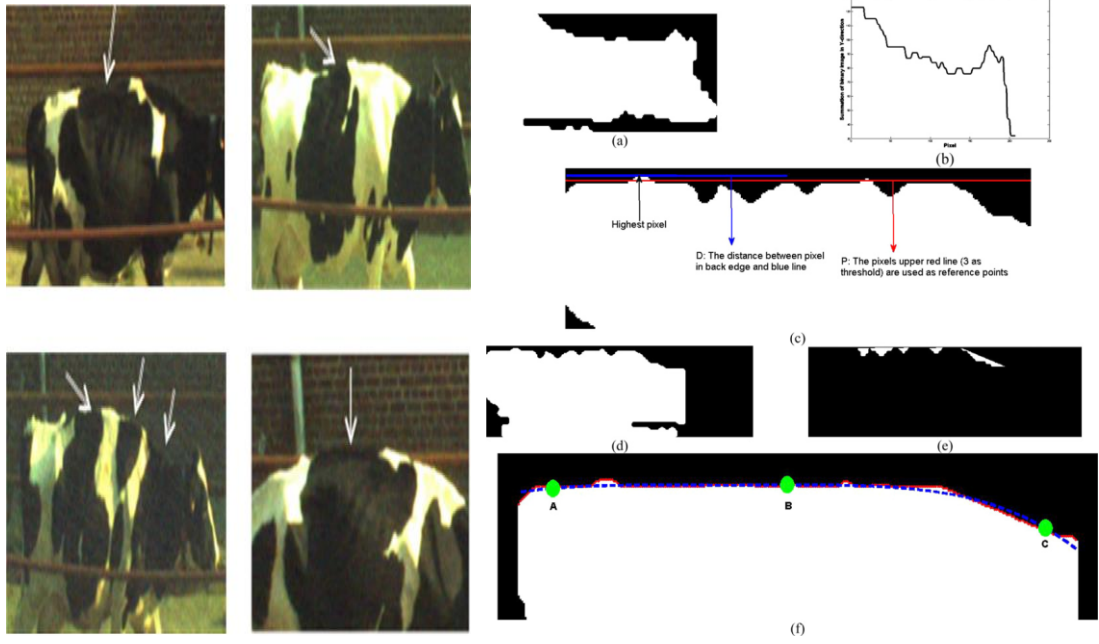
Şekil 1.3. Balığın orijinal görüntüsünün gri tonuna çevrilmiş hali ve balıkların aylara göre belirlenen ortalama ağırlık grafiği

İsviçre’de balıklar üzerinde yapılan diğer bir çalışmada, bir balık çeşidinin görüntü işleme yöntemi kullanılarak sınıflandırılması işlemi gerçekleştirilmiştir. Şekil 1.2’de çalışmada kullanılan sistem görülmektedir. Yazarlar [7] balık yetiştiriciliğinde, sınıflandırma işleminin çok önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada balıkların en uygun büyümeye ulaşıp ulaşmadıkları tespit edilmiştir. Balığın görüntüsü alındıktan ve görüntü işleme algoritması çalıştırdıktan sonra sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmektedir. Şekil 1.3’de sınıflandırma işlemi için alınan görüntü ve ortalama ağırlık grafiği görülmektedir. Atanan sınıfa göre servo motorlar yardımıyla sistem ilgili yöne açılarak balığın istenen bölmeye yönlendirilme işlemi gerçekleştirilmektedir [7].

Belçika'da yapılan bir çalışmada [8] ise görüntü analiz teknikleri kullanılarak, mandıradaki sığırlarda sakatlıkları erken teşhis edebilecek bir yöntem geliştirmişlerdir. Belçika'daki iki farklı mandıradan veriler toplanmıştır. Sürecin öncesi için, ineklerin kameranın önünde bir süreliğine durması veya deneyler sırasında alışılmadık yürüyüşler yapması gibi ham veriler gerekmektedir. İneklerin her bir görüntüdeki ön yerleşimi iki adım olarak ayrılmıştır. İlk aşama olarak, objelerin hareketinin kaba bir tahmini, arka plan çıkartımı yöntemi ile belirlenmiştir. İkinci olarak, videoda hareket eden objeleri belirlemek için, ikileştirilmiş gri tonlu görüntüde yoğunlukların istatistiksel analizi kullanılmıştır. Bu çalışmadaki ana problem, çiftliklerden toplanan verilerin ineklerin vücut rengi ile arka planın benzer olmasıdır. Bu nedenden dolayı, klasik segmentasyon algoritması bu çalışmada uygun olmamıştır. Bu çalışmada arka plan/ön plan büyütmesi her videoda, inekleri ayırt etmek ve izlemek için amaçlanmıştır. Yazarlar bu çalışmada, çoklu filtre tasarlamışlardır. Geliştirdikleri algoritmayı kullanarak, ikili hale dönüştürülmüş görüntüde, ineğin üzerindeki belirsiz bölgelere yeniden yapılandırma işlemi gerçekleştirmişlerdir. Şekil 1.4 ve Şekil 1.5'de çiftlikte bulunan ineklerden elde edilen görüntüler gösterilmiştir. Bu çalışmada, otomatik sakatlık belirleme sistemi 184 süt ineği üzerinde kullanılmış ve %96'dan daha fazla bir doğruluk oranı ile başarılı bir şekilde sınıflandırma işlemini gerçekleştirdiği ortaya koyulmuştur [8].

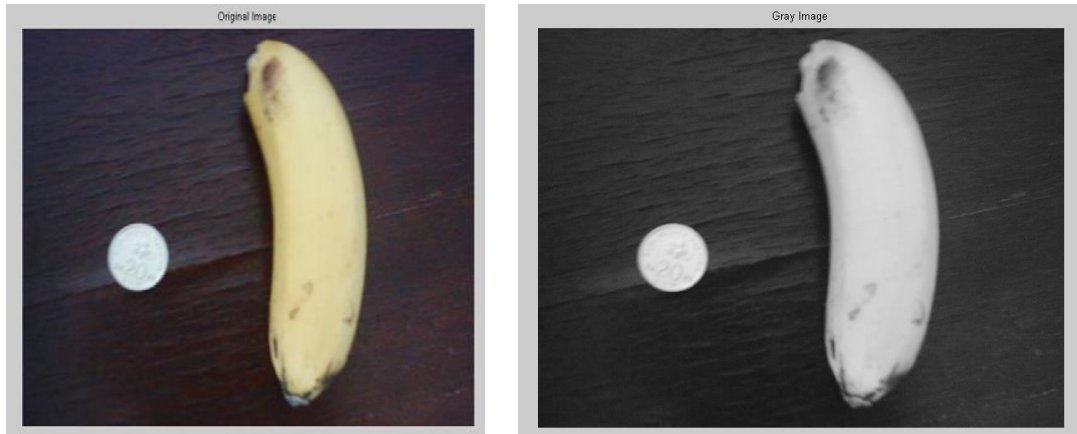


Şekil 1.4. İnek çiftliğindeki alınan görüntüler ve bu görüntülerin gri ton olarak gösterimi



Şekil 1.5. İnek çiftliğinde alınan farklı görüntülere göre ineklerin sırt bölgelerinin belirlenmesi

Mustafa vd. [9] çalışmalarında, muzun boyutunu ve olgunluğunu belirlemek için görüntü işleme yöntemi kullanmışlardır. Şekil 1.6'de muzun orijinal ve gri tonlu görüntüsü gösterilmiştir. Yazarlar geliştirdikleri sistemle muzları boyutuna, şekline, kalitesine ve rengine göre sınıflandırmışlardır. Geliştirilen yöntem Matlab programı ile gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırmada belirlenen özellikler muzun olgunluğa hakkında bilgi verir. Şekil 1.7'de muzun olgunluğunun belirlendiği görüntüsü gösterilmiştir. Yazarlar, görüntüdeki piksel değerlerinin hangi sınıfa ait olduğunun belirlenmesi ile muzun olgunluğunun ortalaması hesaplanabileceğini söylemişlerdir. Yazarlar bu çalışmada, Canny kenar bulma yöntemini kullanmışlardır [9].



Şekil 1.6. Muzun orijinal ve gri tonu görüntüsü



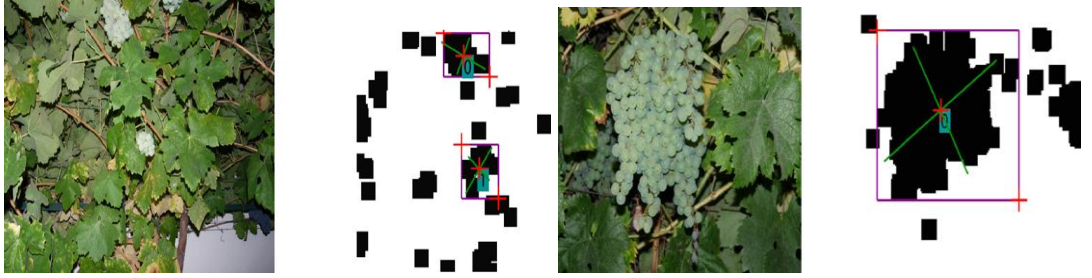
Şekil 1.7. Muzun piksel değerine göre olgunluğunu belirlemek için kullanılan görüntü

1.3. Renkli Nesnelerin Ayrılması

Görüntü işlemenin en sık kullanılan yöntemlerden biri de renkli nesnelerin ayrılması uygulamalarıdır [10]. Farklı alanlarda bu uygulamaların çeşitli renk uzayları ve değişik metotlarla yapıldığı görülmüştür. Portekiz’de yapılan bir çalışmada [11] üzüm bahçesinde yetişen beyaz ve kırmızı üzümleri renklerine göre sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yazarlar yaptıkları çalışmada renkli nesne sınıflandırma uygulamalarında yaygın olarak kullanılan, morfolojik açma ve kapama yöntemlerini kullanmışlardır. Özellikle asmaların yaprakları ve üzümlerin aynı renk olmasının hasat işleminde problemlere yol açtığına değinilmiştir. Yapılan uygulamada üzümlerin bölgeleri ve renklerinin belirlenmesi işleminin gerçekleştirilmesi hedeflemiştir. Böylelikle üzümleri renklerine göre ayırmayı başarmışlardır. Geliştirilen sistem, kırmızı ve beyaz renkli üzümleri renklerine göre ayırmada ve asma üzerindeki salkım sayısını hesaplamak için geliştirilmiştir. Şekil 1.8’de siyah ve beyaz üzümlerin morfolojik uygulama sonucunda bulunması gösterilmiştir. Yazarlar beyaz üzüm uygulamasında 190 salkım beyaz üzüm kullanmışlardır. Görüntü işleme algoritması beyaz üzümlerin, 172’sini doğru bulmuştur, kalan 18 salkım üzümü yanlışlıkla kırmızı sınıf olarak atamıştır. Yazarların beyaz üzüm için geliştirdikleri görüntü işleme uygulaması %91 doğruluk oranıyla çalışmıştır. Yazarlar doğruluk sonuçlarını baz alarak, başarılı bir renk sınıflandırma işlemi gerçekleştirdiklerine değinmişlerdir. Ayrıca bu uygulamanın geliştirilmesi daha fazla özellik hakkında bilgiye ulaşılabileceğinden bahsetmişlerdir. Şekil 1.9’da ise asma üzerindeki zeytinlerin tespiti gösterilmiştir. Çok kanallı kamera kullanılarak, ürünün olgunlaşması ve alkol seviyesi hakkında da bilgi verebileceğine değinmişlerdir [11].



Şekil 1.8. Siyah ve beyaz üzüm salkımlarının asmada görülen orijinal resmi ve morfolojik işlemden geçirilmiş hali



Şekil 1.9. Üzüm salkımlarının asma üzerinde tespit edilmesi ve morfolojik işlemden geçirilmiş hali

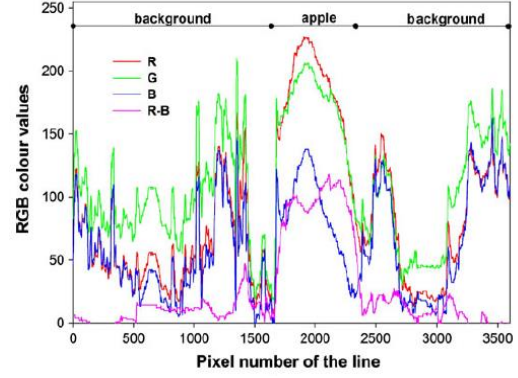
Almanya’da yapılan başka bir çalışmada [12] ise elma tanıma algoritması, renk özelliklerine göre tahmin yapmaktadır. Geliştirilen model her bir elma ağacındaki verimli ürün sayısını hesaplayabilmektedir. Şekil 1.10’da ağaç üzerindeki elmaların orijinal ve gri tonlu görüntüsü gösterilmiştir. Çalışmada kullanılan meyveler için haziran ayı sonrası ve meyvenin olgunlaşma dönemi olmak üzere iki kere görüntü alma işlemi gerçekleştirilmiştir. Almanya’nın batı bölgesinde yer alan Bonn şehrinde yapılan bu çalışmadaki ağaçlar üç değişik türdür, bunlar her ağaç için yetmiş ile yüz yetmiş tane meyve verebilen değişik ağaç türleridir. Şekil 1.11’de ağaç üzerindeki kırmızı elmaların orijinal ve gri tonlu görüntüleri gösterilmiştir. Elma görüntüleri analiz edilerek, çeşitli görüntü işleme algoritmaları ve meyve sayısı hesaplama algoritmaları kullanılmıştır. Sonuç olarak, elma üzerinde renk farklılığı kullanılarak sınıflandırma algoritması geliştirilmiştir. Farklı iki dönemde elma görüntülerinden, elmanın olgunluk periyodu iki farklı renk modeli kullanılarak belirlenmiştir. Şekil 1.12’de ağaç üzerindeki elmaların renk tonlarına göre gösterimi gösterilmiştir. Bu çalışmada iki farklı meyve belirleme algoritması, görüntü işleme yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, RGB (Red, Green, Blue) renk uzayı ve HSI (Hue, Saturation, Intensity) renk uzaylarında uygulanmıştır. Yazarlar bu yayında geliştirilen modellerle elma ağaçlarının ve diğer meyve ürünlerinin verimini büyük oranda, erken tahmin edilebileceğini belirtmişlerdir [12].



Şekil 1.10. Elma ağacında bulunan elmaların orijinal ve gri ton görüntüsü

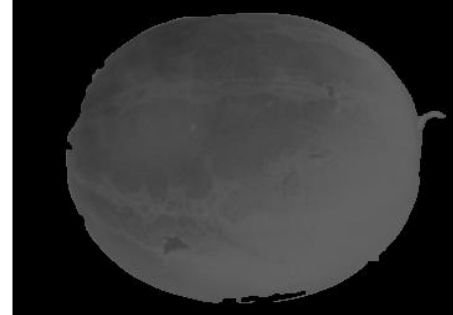


Şekil 1.11. Elma ağacındaki kırmızı elmaların belirlenmesi

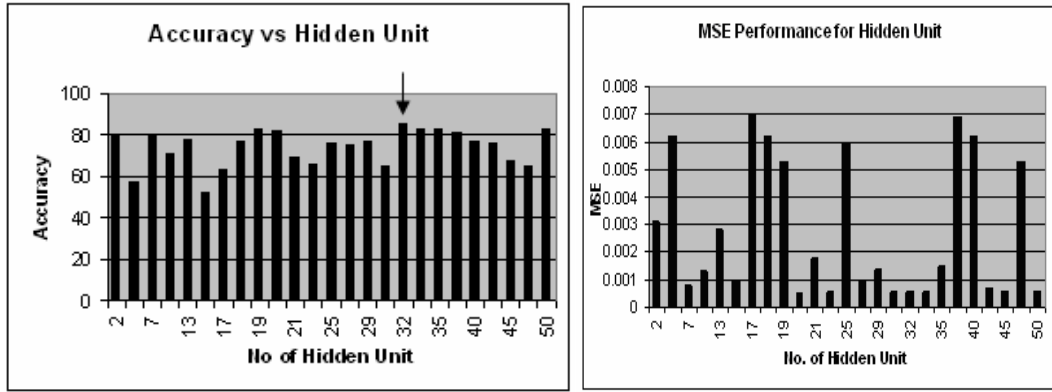


Şekil 1.12. Elma ağacındaki elmaların renk tonlarının RGB olarak gösterimi

Rizam vd. [13] çalışmalarında görüntü işleme uygulamasında yapay sinir ağı yönteminde faydalanılmıştır. Yazarlar günümüz pazarlama talepleri doğrultusunda, tarım ürünlerinde otomasyonu kullanarak verimliliği artırmayı hedeflemiştir. Yazarların yaptıkları bu çalışmadaki amacı karpuzun kalitesini ve olgunluğunu belirlemektir. Karpuzun dış yüzeyindeki desen görüntüleri, dijital kamera sayesinde alınmıştır. Şekil 1.13’de karpuzun orijinal ve gri tonlu görüntüsü gösterilmiştir. Alınan görüntü, görüntü işleme teknikleri kullanılarak filtreden geçirilmiştir. Tüm alınan bilgiler, yapay sinir ağı yöntemi kullanılarak eğitilmiştir. Bu yöntemle karpuzun olgunluğu doğru olarak belirlenmiştir. Yapay sinir ağı yönteminde eğitime işlemi yaparken farklı gizli katmanlar kullanıldığında, değişik başarı oranlarına sahip olduğu belirlenmiştir. Şekil 1.14’de çalışmada uygulanan farklı gizli katmanların grafiği gösterilmiştir. Yedi gizli katman için %80, otuz iki gizli katman için %86,51, otuz beş gizli katman için %83,72 ve elli gizli katman için %83,72 başarı oranları elde edildiği belirtilmiştir. Yazarlar ilk sonuçlarının gösterdiği gibi, otuz iki gizli katmanlı bir yapı kullanıldığında %86,51 başarı oranıyla en iyi model olduğunu belirlemiştirler [13].



Şekil 1.13. Karpuzun orijinal ve gri ton görüntüsü



Şekil 1.14. Kullanılan YSA uygulamasındaki farklı gizli katmanlara göre doğruluk grafiğinin gösterimi

2. GÖRÜNTÜ İŞLEME TABANLI RENKLİ NESNELERİN AYRILMASI

Bu tez çalışmasında görüntü işleme tabanlı bir sistem geliştirilmiştir. Görüntü işleme çalışması için bir adet Ueye-KP20B kamerası sisteme monte edilmiştir. Kameradan alınan görüntüleri işleyerek, zeytinlerin renklerini tespit eden görüntü işleme algoritması Halcon ortamında geliştirilmiş olup bir bilgisayar yardımıyla gerçek zamana aktarılmıştır. Çalışmada, görüntü işleme algoritmalarından yararlanılarak renkli nesne algılama teknikleri kullanılmıştır. Sistem yazılım ve donanım olarak ikiye ayrılmıştır. Önceki bölümde kısaca çalışma hakkında bilgi verilmiştir. Sistemin mekanik kısmına yerleştirilen farklı renkteki zeytinler görüntü işleme algoritması kullanılarak renklerine göre sınıflandırma işlemi yapılmaktadır. Renklerine göre sınıflandırılan zeytinlerin konumları belirlenmektedir. Belirlenen konumdaki zeytinleri ayırma işlemi için, sistem üzerindeki valflere seri port yardımıyla bilgi gönderilmektedir. Belirlenen konumdaki valfler açılarak zeytinlerin istenen haznelere atılması işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu bölümde geliştirilen görüntü işleme algoritmaları açıklanmıştır.

2.1. Renk Tabanlı Yaklaşımlar

Sayısal bir resim (görüntü), nesnelere tarafından yansıtılan ışık enerjisinin (analog sinyal) bir algılayıcı tarafından öngörülen elektromanyetik aralıkta algılanarak sayısal sinyal haline dönüştürülmesi ile oluşmaktadır. Bir görüntünün temel bileşeni pikseldir. Sayısal bir görüntü $m \times n$ boyutlu piksellerden oluşan bir matris ile ifade edilir. Gri tonlu görüntülerde, görüntü farklı gri ton değerlerinden oluşur. Gri değer aralıkları $\{0,1,2,3,\dots,255\}$ şeklinde ifade edilir. Bunun anlamı, bir gri tonlu görüntüde 256 tane farklı gri ton değeri, daha doğrusu gri değer bulunabilir. Sıfır gri değeri kural olarak siyah renge, 255 gri değeri ise beyaza karşılık gelmektedir. Bu değerler arasında ise gri tonlar oluşur.

Elektromanyetik spektrumda $0,4-0,5 \mu m$ dalga boyu mavi renge; $0,5-0,6 \mu m$ dalga boyu yeşil renge; $0,6-0,7 \mu m$ dalga boyu kırmızı renge karşılık gelmektedir. Bu dalga boylarında elde edilmiş üç gri düzeyli görüntü bilgisayar ekranında sırası ile

kırmızı-yeşil-mavi (RGB) kombinasyonunda üst üste düşürülecek olursa renkli görüntü elde edilmiş olur.

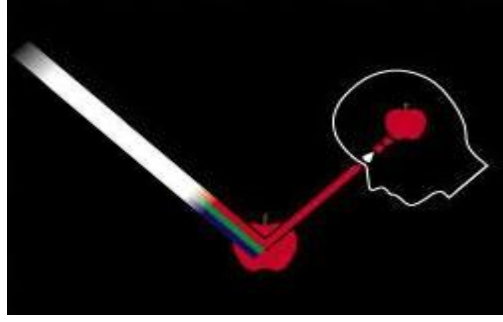
Video kamera ve tarayıcı gibi görüntü yakalayıcı cihazlarla alınarak sayısallaştırılan görüntülerin geliştirilen yöntemlerle işlenip analiz edilmesi, görüntülerden bilgi elde edilmesi ve bu bilgilerin yorumlanması, görüntü işleme alanının temelini oluşturmaktadır.

Görüntü işleme uygulamalarına örnek olarak fabrika otomasyon uygulamalarından endüstriyel kalite/üretim kontrolleri, tıbbi uygulamalardan kan hücrelerinin sayımı, bilgi işlem uygulamalarından karakter tanıma, güvenlik amaçlı uygulamalardan yüz tanıma, askeri uygulamalardan akıllı silahlar üretimi gibi örnekler verilebilir.

Dolayısıyla gelişen teknoloji ile önceden çok pahalıya mal edilen sistemlerin yaptığı işler görüntü işleme sistemleri ile daha hızlı, ekonomik ve hassas bir şekilde yerine getirilebilir. Görüntü işleme uygulamalarının amacı aktif dünyayı algılama ve yorumlama yeteneğine sahip sistemleri görmeye dayalı olarak geliştirmektir. Bu sistemlerde kamera ile görüntü dış ortamdan alınır, görüntü işleme teknikleri ile işlenir, yorumlanır ve yapılması gereken işleme karar verilir [14].

2.1.1. Renk modelleri

Renk, ışığın değişik dalga boylarının gözün retinasına ulaşması ile ortaya çıkan bir algılamadır. İnsan tarafından renklerin algılanması, ışığın cisimler tarafından yansıtılmasıyla ve öznenin göz yardımıyla beyne iletilmesi sayesinde gerçekleşir. Bu algılama, ışığın maddeler üzerine çarpması ve kısmen soğurulup kısmen yansıtılması nedeniyle çeşitlilik gösterir ki bunlar renk tonu veya renk olarak adlandırılır. Renk tamamen öznel ve kişisel bir olgudur. Renk modellerinin amacı, insanlar, makineler veya bilgisayar programları arasında renkleri tarif etme işlemine yardımcı olmaktır. Renk beyindeki özel görsel uyarıcılarla olan tepkisidir. Şekil 2.1'de rengin beyinde algılanması gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Rengin beyinde algılanması

Buna rağmen renk, renk tayfi üzerindeki enerji dağılımını ölçerek tanımlanabilir. İnsan gözünün retinası kabaca kırmızı, yeşil ve mavi ışığı temsil eden üç algılayıcı türü ile renkleri algılar. Renklere duyarlı hücrelerden gelen sinyaller, renk yoğunluğuna duyarlı hücrelerden gelen sinyallerle birleşerek beyinde çeşitli algıların oluşmasını sağlar. Renk algısının tarifi sırasında kullanılan bazı terimleri bilmek gerekir. Bunlar;

Parlaklık (Brightness): Görüntüdeki ışığın miktarıdır. Rengin aydınlığını, yani içindeki beyaz oranını belirler. 0 – 100 arasında değişir.

Renk Özü (Hue): Rengin baskın dalga uzunluğunu belirler, örneğin sarı, mavi, yeşil renklere yakınlığı olarak söylenebilir. Açısal bir değerdir. 0° - 360° , bazı uygulamalarda ise 0 - 100 arası normalize edilir.

Renklilik (Colourfulness): Görüntüdeki renklerin renk özü oranlarının miktarı.

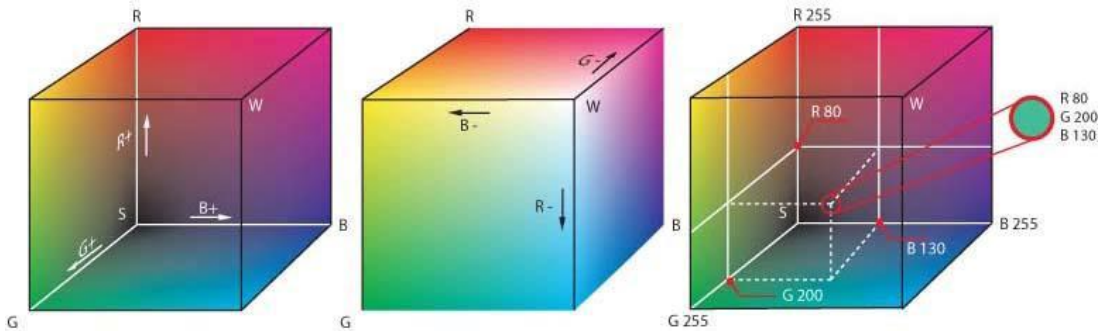
Işıklılık (Lightness): Belirli bir beyaz ışığa göre görüntüdeki parlaklık miktarı.

Doygunluk (Saturation): Görüntünün parlaklığına bağlı renkliliğidir. Rengin "canlılığını" belirler. Yüksek doygunluk canlı renklere neden olurken, düşük doygunluk rengin gri tonlarına yaklaşmasına neden olur. 0 - 100 arasında değişir.

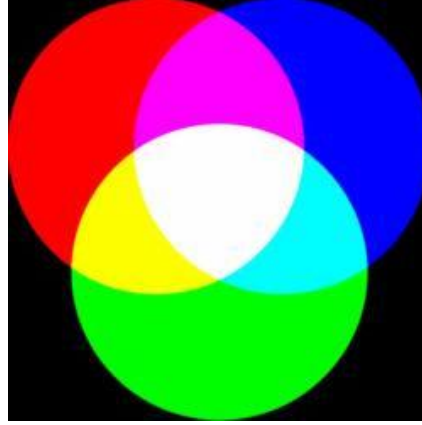
Renk modeli, renkleri tanımlamak, oluşturmak ve görüntülemek için kullanılan bir yöntemdir. Renkler; parlaklık, renk özü ve renklilik özellikleri ile tanımlanabilir. Bilgisayarlar renkleri, rengi oluşturan kırmızı, yeşil ve mavi miktarlarına göre tanımlarlar [15].

2.1.2. RGB renk modeli

RGB renk modeli, İngilizcedeki 'Red' 'Green' 'Blue' ('Kırmızı' 'Yeşil' 'Mavi') kelimelerinin baş harflerinden ismini alan bir renk sistemidir. Şekil 2.2'de RGB renk uzayı gösterilmiştir. En sık kullanılan renk modelidir. Bunun sebebi, 1953'te ilk fotoğraf makinesi Polaroidde ve ondan sonra da televizyonlarda standart kabul edilmiş olmasıdır. Işığın temel olarak, doğadaki tüm renklerin kodları bu üç temel renge referansla belirtilir. Her renk %100 oranında karıştırıldığında beyaz ve %0 oranında karıştırıldığında siyah elde edilir. Bu modelin temeli, insanın göz retinasında bu renklere rastgelen ışık dalga boyu sensörleridir. Bunların arasında kalan dalga boylarında da bu üç sensörün her biri değişik seviyelerde tepki verir ve bu tepki beyinde renk algısını oluşturur. Örneğin gökkuşağının sarı olarak adlandırılan dalga boyunda bir ışık göze düştüğünde ağırlıklı olarak 'kırmızı' ve 'yeşil' sensörler uyarılır. Beyinde bu birleşim 'sarı' renge dönüşür. Kırmızı ışık geldiğinde ise sadece 'kırmızı' sensörler uyarılır. Hem kırmızı hem yeşil hem de mavi ışığın aynı anda gelmesi ile tüm dalga boylarının aynı anda gelmesi aynı etkiyi oluşturarak beyaz ışık şeklinde algılanmaktadır. Şekil 2.3'de toplamsal ana renk gösterimi gösterilmiştir. Bu sebepten, şiddetleri sönük ve parlak olarak ayarlanabilen, bu üç renkte ışık kaynaklarının bulunduğu şartlarda tüm renkleri elde etmek mümkündür [15].



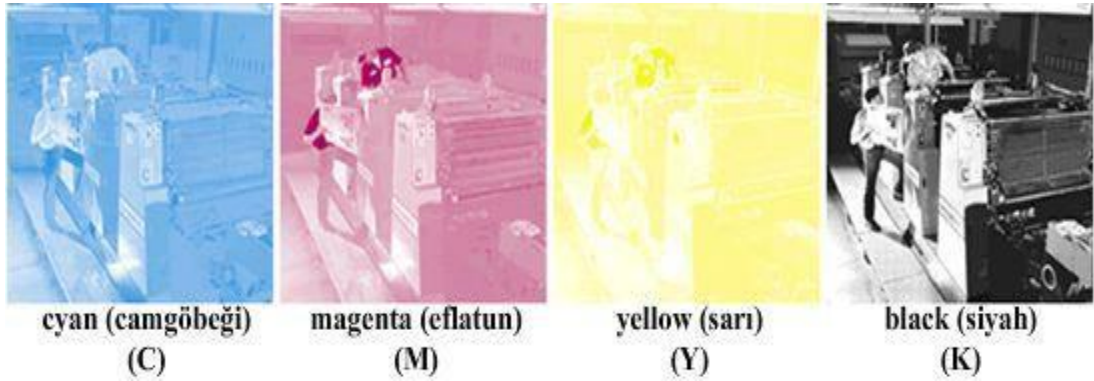
Şekil 2.2. RGB renk uzayı



Şekil 2.3. Toplamsal ana renk kırmızı, yeşil ve mavi

2.1.3. CMY/CMYK renk modeli

CMYK, baskıda dört temel işlem renginin kısaltmasıdır (Cyan (Camgöbeği), Magenta (Eflatun), Yellow (Sarı), Black (Siyah)). Şekil 2.4 ve Şekil 2.5'de CMY/CMYK renk modeli gösterilmiştir. Aslında temel renk sayısı üçtür. Siyah bu renklere zorunlu olarak ilave edilmiştir. Kuramda üç rengin karışımının siyahı oluşturması gerekirken, pratikte bu durum böyle değildir. Hem üç rengin mürekkepleri yeterli renk şiddetini sağlamadıklarından hem de üç renkli mürekkebin karışımı yerine siyah mürekkep kullanmanın maliyetinin daha düşük olması nedeniyle siyah renk sisteme dahil edilmiştir [15].



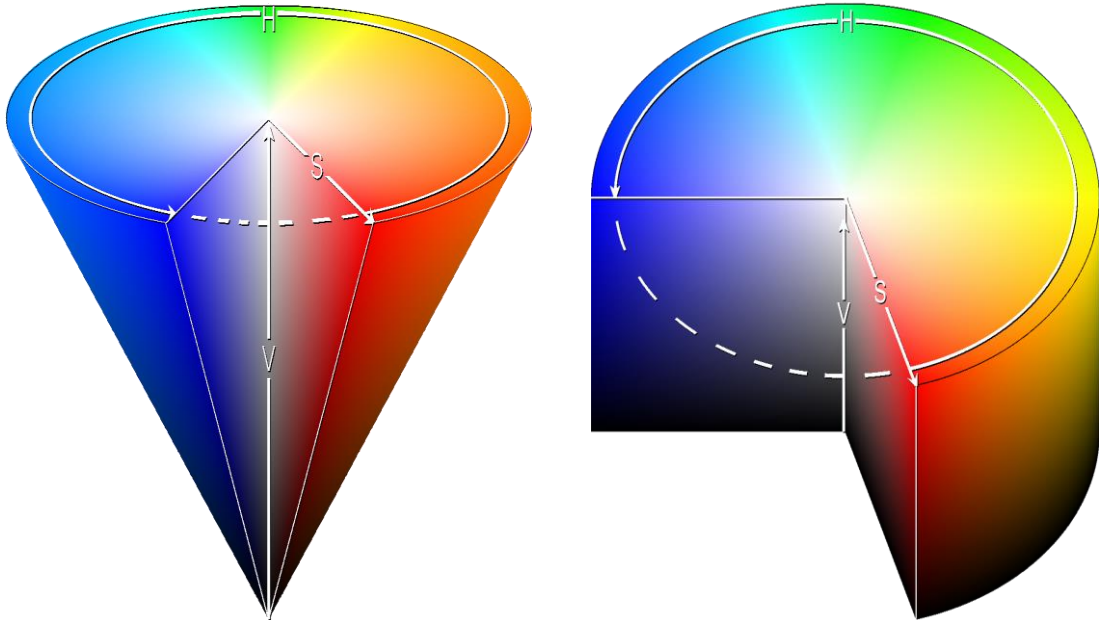
Şekil 2.4. Örnek bir resmin C, M, Y ve K kanalları



Şekil 2.5. K kanalı çıkarılmış eklenmiş örnek bir resim

2.1.4. HSV renk modeli

HSV (Hue, Saturation, Value) veya HSB (Hue, Saturation, Brightness) renk uzayı, renkleri sırasıyla renk özü, doygunluk ve parlaklık olarak tanımlar. HSV renk uzayının, kullanılma amacı RGB uzayına göre insan görü düzeneğine daha yakın bir yapı oluşturmaktır. HSV, RGB renk uzayından doğrusal olmayan bir dönüşüm ile elde edilmektedir. HSV, aygıt bağımlıdır. Yani bu uzayda tanımlı bir renk, rengi üreten aygıt cihazına göre değişim gösterebilir. Şekil 2.6'da HSV renk uzayı gösterilmiştir.



Şekil 2.6. Konik ve silindirik biçimli HSV renk uzayı

2.2. Kullanılan Görüntü İşleme Uygulamaları

Görüntü işleme uygulamaları olarak, HSV renk modeli metodu kullanarak renkli nesnelerin ayırt edilmesi, RGB renk modelinde Öklid ve Mahalanobis uzaklık metodu kullanılarak renkli nesnelerin ayırt edilmesi çalışmaları yapılmıştır. RGB renk modeli kısmında arka plan çıkartımı (Background Subtraction) ve öznelik çıkartımı (Feature Extraction) yöntemleri de kullanılarak uygulamaların verdiği sonuçlar karşılaştırılmıştır.

2.3. Arka Plan Çıkartımı

Arka plan çıkartımı yöntemi genellikle hareket eden nesnelerin uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Hareket eden nesnelerin tespitinin en kolay yolu, var olan görüntü ile bir önceki görüntünün karşılaştırılmasıdır. Bu karşılaştırma sadece iki görüntü arasındaki farkı bulmayı sağlar. Hareket eden nesnelerin tutarlı ve tam şekilde bulunması işlemi ise ancak arka planın oluşturulması, bu modelin ani ışık değişimi, arka planda oluşan değişiklikler gibi etmenlere karşı modelin güncellenebilmesiyle mümkündür. Arka plan çıkarma metodunda uygulanabilen en temel varsayım, hareket etmeyen cisimler haricinde kalan görüntünün çıkarılması yani yok sayılması işlemidir. Eğer bunu sağlayan bir model oluşturulursa, modele uymayan parçalar; sahne alanına giren, hareket eden nesnelere belirtir. Bu işlem Arka Plan Çıkarma olarak adlandırılmaktadır. Öğrenme aşamasında nesnelerin renklerdeki değişimlerin hesaplanabilmesi için, nesnelerin arka plandan ayrıştırılabilmesi amacıyla arka plan modelleri çıkartılır. Arka plan modelleri, arka plan resimlerini ve her piksel için kamera gürültüsünü temsil eden değerleri içerir. Öğrenme işlemi, sistem başlatılmadan önce ve bir kereye mahsus olarak yapılır. Öğrenme aşamasında elde edilen bilgilerin tamamı kameraların pozisyonlarına bağlıdır. Örneğin bir kameranın yeri veya bakış açısı değişirse o kamera için arka plan modelinin güncellenmesi gerekir. Örnek resimlerin güncel konumda tekrardan alınarak öğrenme aşamasına tekrardan sokulması gerekmektedir. Öğrenme aşamasında ilk olarak her kamera için arka plan resimleri ve kameradan alınan görüntüleri temsil eden piksellerin renk değerleri kaydedilir. Bu işlem her kamera için bağımsız olarak yapılır. Arka plan resimleri sahnenin hareketli nesne olmadan 30 resmi çekilerek ortalaması alınması ile elde edilir. Arka plan resmini temsil eden

Denklem (2.1) ile hesaplanır. Formüldeki toplama işlemleri her piksel için bağımsız olarak yapılır [16]. B görüntülerin ortalama değeri, I alınan görüntüyü temsil etmektedir.

$$B = \frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} I_i \quad (2.1)$$

Nesnelerin arka plandan ayrıştırılması, kısaca nesne ayrıştırması, hem öğrenme hem de çalışma zamanı aşamaları için çok önemli bir işlemdir. Nesne ayrıştırma işlemi görüntüdeki nesnelerin arka plandan çıkartılarak sadece nesnenin görüntüsünün elde edilmesi işlemidir. İki tür nesne ayrıştırma yöntemi vardır. Piksel tabanlı ve global nesne ayrıştırma yöntemleridir [17]. Piksel tabanlı nesne ayrıştırma yöntemleri oldukça hızlıdır ancak kolaylıkla hatalı ve gürültülü sonuçlar meydana getirebilirler. Nesne görüntüsünde bazı kısımlar eksik çıkabilir veya nesne görüntüsüne arka plandan bazı detaylar karışmış olabilir. Piksel tabanlı nesne ayrıştırma yöntemleri renk değişimlerine ve kamera gürültüsüne oldukça hassastırlar. Piksel tabanlı nesne ayrıştırma yöntemlerinin dezavantajları genel olarak her piksel için bağımsız karar verilmesinden dolayıdır. Kamera gürültüsünden veya çok küçük ışık değişimlerinden kaynaklanan farklılıklar tek bir piksele bakıldığı zaman tespit edilemez. Bu nedenle piksel tabanlı nesne ayrıştırma yöntemleri gürültülü pikselleri nesne pikselleri olarak işaretlemektedir [18].

Global nesne ayrıştırma yöntemleri ise çok başarılıdır [19]. Fakat gerçek zamanlı işlemler için kullanıldığı zaman, özellikle birden fazla kamera kullanıldığı durumlarda, fazla zaman aldıkları için pratik değildirler [20]. Global nesne ayrıştırma yöntemleri, nesne ayrıştırma problemini ikili etiketleme problemi olarak modellerler. Bu modelleme her pikselin nesne veya arka plan olma olasılığını ve her pikselin komşu piksellere göre durumunu içerdiğinden gürültüye karşı piksel tabanlı algoritmalara göre daha güvenilirdir [21].

Arka plan çıkartımı ve kestirimi uygulamalarında;

- Çerçeve Çıkarma (Frame Differencing)
- Arka plan Çıkarma (Background Subtraction)
- Mean ve medyan filtre tabanlı arka plan kestirimi

- Gauss karışımları (mixture of Gaussians) tabanlı arka plan kestirimi

gibi farklı metotlar kullanılmaktadır. Trafik (araç sayma, araç tespit ve takibi), insan hareketi tanıma (koşma, yürüme, zıplama), insan-bilgisayar ara yüzü, nesne takibi, güvenlik sistemleri (hareket algılama) ve 3-B ölçüm gibi alanlarda arka plan çıkartımı yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır.

Javed vd. [23] olumsuz şartlarda nesnelere güçlü bir şekilde belirlemek için birçok ipucu kullanarak arka plan çıkartımı yöntemini kullandıklarını belirtmişlerdir. Algoritma piksel seviyesi, bölge seviyesi ve görüntü seviyesi olmak üzere üç farklı bölüme ayrılır. Piksel seviyesinde, her bir piksel için arka plan ve ön plana ait olduğunu sınıflandırmak için gradyan ve renk modeli kullanılmıştır. Bölgesel seviyede, arka plan pikselleri renk tabanlı çıkartım yapılarak bölgelere ayrılmış ve gradyan tabanlı çıkartım kullanılarak bu bölgelerin doğruluğu hakkında çıkartım yapılmıştır. Piksel tabanlı modeller bölgesel seviyede kararlara göre güncellenmiştir. Son olarak görüntü seviyesindeki analiz ışık şiddetindeki değişimi anlamak için uygulamışlardır. Yazarlar geliştirdikleri metot ile hızlı ışık değişimi, sabit arka plan nesnelere yer değişimi, arka plan çıkartım modelinin ilk oluşturulması gibi birçok arka plan çıkartım algoritmalarında değinilmeyen sık karşılaşılan bazı problemlere çözüm getirmişlerdir [23]. Yapılan çalışmada piksel tabanlı nesne ayrıştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu tez çalışmasında ilgili tamburun, zeytin yerleşmeden önce görüntüsü alınır. Zeytin ilgili tambura yerleştiğinde tekrar bir görüntüsü alınır ve bu iki görüntü birbirinden çıkartılır. Böylelikle elimizde zeytinin görüntüsü ve çevresel ışık değişimi gibi etkenlerden kaynaklanan gürültülerin olduğu bir görüntü elde edilir. Yukarıdaki komut iki görüntüyü birbirinden çıkarır. Gri değerleri (g_1 , g_2) olan iki resmin arasındaki fark, Denklem (2.2)'deki gibi hesaplanır.

$$g' = (g_1 - g_2) \times Mult + Add \quad (2.2)$$

Bu sistem için korelasyon faktörü (*Mult*) on olarak ve korelasyon değeri (*Add*) sıfır olarak alınmıştır. Yukarıda bahsedilen zeytinlerin mekanizmaya yerleşmeden önceki boş görüntüsü alınmaktadır. Şekil 2.7'de tamburun boş görüntüsü gösterilmiştir. Sonra tambura zeytin yerleştikten sonraki görüntüsü alınmaktadır. Bu iki görüntünün

birbirlerinden çıkartılması sonucu elimizde sadece zeytininin bulunduğu bölgenin görüntüsü kalmaktadır. Şekil 2.8’de iki görüntünün birbirlerinden çıkartıldıktan sonraki görüntüsü gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Arka plan çıkartımı yönteminde alınan görüntüden çıkartılacak arka plan görüntüsü



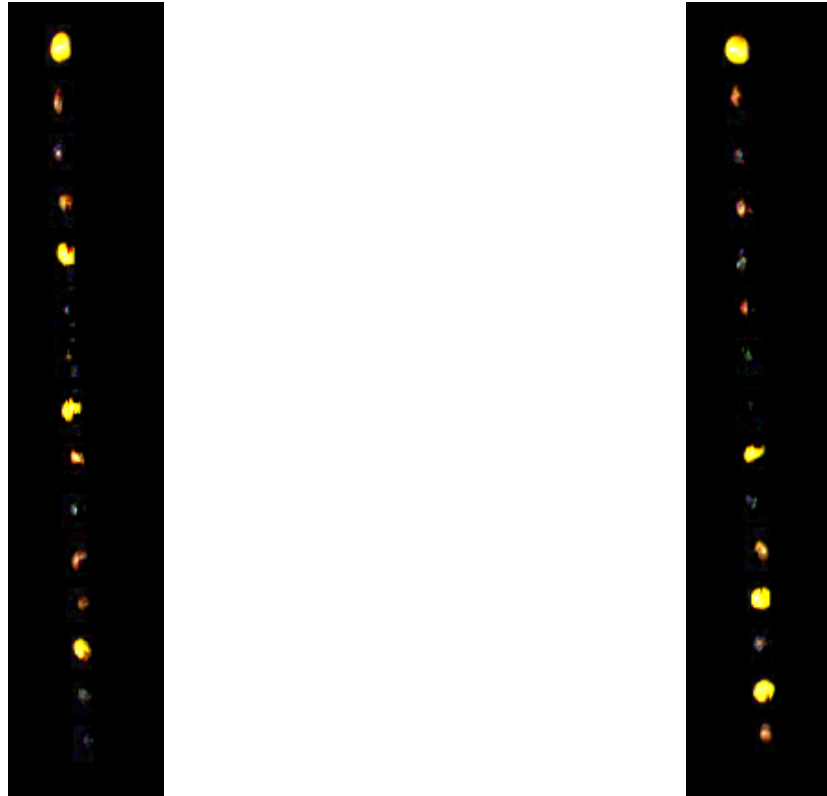
Şekil 2.8. Arka plan çıkartımı yöntemi sonucu elde edilen zeytin görüntüsü

2.4. Filtreleme İşleme (Median Filter)

Filtreleme işlemi görüntü işlemede ön işlem olarak çok sık kullanılan bir tekniktir. Görüntü işlemede kullanılacak birçok filtre arasından istenilen kriterlere en uygununun seçilmesi gerekmektedir [24]. Düzenli istatistik filtreleri lineer olmayan uzaysal filtrelerdir ve bunların yanıtı filtre tarafından kapsanan alan içerisindeki imajın piksellerinin sıralanmasına dayanır ve daha sonra merkezi piksel değeri sıralama ile belirlenen sonuç değeri ile değiştirilir. Bu kategoride en iyi bilinen örnek medyan filtredir ve isminden de anlaşılacağı üzere, bir pikselin değerini, o piksele komşu alanlardaki gri seviyelerin medyanı ile değiştirir (pikselin orijinal değeri medyanın hesaplanmasına dahil edilir). Medyan filtreleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Çünkü belli bazı rastgele gürültü için bunlar mükemmel gürültü

azaltma kabiliyeti göstermektedirler. Benzer boyuttaki lineer düzeltme filtrelerine göre çok daha az bulanıklığa neden olurlar. Medyan filtreler imaj üzerinde beyaz ve siyah noktalar halinde görünen ve tuz ve biber gürültüsü olarak da adlandırılan özellikle darbe gürültüsünün mevcut olduğu hallerde etkilidirler. Bir imajın içinde bir noktada medyan filtrelemesi yapabilmek için ilk önce ilişkili pikselleri ve komşu alandakilerin bir düzene sokulması gerekir. Daha sonra medyan belirlenir ve bu değer piksele atanır. Bir komşu alanda birçok değer birbirinin aynı ise bütün aynı değerler gruplanır. Bu nedenle medyan filtrelerinin başlıca fonksiyonu, belirgin gri seviyelere sahip olan noktaları daha fazla komşu alanlardaki gibi olmak üzere zorlamaktır [25].

Yukarıda bahsedildiği gibi medyan filtreler imaj üzerinde beyaz ve siyah noktalar halinde görünen ve tuz ve biber gürültüsü diye tabir edilen gürültüleri gidermelerde kullanılır. Yapılan tez çalışmasında zeytinler medyan filtreden geçirilerek gürültülerin azaltılması amaçlanmıştır. Bunun için çalışılacak bölgedeki zeytinler medyan filtreden geçirilmiştir. Şekil 2.9'da medyan filtreden geçirilmiş zeytin görüntüsü gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Medyan filtreden geçirilen zeytinlerin görüntüsü

2.5. Öznitelik Çıkartımı

Öznitelik, temel olarak örüntüye ait ölçülebilir ya da gözlenebilir bilgi şeklinde ifade edilebilir. Öznitelik çıkarımı, ilgisiz ve fazla bilgiyi eleyerek örüntüye ait karakteristik özelliklerin elde edilmesini sağlar. Temel anlamda bir çeşit boyut indirgeme işlemidir. Özellikle görüntü işleme uygulamalarında çok yüksek boyutlu veriler kullanıldığından bu verilerin orijinal halleriyle kullanılması işlem süresini büyük oranda artırmaktadır. Öznitelik çıkarım yöntemleriyle, orijinal verilerin gereksiz ve yüksek boyuttaki bilgileri elenip karakteristik özellikleri korunarak, daha küçük boyutlara indirgenmesi sağlanır [26]. Örüntü tanıma aşamalarından biri olan öznitelik çıkarımı, sistemin başarısında önemli bir rol oynamaktadır. Uygun seçilmiş öznitelikler sınıfların karakteristik özelliklerini ifade ederler ve tanıma başarısını olumlu yönde etkilerler. Öznitelik çıkarımının amacı, sınıfa ait bilginin mümkün olan en fazlasını daha küçük boyutlara taşıyabilmektir. Başka bir ifadeyle öznitelik çıkarımının amacı k -boyutlu bir X gözlem uzayından, daha küçük l -boyutlu Y öznitelik uzayına, X uzayını mümkün olan en iyi şekilde ifade edebilen bir T dönüşümü bulabilmektir [27]. Bu dönüşüm Denklem (2.3)'de gösterilmiştir.

$$X[k \times k] \xrightarrow{T} Y[l \times l] \quad k > l \quad (2.3)$$

Görüntü işleme uygulamalarında öznitelik çıkarımı, sayısal görüntülerin şekillerinin belirlenmesi, tanınması ve sınıflandırılması gibi uygulamalarda kullanılmaktadır.

Öznitelik çıkarma işleminde, örüntü hakkındaki ilgisiz bilgilerin elenip karakteristik özelliğin elde edilmesiyle belli oranda boyut indirgeme sağlanır [28]. Ancak, boyut indirgeme sonucu elde edilen özniteliklerin tamamı gerekli olmayıp ifade sınıflandırması için önemi ve yararı olmayan bilgiler içermektedirler. Dolayısıyla önemli özniteliklerin seçilmesi kullanılan sınıflandırma algoritmaların hızlı çalışmasını, zaman kazancını ve belleğin gereksiz yere kullanılmamasını sağlayacaktır [29]. Öznitelik seçiminde çıkarılmış olan özniteliklerin ayırt edicilikleri çeşitli yöntemlerle incelenerek mevcut öznitelik kümesinden daha ayırt edici bir altküme bulunması amaçlanmaktadır [30].

Nesne sınıflandırmada öznitelik çıkarımı kritik bir rol oynamaktadır. Çıkarılan öznitelikliğin sınıflandırılacak olan nesneyi ayırt edici kılması gerekmektedir. Görsel

özniteliklerin kullanılmasındaki en önemli sebep, her bir nesnenin kendine özel görsel özniteliklerinin olmasıdır. Öznitelik çıkarımı, nesne temsili ile yakından ilgilidir. Örneğin histogram tabanlı temsillerde nesnenin renk özneliği kullanılırken, çevre çizgisi tabanlı temsillerde nesnenin kenar özneliği tercih edilmektedir. Nesne sınıflandırmada genellikle renk, şekil, kenar, optik akış ve doku gibi öznitelikler tercih edilmektedir. Sınıflandırmada kullanılan özellikler, aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Renk: Bir nesnenin rengi, ışık kaynağının ışık tayfının güç dağılımı ve nesnenin yüzey yansıma özellikleri olmak üzere iki esas fiziksel faktörden etkilenmektedir. Görüntü işleme çalışmalarında, rengi temsil etme amacıyla genellikle RGB (Red, Green, Blue – Kırmızı, Yeşil, Mavi) renk uzayı kullanılmaktadır. Bunun yanında YUV (Luminance, Chrominance, Chrominance2) ve HSV (Hue, Saturation, Value – Renk Tonu, Doygunluk, Değer) uzayları da kullanılmaktadır. Nesne sınıflandırmada hangi renk uzayının kullanılmasının daha verimli olduğuna dair kesin bir karar bulunmamaktadır.

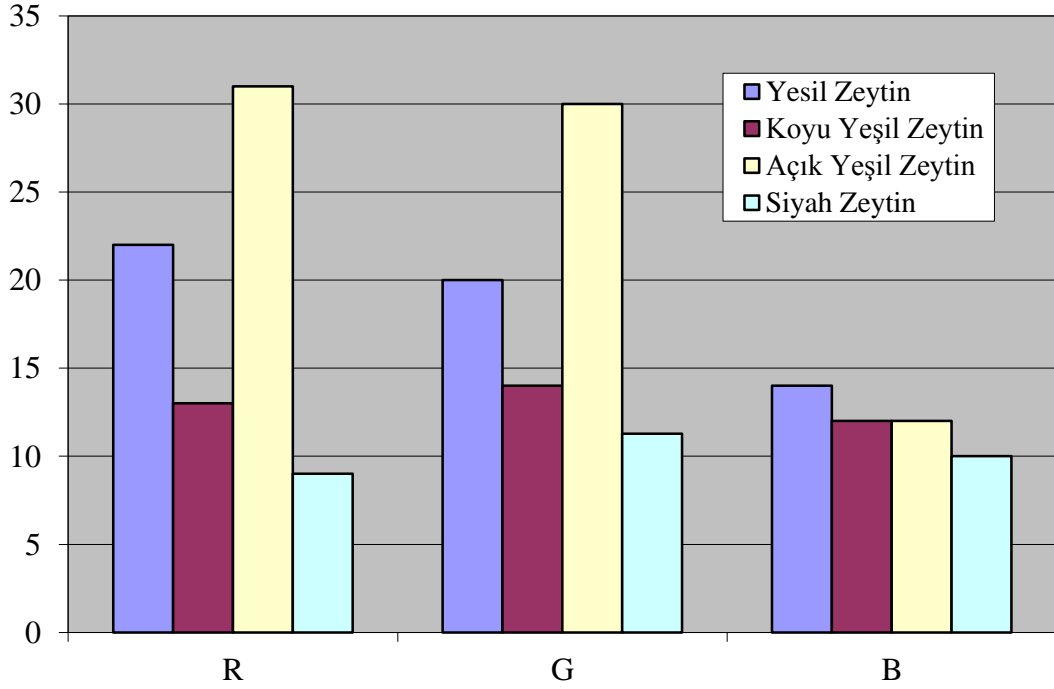
Kenar: Nesne dış çizgileri görüntü yoğunluğunda genellikle büyük değişimlere yol açmaktadır. Kenarların en önemli özelliği renk öznitelikleri ile kıyaslandığında ışık değişimlerine daha az duyarlı olmasıdır. Nesnelerin dış çizgisini kullanan algoritmalar öznitelik olarak genellikle kenar özneliğini kullanmaktadır. Sonuçlarının basitliği ve kesinliği sebebiyle en çok tercih edilen kenar bulma yaklaşımı Canny Kenar Bulma (Canny Edge Detector) yöntemidir.

Optik Akış: Optik akış, bir bölgedeki her bir pikselin ötelemesini tanımlayan yer değiştirme vektörlerinin yoğunluk alanıdır. Arka arkaya gelen görüntüdeki eş piksellerin parlaklıkları kullanılarak hesaplanmaktadır.

Doku: Doku, pürüzsüzlük ve düzenlilik gibi öznitelikleri ölçen yüzeyin yoğunluk değişim ölçüsüdür. Renk ile karşılaştırıldığında doku tanımlayıcılarını oluşturabilmek için filtre uygulama gibi ön işlemlere ihtiyaç duymaktadır. Kenar öznitelikleri gibi doku öznitelikleri de ışık değişimlerine daha az duyarlıdır [31].

Yapılan tez çalışması kapsamında, görüntü işleme kullanılarak sınıflandırma yapılabilmesi için, görüntülerden öznitelik çıkartılması gerekmektedir. RGB renk

uzayında alınan görüntünün R, G, B ortalamaları birer öznitelik olarak seçilmiştir. Bu sayede 3 boyutlu bir özellik uzayı elde edilmiştir. Öznitelik uygulaması için her sınıf için 50 adet örnek görüntü kullanılmıştır. Her sınıf için belirlenen zeytinlerin görüntülerinin ortalama R, G ve B değerleri bulunan değer olarak sınıflara atanmıştır. Böylelikle zeytinler için öznitelik belirlenmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Şekil 2.10'da zeytinlerin renklerine göre öznitelik çıkarımı gösterilmiştir.



Şekil 2.10. Zeytinlerin sınıflarına göre öznitelik çıkarımı

Tablo 2.1. Örnek zeytinlerin renk aralığına göre öznitelik çıkartımı

	R	G	B
Siyah Zeytin	9,09418	11,2801	10,6154
Koyu Yeşil Zeytin	13,1241	13,6682	12,2004
Yeşil Zeytin	21,7926	20,8791	13,7082
Açık Yeşil Zeytin	30,626	30,2463	12,0943

2.6. Sınıflandırma

Sınıflandırma, bir veri grubu içinde belirli bir sınıf oluşturan objelerin benzerliğinden yola çıkarak ve özelliklerine göre seçilerek gruplandırılması olarak tanımlanabilir. Sınıflandırma, birçok bilim dalında kullanılan bir karar verme işlemidir. Görüntü

sınıflandırma işleminde amaç, bir görüntüdeki bütün pikselleri çalışma uzayında karşılık geldikleri sınıflar veya temalar içine otomatik olarak atamak, yerleştirmektir. Diğer bir anlamda görüntüdeki objelerin segmentasyonudur. Sınıflandırma ile görüntüdeki objeler, belirlenen (ya da denetimsiz sınıflandırmada olduğu gibi sınıflandırıcı tarafından belirlenen) sınıflara ayrılarak tanımlanırlar.

Sınıflandırma işleminde dikkat edilecek konular şu şekilde sıralanabilir:

- Algılayıcı, algılama zamanı ve spektral bantların amaca uygun olarak seçimi
- Çalışma alanlarının uygun seçilmesi
- Amaca yönelik sınıflandırma algoritmalarının seçimi
- Belirlenen bu özelliklerin tüm görüntüye uygulanması ve sonuç görüntülerinde doğruluk analizlerinin yapılması

Sınıflandırmaların sonucunda ise, iki tip hataya rastlanmaktadır. Bunlar;

- Piksellerin yer alması gerekenden farklı bir sınıfa atanması (error of comission)
- Piksellerin uygun bir sınıfa atanamamasıdır (error of omission)

Bu sebeplerden dolayı, sınıflandırmayı yapmadan önce, amaca en uygun ve yukarıda bahsedilen iki hatayı en aza indirecek olan sınıflandırma yönteminin belirlenmesi gerekmektedir.

İki tip sınıflandırma yöntemi vardır:

- a. Denetimli Sınıflandırma (Supervised Classification)
- b. Denetimsiz Sınıflandırma (Unsupervised Classification)

Denetimsiz sınıflandırma yöntemi ile piksellerin, kullanıcı müdahalesi olmadan algoritmalar yardımı ile otomatik olarak kümelendirilmesi temeline dayanmaktadır. Denetimsiz sınıflandırma yöntemleri içerisinde en yaygın olarak kullanılan ISODATA (Iterative Self Organizing Data Analyses Technique, Tekrarlı veri Analizi Yöntemi) dir.

Bu yöntem karar kuralı olarak, minimum uzaklığı kullanır. Pikseller, görüntünün sol üst köşesinden başlanarak soldan sağa ve satır satır analiz edilir. Aday piksel ile her bir küme ortalaması arasında spektral uzaklık hesaplanır ve en yakın kümeye atanır.

Öncelikle istenilen sınıf sayısı kadar oluşturulan kümenin ortalaması hesaplanır. Denetimsiz sınıflandırma; görüntüdeki veri tanımlanamadığında başvurulan yöntemdir. Bu yöntemde analizi yapan kişi; sınıflandırılmış görüntüyü, verinin hangi kümeye ait olduğunu bulabilmek için başka bir referans bilgiyle kıyaslama yapması gerekmektedir.

Bu uygulamada denetimsiz sınıflandırma yöntemi ile nesnelerin RGB görüntülerinden öznitelikleri çıkartılarak, sınıflandırma işlemi yapılmıştır.

2.6.1. Öklid uzaklık metodu

Bu karşılaştırma metodunda, karşılaştırılmak istenen nesnenin örnek kümeler arasında hangisine en yakın olduğunu hesaplamak amacıyla Öklid uzaklık formülü kullanılır. Öklid uzaklığı, Pisagor Teoremi temel alınarak bir noktanın diğer noktaya olan doğrusal uzaklığının ölçüm yöntemidir [32]. Sınıflandırmada karşılaştırmak için oluşturulan veri kümelerinin sayısına göre, bilgisayar tüm veri setlerini tarayarak yeni verinin ortalamasıyla karşılaştır ve nesneyi en yakın kümeye atar. n boyutlu Öklid uzayında $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ve $M = (m_1, m_2, \dots, m_n)$ noktaları arasındaki Öklid uzaklığı Denklem (2.4)'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$\sqrt{(x_1 - m_1)^2 + (x_2 - m_2)^2 + \dots + (x_n - m_n)^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - m_i)^2} \quad (2.4)$$

Öklid uzaklık metodu görüntü işleme çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Wesolkowski vd. [4] Öklid uzaklık metodunu başka bir metot olan vektör açısı yöntemiyle karşılaştırmışlardır. K -ortalama ve yapay sinir ağları yöntemleri kullanarak bir karşılaştırma yapmışlardır. Renk karşılaştırmak için, K -ortalama ile Öklid uzaklık metodunu kullanmışlardır. Yapay sinir ağları ile de vektör açısı yöntemlerini kullanmışlardır. İki farklı algoritma incelenmiştir. Sonuç olarak bu iki yöntemin farklı durumlarda hem avantajları hem de dezavantajları olduğuna değinmişlerdir. Yapılan çalışma göstermiştir ki, vektör açıları değişen Hue değerinde güçlü kenarlar, yüksek benzerlik gösteren(değişmeyen veya az değişim gösteren) Hue değerlerinde ise zayıf kenarlar oluşturmaktadır.

RGB değerlerinin düşük olduğu değerlerde, üç kanalın birindeki küçük değişim bile iki renk arasında büyük bir açı farkı oluşturabileceği için Hue farkı değerini kullanmak yetersiz olabilmektedir. Yazarlar yaptıkları çalışmada, geliştirdikleri yeni metodun Öklid uzaklık tabanlı bölütleme metotlarının aksine, yoğunluk değişiminden etkilenmediğini ve sadece choromatic farklarda sıfırdan farklı sonuçlar ürettiğini göstermişlerdir [4].

Bu tez çalışması kapsamında, denetimsiz sınıflandırma yöntemi ile nesnelerin RGB görüntülerinden özniteliklerini çıkartılarak, sınıflandırma işlemi yapılması hedeflenmiştir. RGB (Red, Green, Blue) uzayında alınan üç bant görüntüsünün tek bant için üç ayrı görüntüye dönüştürülmesi gerekmektedir. Üç ayrı görüntünün histogramının küçük parçalara bölünmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Her küçük parçada bulunan piksel sayısının ortalamasının çıkarılması ve en küçük uzaklık (Öklid uzaklığı) baz alınarak görüntüdeki nesnenin en yakın kümeye ait olduğu düşünülmektedir. RGB uzayında alınan görüntü Red, Green ve Blue olmak üzere üç görüntüye dönüştürülmüştür. Bu ayırım gerçekleştikten sonra her bir kanal için histogram değerleri bulunur. Görüntünün içerdiği piksel değerlerinin ağırlığını belirten grafiksel bir gösterim olan histogram kullanılmıştır. Bir görüntüde yer alan piksellerin alabileceği değere (0-255) karşılık, görüntüde o değerin aldığı piksel sayısının grafiğidir. Histogramın ilk değerleri piksellerin siyah tona yakın olduğunu, 255'e yakınlığı ise beyaz tona yakın olduğunu göstermektedir. Histogram, küçük parçalara bölünür ve her parça için bulunan piksel miktarının ortalama alınması işlemi gerçekleştirilir. Bölme işlemindeki amaç, karşılaştırılacak görüntü ile örnek görüntü arasında histogramları ile bir ilişki kurmaktır. Karşılaştırılan iki görüntüdeki piksellerin ifade ettiği tonlar için görüntüde olan piksel sayılarının ortalaması Red, Green ve Blue uzayı için ayrı ayrı bulunmaktadır. Örneğin, bu tez çalışmasında uygulamamızda 0-255 arasında olan renk aralığı 5 parçaya bölünmüş ve her parça içinde kalan piksel miktarının ortalaması hesaplanmaktadır. Sonrasında Red, Green ve Blue uzayları için ayrı ayrı hesaplanan bu değerler için ortalaması alınmıştır. Böylelikle toplamda 51 adet değer elde edilmiştir. Öznitelik uygulaması kullanılarak sınıflandırma işleminin gerçekleştirilebilmesi için en az iki tane karşılaştırma parametresi gerekmektedir. Sınıflandırma işlemi için açık yeşil zeytin, yeşil zeytin, koyu yeşil zeytin ve siyah zeytin olmak üzere dört farklı sınıf belirlenmiştir. Her bir

sınıf için 50 farklı örnek alınarak sınıflar oluşturulmuştur. Öznitelik olarak ise RGB görüntü uzayının ortalamaları seçilmiştir. Her yeni alınan görüntüde tespit edilen zeytinin hangi sınıfa ait olduğunu belirlemek için zeytinin RGB ortalaması bulunur ve bulunan bu değer her bir sınıfa olan Öklid uzaklığına bakılır. Öklid uzaklığına aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. Üç kanal olarak histogram değerleri çıkarılan zeytinlerin gösterimi Denklem (2.5)'deki gibidir.

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & . & . & . & 255 \\ 0 & 1 & . & . & . & 255 \\ 0 & 1 & . & . & . & 255 \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

Buradaki değerler küçük küplere bölünerek;

Öklid uzaklık metodundaki parametreleri μ_x aranan zeytinin ve μ_m ise sınıflandırma işleminde kullanılan örnek zeytinin gösterimi olarak gösterilmiştir. Denklem (2.6)'da örnek zeytinler için kullanılan ortalama piksel değerleri gösterilmektedir.

$$\mu_{mOrt.} = [\mu_{mRGB_1} \quad \mu_{mRGB_2} \quad . \quad . \quad . \quad \mu_{mRGB_{50}} \quad \mu_{mRGB_{51}}] \quad (2.6)$$

Dört farklı sınıf örnek zeytin için elde edilen değerler, Denklem (2.7)-Denklem (2.10) arasında gösterilmiştir.

$$\mu_{mOrt.}(A.Y) = [\mu_{mRGB_1} \quad \mu_{mRGB_2} \quad . \quad . \quad . \quad \mu_{mRGB_{50}} \quad \mu_{mRGB_{51}}] \quad (2.7)$$

$$\mu_{mOrt.}(Y) = [\mu_{mRGB_1} \quad \mu_{mRGB_2} \quad . \quad . \quad . \quad \mu_{mRGB_{50}} \quad \mu_{mRGB_{51}}] \quad (2.8)$$

$$\mu_{mOrt.}(K.Y) = [\mu_{mRGB_1} \quad \mu_{mRGB_2} \quad . \quad . \quad . \quad \mu_{mRGB_{50}} \quad \mu_{mRGB_{51}}] \quad (2.9)$$

$$\mu_{mOrt.}(S) = [\mu_{mRGB_1} \quad \mu_{mRGB_2} \quad . \quad . \quad . \quad \mu_{mRGB_{50}} \quad \mu_{mRGB_{51}}] \quad (2.10)$$

Denklem (2.11)'deki değerler aranan zeytinin ortalama piksel değerleridir.

$$\mu_{xOrt.} = [\mu_{xRGB_1} \quad \mu_{xRGB_2} \quad . \quad . \quad . \quad \mu_{xRGB_{50}} \quad \mu_{xRGB_{51}}] \quad (2.11)$$

Denklem (2.12)-Denklem (2.15) arasındaki işlemler yapıldığı zaman dört farklı değer bulunacaktır. Bulunan bu değerlerin en küçüğü, hangi sınıfa ait olduğunu belirlemektedir.

$$\text{Öklid}_1 = \sqrt{(\mu_{xRGB_1} - \mu_{mRGB_1A.Y})^2 + (\mu_{xRGB_2} - \mu_{mRGB_2A.Y})^2 + \dots + (\mu_{xRGB_{51}} - \mu_{mRGB_{51}A.Y})^2} \quad (2.12)$$

$$\text{Öklid}_2 = \sqrt{(\mu_{xRGB_1} - \mu_{mRGB_1Y})^2 + (\mu_{xRGB_2} - \mu_{mRGB_2Y})^2 + \dots + (\mu_{xRGB_{51}} - \mu_{mRGB_{51}Y})^2} \quad (2.13)$$

$$\text{Öklid}_3 = \sqrt{(\mu_{xRGB_1} - \mu_{mRGB_1K.Y})^2 + (\mu_{xRGB_2} - \mu_{mRGB_2K.Y})^2 + \dots + (\mu_{xRGB_{51}} - \mu_{mRGB_{51}K.Y})^2} \quad (2.14)$$

$$\text{Öklid}_4 = \sqrt{(\mu_{xRGB_1} - \mu_{mRGB_1S})^2 + (\mu_{xRGB_2} - \mu_{mRGB_2S})^2 + \dots + (\mu_{xRGB_{51}} - \mu_{mRGB_{51}S})^2} \quad (2.15)$$

Denklem (2.16)'a göre elde edilen değerler arasındaki en küçük değer, Denklem (2.17)'deki dört sınıftan birine ait olacak şekilde, ilgili sınıfa atanmış olur.

$$\min[\text{Öklid}_1 \quad \text{Öklid}_2 \quad \text{Öklid}_3 \quad \text{Öklid}_4] \quad (2.16)$$

$$\min[A.Y \quad Y \quad K.Y \quad S] \quad (2.17)$$

Burada incelemekte olduğumuz zeytinin Red, Green, Blue kanallarına ait ortalama değerler ve önceden alınan örnek çalışmaya ait değerler ile Öklid uzaklığı yöntemi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucu en yakın uzaklığı veren değere göre hangi zeytin sınıfına ait olduğu belirlenmiştir.

2.6.2. Mahalanobis uzaklık metodu

Uzayda iki nokta arasındaki mesafeyi ölçmek için kullanılan en temel uzaklık ölçütü Öklid uzaklığıdır. Matematiksel olarak ifade edersek herhangi x ve m noktaları (vektörleri) arasındaki Öklid uzaklığı Denklem (2.18)'de verildiği gibi elde edilir [33].

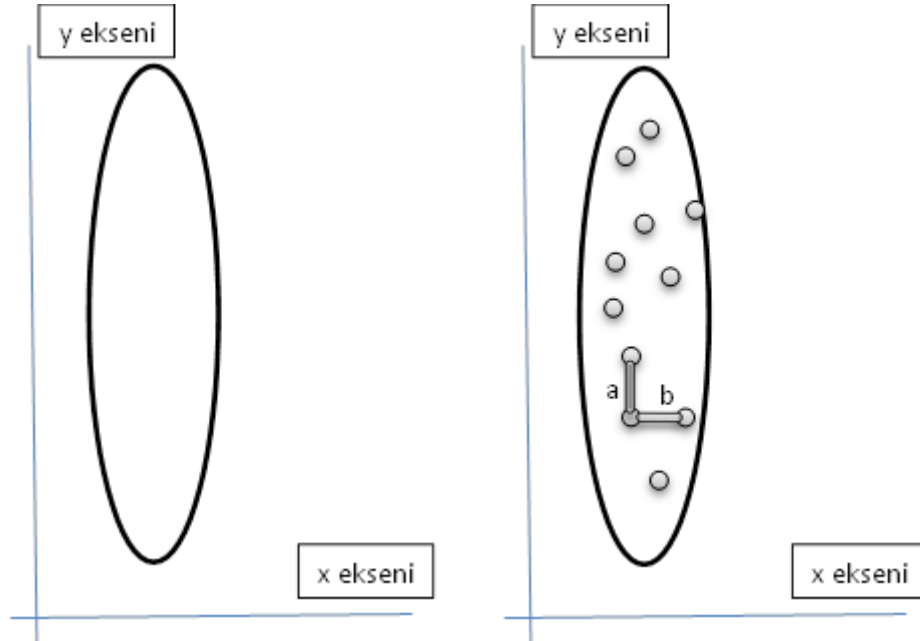
$$d = \|x - m\|_2 = \sqrt{(x - m)'(x - m)} \quad (2.18)$$

Bu uzaklık, bahsi geçen iki nokta dışındaki bilgileri hesaba katmamaktadır. Bu noktaların tanımlı olduğu eksenlerin birimlerini eşit kabul etmektedir. Fakat gerçekte

farklı birimlerin aralarındaki uzaklık Öklid uzaklık formülü ile hesaplanamaz. Eksenlerin birimleri genelde birbirinden farklı değerlerde ve farklı değişimlere sahiptirler.

Basit ve anlaşılır bir örnek vermek gerekirse armutlarla elmalar toplanamaz. Örneğin bir eksen boyunca değerler -100 ile 100 arasında seyrederken, diğer eksendeki değerler 0,1 ile 0,2 arasında farklılık gösteriyor olabilir. Hal böyle iken bir eksendeki 5 birimlik farkı ciddiye almazken, diğer ekseninde çok aykırı bir konuma taşımaktadır. Gerçek hayattaki uygulamalarda bu yöntemin yerine (Öklid uzaklık yöntemi), Mahalanobis uzaklık yönteminin daha iyi sonuçlar verdiği yapılan araştırmalar sonucunda görülmektedir. Başta istatistik olmak üzere, aralarında bilgisayar bilimlerinin de bulunduğu pek çok alanda kullanılan bir mesafe ölçüm sistemi olarak Mahalanobis uzaklık metodu bilinmektedir. Diğer ölçüm sistemlerinden en belirgin farkı, mesafe ayırımını elipsel bir düzlem üzerinde yapmasıdır. Basit bir elipsi ele alırsak;

Şekil 2.11’de elipsin x eksenindeki genişliği, y eksenindeki boyuna göre daha kısadır. Bu durumda elips üzerinde dağılmış olan noktaların da aralarındaki mesafe göreceli olarak daha farklı değerlendirilmelidir.



Şekil 2.11. Öklid ve Mahalanobis mesafesi [33]

Yukarıdaki şekilde verilen a ve b uzaklıkları arasındaki Öklid mesafesi aynı olmasına rağmen, Mahalanobis mesafesi farklı olmaktadır. Bunun sebebi elipsin boyu ve eni arasındaki boyut farkıdır.

Buradaki en ve boy farkını iki stokastik sürecin kovaryansı olarak düşünmek de mümkündür. Örneğin bir şirketteki çalışanların maaşları ve yaşları iki boyutlu uzayda gösterilmek istensin. Bu durumda yaşlar arasındaki mesafe ile (örneğin 5 yaş fark olması durumu) maaşlar arasındaki fark (örneğin 500 lira fark olması durumu) aynı cinsten değildir. Örnekte görüldüğü üzere, maaşlar çok daha yüksek değerlerle mesafe belirtmektedir.

Komşuluğa bağlı sınıflandırma yapmak (ör: en yakın komşu), noktaları öbeklemek veya aykırı noktaları bulmak için geliştirilen algoritmalarda kullanmak amacıyla daha uygun bir uzaklık ölçütü istenmektedir. Mahalanobis uzaklığı bu durumlarda kullanılacak uygun bir uzaklık ölçütüdür. Mahalanobis uzaklığı iki noktanın arasındaki mesafeyi hesaplamak için veriden hesaplanan kovaryans matrisini hesaba katar. Dolayısıyla diğer noktaların davranışını da hesaba katmış olur.

Mahalanobis uzaklığını matematiksel olarak ifade edecek olursak;

Denklem (2.19)'da verilen n adet değişkenden oluşan bir vektörün ortalama değerleri (mean) için Denklem (2.20)'deki gibi gösterilsin.

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ x_n \end{bmatrix} \quad M = \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \\ m_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ m_n \end{bmatrix} \quad (2.19)$$

Ayrıca kovaryans matrisi olarak, S gösterimi kullanılıyor olsun. Bu durumda Mahalanobis mesafesi Denklem (2.20)'deki hesaplanmaktadır.

$$D(x, m) = \sqrt{\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} m_1 \\ m_2 \\ m_3 \\ \vdots \\ m_n \end{pmatrix}}^T S^{-1} ([x_1 \ x_2 \ x_3 \ \dots \ x_n] - [m_1 \ m_2 \ m_3 \ \dots \ m_n]) \quad (2.20)$$

Buna göre Mahalanobis mesafesi, değer vektörü ile ortalamaların farkının, kovaryans matrisinin tersi ve yine değer vektörü ile ortalamaların farkının tersyüzünün (transpose) çarpımlarının karekökü olarak hesaplanır. Bu durum ise Denklem (2.21)'deki formül ile özetlenebilir:

$$D_M(x) = \sqrt{(x - m)^T S^{-1} (x - m)} \quad (2.21)$$

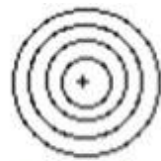
Denklem (2.21)'deki formül iki örnek için hesaplanacak olursa (örneğin yukarıdaki elips çiziminde bulunan iki değeri düşünelim), Denklem (2.22)'deki ifade elde edilir.

$$d(\vec{x}, \vec{m}) = \sqrt{(\vec{x} - \vec{m})^T S^{-1} (\vec{x} - \vec{m})} \quad (2.22)$$

Ayrıca kovaryans matrisinin köşegen matrisi olması halinde (diagonal matrix), formül Denklem (2.23)'de olduğu gibi sadeleştirilebilir:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - y_i)^2}{\sigma_i^2}} \quad (2.23)$$

Ayrıca Mahalanobis mesafesinin, diğer mesafeler ile benzerliğinin anlaşılması için Şekil 2.12'de bu farklılık gösterilmiştir.



Öklit Mesf.



Mahalanobis

Şekil 2.12. Mahalanobis ve Öklid arasındaki farklılık gösterimi [33]

Bu metodun görüntü işleme metodu olarak uygulanmasında ilk aşama, karşılaştırma yapılabilmesi için örnek kümelerin kaydedilmesidir. Bu aşamaya nesnenin öğretilme aşaması da denilebilir. Öncelikle örneklenecek kümeler belirlenir ve sırayla her kümenin ortalama değeri ve standart sapması bulunur. Yapılan bu tez çalışmasında, renklerine göre her zeytin çeşidinin (açık yeşil zeytin, yeşil zeytin, koyu yeşil zeytin ve siyah zeytin) Red, Green ve Blue uzayındaki piksel değerlerinin ortalaması ve standart sapması kümelerin değerleridir. Bu değerler ile hangi kümeye ait olduğu bulunmaya çalışılan zeytinin Red, Green, Blue uzayındaki ortalama ve standart sapma değerleri Mahalanobis uzaklık formülünde yerine yerleştirilerek, zeytinin hangi kümeye ait olduğu bulunabilir. Mahalanobis uzaklık formülü her örnek küme için karşılaştırılacak zeytine uygulandığında, her örnek küme için bir Mahalanobis uzaklığı elde edilir. Bu işlemlerin sonucunda; hangi kümeye ait olduğu aranan zeytinin, Mahalanobis uzaklığı en düşük çıkan kümeye ait olarak atanmaktadır.

Mahalanobis yöntemini görüntü işleme uygulamasında gerçekleştirebilmek için, Öklid uzaklık metodunda olduğu gibi belirli sınıflar gerekmektedir. Sınıflar, farklı dört zeytin çeşidi için örnek veri kümeleri oluşturulmuştur. İlgili sınıflar açık yeşil, yeşil, koyu yeşil ve siyah olmak üzere dört farklı zeytin sınıfı belirlenmiştir. Her bir sınıf için 50 farklı örnek alınarak sınıflar oluşturulmuştur. Öznitelik olarak ise RGB görüntü uzayının ortalaması ve standart sapma değerleri kullanılmıştır. Örnek zeytin kümesi için Red, Green, Blue değerlerinin ortalaması kullanılmıştır. Standart sapmaları da aynı şekilde örnek olarak algoritmada hesaplanmıştır.

Uygulama olarak kullanılan genel Mahalanobis uygulamasındaki denklemin parametreleri zeytinlerin belirlenmesi işleminde kullanılmıştır. Buradaki parametreler μ_x aranan zeytinin ve μ_m ise sınıflandırma işleminde kullanılan örnek zeytinin, ortalama R, G ve B değerleri olarak verilmiştir. Mahalanobis metodunun ilk terimi Denklem (2.24)'de görüldüğü gibidir.

$$[\mu_x - \mu_m] = [(\mu_{xR} - \mu_{mR}) (\mu_{xG} - \mu_{mG}) (\mu_{xB} - \mu_{mB})] \quad (2.24)$$

Denklem (2.25)'deki matrisin elemanları kullanılarak formülün ikinci kısmı oluşturulmaktadır.

Mahalanobis metodunun ikinci terimi, Denklem (2.26)'da görüldüğü gibidir.

Buradaki S matrisinin elemanları; σ_R^2 , σ_G^2 ve σ_B^2 olarak alınmış olup, 3x3'lük matris şeklinde yazılır.

$$S = \begin{bmatrix} \sigma_R^2 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_G^2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_B^2 \end{bmatrix} \quad (2.25)$$

$$S^{-1} = \begin{bmatrix} 1/\sigma_R^2 & 0 & 0 \\ 0 & 1/\sigma_G^2 & 0 \\ 0 & 0 & 1/\sigma_B^2 \end{bmatrix} \quad (2.26)$$

Son olarak üçüncü terim olarak, $[\mu_x - \mu_m]^T$ değeri Denklem (2.27)'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$[\mu_x - \mu_m]^T = \begin{bmatrix} \mu_{xR} - \mu_{mR} \\ \mu_{xG} - \mu_{mG} \\ \mu_{xB} - \mu_{mB} \end{bmatrix} \quad (2.27)$$

Bu üç terim Denklem (2.20)'de yerine konulursa, Denklem (2.28) elde edilir.

$$D(x, m) = \sqrt{[\mu_x - \mu_m] \begin{bmatrix} 1/\sigma_R^2 & 0 & 0 \\ 0 & 1/\sigma_G^2 & 0 \\ 0 & 0 & 1/\sigma_B^2 \end{bmatrix} [\mu_x - \mu_m]^T} \quad (2.28)$$

Denklem (2.28)'deki gerekli işlemler yapıldığında Denklem (2.29) son denklem olarak bulunmaktadır.

$$D = \left[\frac{(\mu_{xR} - \mu_{mR})^2}{\sigma_R^2} + \frac{(\mu_{xG} - \mu_{mG})^2}{\sigma_G^2} + \frac{(\mu_{xB} - \mu_{mB})^2}{\sigma_B^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.29)$$

Bu formül dört sınıf olarak belirlenmiş zeytinler için, ayrı ayrı görüntü işleme algoritmasında uygulanmıştır. Öklid uzaklık metodunda olduğu gibi çıkan değer hangi sınıfa en yakın ise o sınıfa atama işlemi yapılır.

Denklem (2.30)'da gösterildiği gibi, açık yeşil zeytin için yapılan uygulamanın formül üzerinde gösterimi mevcuttur. Diğer üç sınıf (yeşil zeytin, koyu yeşil zeytin ve siyah zeytin) için de Mahalanobis uzaklık metodu kullanılarak başarılı bir sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir.

$$D_{(A,Y)} = D(A,Y) = \left[\frac{(\mu_{xR} - \mu_{mR(A,Y)})^2}{\sigma_{R(A,Y)}^2} + \frac{(\mu_{xG} - \mu_{mG(A,Y)})^2}{\sigma_{G(A,Y)}^2} + \frac{(\mu_{xB} - \mu_{mB(A,Y)})^2}{\sigma_{B(A,Y)}^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.30)$$

2.7. RGB den HSV ye Aktarılma

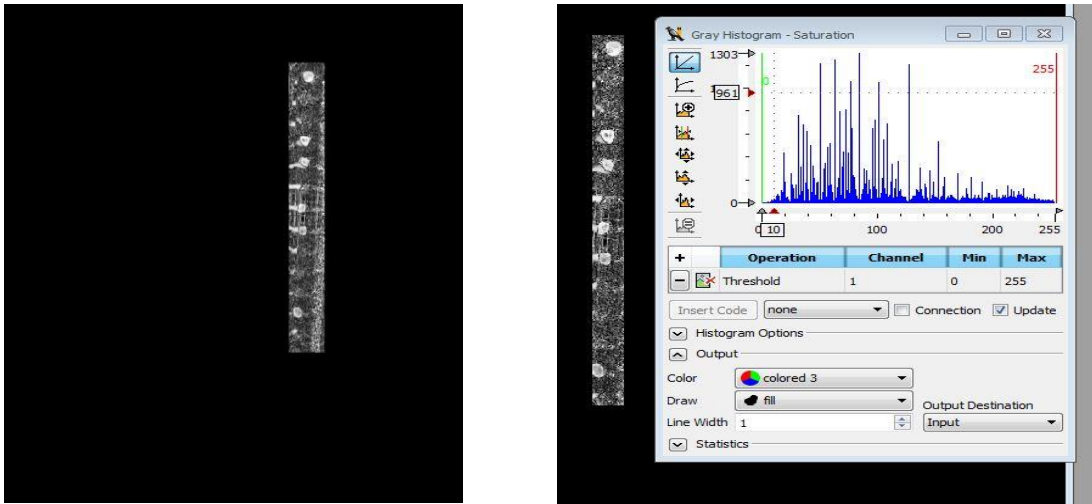
HSV renk uzayı renkleri içerdiği RGB değerlerine göre değil, Hue (Renk Özü), Saturation (Doymunluk) ve Value (Parlaklık) değerlerine göre belirten bir renk uzayı türüdür. 1978 yılında Alvy Ray Smith tarafından RGB uzayına göre insan görme sistemine daha benzer bir yapı oluşturmak amacıyla tanımlanmıştır. H değeri 0-360° arasında değişirken, renklerin öz değerleri değişir. Ancak H sabit olarak seçilir ve diğer değerler (S V) 0-100 arasında değiştirilirse aynı rengin farklı doymunluk ve parlaklıktaki değerleri elde edilir. Bu özelliğinden dolayı HSV renk temelli ayırma işlemlerinde sıklıkla tercih edilir. RGB renk uzayında parlaklığa bütün bileşenlerin etkisi bulunmakla beraber HSV uzayında ise RGB uzayından farklı olarak parlaklığa sadece H değerinin etkisi vardır. Bu yüzden V değeri boyunca gidildiğinde renk bileşeni sabit kalmaktadır. Geliştirilen sistemde kameradan alınan görüntü RGB görüntüdür. Öncelikli olarak kameradan alınan görüntü RGB renk uzayından HSV renk uzayına dönüştürülmüştür. RGB uzayından HSV uzayına dönüştürülmüş resimler üzerinde deneme yanılma yoluyla belirlenen bir eşik uygulanmıştır. Alınan resimlerden Hue ve Saturation değeri belirlenen eşik üstünde olan zeytinler yeşil zeytin olarak kabul edilmiştir.

Bu uygulamada başlangıç olarak, kapalı sistemden alınan ilk görüntü ile çalışma başlamaktadır. Alınan ilk görüntüde çalışma alanı olan bölge belirlenir (tambur üzerinde zeytinlerin bulunduğu bir dikdörtgen oluşturulur). Başlangıç görüntüsünden dikdörtgen olarak belirlenen görüntü çıkartılarak sadece çalışma yapılacak bölge kalmaktadır. Bu işlem yapıldıktan sonra elimizdeki mevcut görüntüyü RGB renk uzayından HSV renk uzayına dönüşümü yapılır.



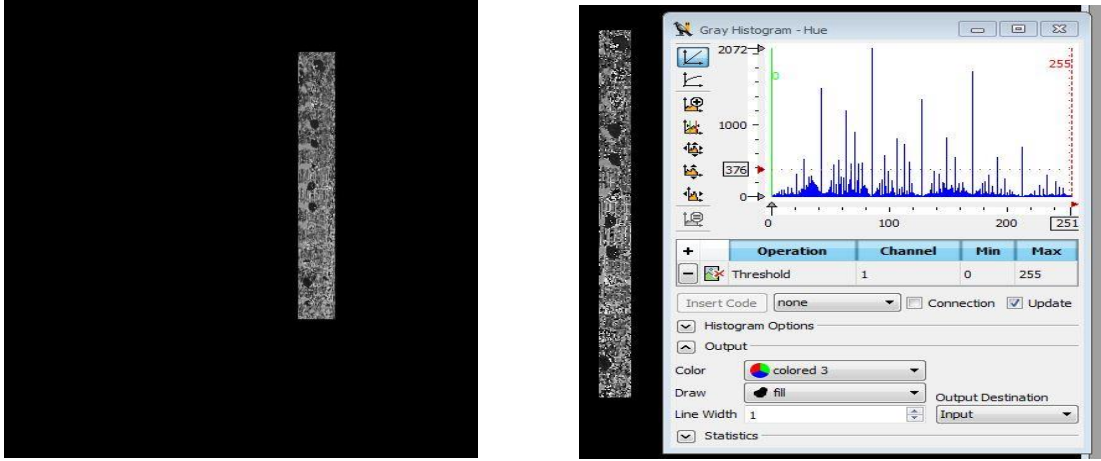
Şekil 2.13. HSV metodu için alınan örnek görüntü

HSV uygulamasında; Saturation uzayında yeşil zeytinler beyaza yakın olan gri tonlar olarak, diğer koyu renkler ise siyaha yakın tonlar gibi gösterilmiştir. Hue uzayında ise yeşil zeytinler siyaha yakın tonlar olarak görüldüğü gösterilmiştir. Burada Hue uzayındaki ve Saturation uzaylarındaki bu özellikten faydalandığı görülmektedir. İlk olarak saturation uzayındaki görüntüye eşik seviyesi uygulaması yapılarak (150-255) beyaz tona yakın pikseller diğerlerinden ayrılmaktadır. Şekil 2.14’de Saturation uzayındaki eşik seviyesi uygulanan görüntü ve histogramı gösterilmiştir.



Şekil 2.14. HSV uygulamasında alınan görüntünün Saturation uzayındaki histogram

Şekil 2.15’de Hue uzayındaki görüntüye eşik seviyesi uygulanarak, yeşil zeytinlerin siyaha yakın ton olarak gösterilmesi sağlanmıştır. Şekil 2.15’de Hue uzayındaki eşik seviyesi uygulanan görüntü ve histogramı yer almaktadır.



Şekil 2.15. HSV uygulamasında alınan görüntünün Hue uzayındaki histogram

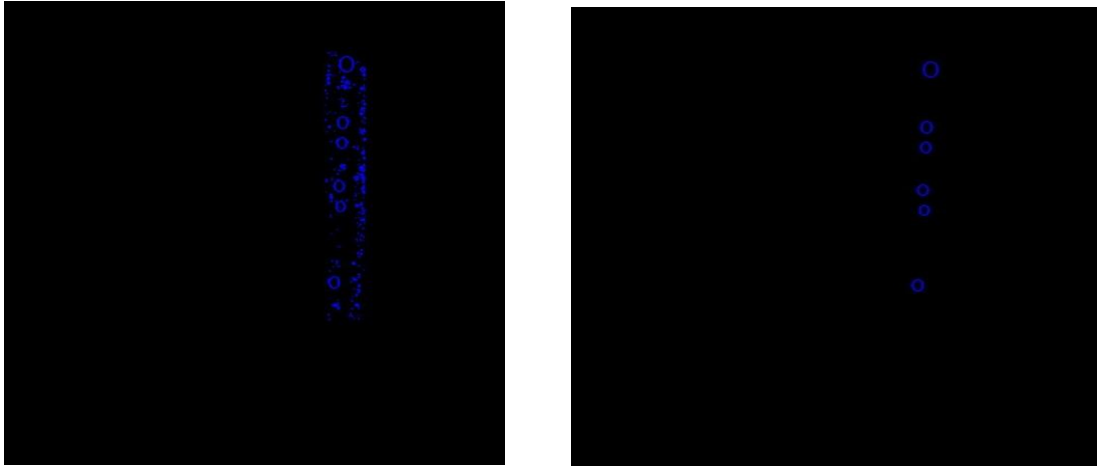
Saturation uzayındaki eşik seviyesi uygulanan görüntü, Hue uzayından çıkartılmıştır. Saturation uzayında eşik seviyesi uygulanarak beyaza yakın tonlar alınmıştır. Böylelikle yeşil zeytinler ile birlikte diğer beyaz tona yakın cisimler de seçilmiş olarak gösterilmiştir. Hue uzayında belirlenen yeşil zeytinler ise siyah olarak gösterilmiştir. Saturation uzayında, yeşil zeytinlerin beyaz gözükmesi tersliği kullanılarak beyaz tona yakın gürültü noktaları giderilmeye çalışılmıştır. Bu çıkarma işlemi sonucunda elde edilen görüntüye bir eşik seviyesi (0-50 aralığında) daha uygulanmıştır. Şekil 2.16'de çıkarım sonucundaki ve eşik seviyesi uygulanan görüntüler mevcuttur.



Şekil 2.16. HSV uygulamasında alınan görüntünün gürültü giderilmesi

Görüntüde olan beyaz gürültüler biraz daha giderilmesi sağlanarak siyah ton olarak görülen yeşil zeytinlerin, daha net bir şekilde bulunması hedeflenmektedir. Siyah ton olarak görülen yeşil zeytinlere, tekrar eşik seviyesi uygulamadaki amaç yeşil zeytinlerin daha net olarak bulunmasını sağlamaktır. Sonrasında dairesel

yapılandırma elemanı ile bulunan nesnelerin çevresi kapatılır. Bulunan bütün objeler yuvarlak içine alınmıştır. Bulunan parçaların çevresine çember çizilerek tam yuvarlak şekiller elde edilmektedir. Böylelikle bulunan nesnelerin geometrik şekil bozuklukları giderilerek çember haline dönüştürülmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Çember içindeki bölgelerin alanı, 200 ile 1000 arasında olan her şekil seçilip ayıklanmış olup, diğerleri göz önünde bulundurulmamıştır. Böylelikle zeytinlerin alanı, diğer bulunan gürültülere göre çok çok büyük olduğundan, sadece ilgili yeşil zeytinler seçilmiş olur.



Şekil 2.17. Görüntüde belirlenen zeytin haricindeki, parazit parçaların yok sayılması için ortalama bir alan belirlenmesi

2.8. Konum Bilgilerinin Tespiti ve Gönderilmesi

Bundan sonraki işlem görüntü işleme ile yeşil zeytinlerin belirlenmesidir. Şekil 2.17’de görülen tambur üzerinde zeytinlerin düşebileceği 15 adet yer bulunmaktadır. Buraya düşen yeşil zeytinler görüntü işleme sonucu belirlenip, buldukları yer bilgileri, kontrol kartına gönderilir ve yeşil zeytinlerin bulunduğu yerdeki valflerin kontrolü ile yeşil zeytinler tambur üzerinden atılır. Bu işlemi yapmak için Halcon yazılımında gerçekleştirilen, görüntü işleme algoritması bulunan yeşil zeytinlerin, tambur üzerindeki konumlarının yani hangi yerde konumlandığını bulması gerekmektedir.

Konum belirleme işlemi için sistemin ve kameranın durduğu noktanın sabit olması gerekmektedir. Kameradan alınan görüntü kullanılarak geometrik bir denklem

oluşturulur ve yeşil zeytinlerin olduğu noktalar bulunur. Zeytinlerin buldukları konumları belirlemek için X koordinatındaki değerleri kullanılmaktadır.

Ayrıca sistemde beş adet tambur (A, B, C, D, E numaralı) bulunduğu için yeşil zeytinlerin hangi tamburun hangi konumunda olduğunu ayrı ayrı belirtmek gerekmektedir. Bu nedenle bulunan zeytinlerin Y koordinat değerleri (sütun numaraları) karşılaştırıldığında zeytinlerin hangi tamburda oldukları da bulunabilir. Başlangıçta ilgili çalışma alanı manuel olarak çizilmiştir. Sistem tam olarak oluşturulduğunda dikdörtgen çizimi manuel olarak değil, dikdörtgen koordinatları girilerek otomatik olarak yapılmaktadır. Her deneme için aynı ölçülerde bir dikdörtgen çizdirilmiştir. Böylece oluşturulan matematiksel benzerlik her seferinde doğru sonucu vermiştir.

Gerçekleştirilen konum belirleme çalışmasından sonra, yeşil zeytinlerin hangi konumda oldukları belirlenmiştir. Geliştirilen görüntü işleme algoritması ile belirlenen yeşil zeytinlerin konumları seriport yardımıyla valf kontrol kartına bilgi olarak gönderilmektedir. Gelen bilgiye göre ilgili konumdaki valfler aktif edilerek, hava yardımıyla yeşil zeytinler istenilen bölmeye aktarılır. Bu uygulama HSV renk uzayında yapılan zeytin konum belirleme çalışmasıdır. RGB uzayında yapılan, Öklid uzaklık metodu ve Mahalanobis uzaklık metotlarında kullanılan zeytin konum belirleme çalışması benzer şekilde gerçekleştirilmiştir.

2.9. Yeşil Zeytinlerin Ayıklanması

Sistemin son aşaması olan kısım, geliştirilen görüntü işleme algoritması tarafından belirlenen yeşil zeytinlerin ayıklanması işlemidir. Kullanılan sistemde mekanik olarak iki adet zeytin ayırma haznesi mevcuttur. Sistemin mekanik görüntüsü Şekil 2.18'de gösterilmiştir.



Şekil 2.18. Sistemin mekanik görüntüsü

Haznelerin bir tanesi valflerin hizasında, diğeri ise tamburların altında bulunmaktadır. Mekanik sistem tasarlanırken yeşil zeytinler, hava ile birinci hazneye atılması siyah zeytinlerin ise motorun dönme işlemini gerçekleştirmesi ile tamburun altında bulunan ikinci hazneye aktarılması düşünülmüştür. Hava ile aktarma işleminde valflerin çalışma aralığı, kullanılan kompresör ve basınç şiddeti önemli etkenler olarak belirlenmiştir. Bu uygulama için istenilen özellik, yeşil zeytinlerin en kısa sürede ayrılma işleminin gerçekleştirilmesidir. Sistemin hızlı cevap vermesi istenildiği için, valflerin kısa süre içinde aktif edilmesinin çok önemli olduğu anlaşılmıştır. Yapılan uygulamanın başlangıç çalışmalarında, bütün valflerin aynı anda tetiklenme işlemi denenmiştir. Ancak bütün valfler aynı anda tetiklendiğinde, kullanılan kompresörün yetersiz kaldığı belirlenmiştir. Başlangıç uygulamasında kullanılan kompresör değiştirilerek, yüksek debili başka bir kompresör kullanılmasına rağmen aynı problemle tekrar karşılaşıldığı görülmüştür. Ayrıca bahsedilen sorunu aşmak için, yüksek basınçlara çıkılması hedeflenmiştir. Yüksek basınçlarda çalışıldığında, zeytine zarar verdiği anlaşılmaktadır. Bu sorunların üstesinden gelmek için valflerin tek tek tetiklenmesine karar verilmiştir. Deneme yanılma ile yapılan çalışmalar sonucunda, valflerin sıralı bir şekilde çalışabilmesi için 2,2 bara ihtiyaç olduğu belirlenmiştir. Böylelikle kullanılan kompresör 2,2 bar olarak ayarlanmıştır. Bu basınç değeri, hem zeytine zarar vermediği hem de valflerin sıralı bir şekilde çalışmasına imkân sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca valflerin sıralı olarak açılıp kapanması için zaman belirlenmiştir. Buradaki önemli nokta kompresörün arka arkaya aynı basınç değerine ulaşabilmesi için gerekli zaman ve

kontrol kartının cevap verme zamanının en uygun değer olarak belirlenme işlemidir. 0,05 saniye, valflerin sıralı bir şekilde ve aynı basınç değeri ile çalışabilmesi için yeterli bir zaman olarak belirlenmiştir. Böylelikle bulunan yeşil zeytinler çok hızlı bir şekilde istenilen hazneye gönderilmiştir. Ayrıca hava ile atılan zeytinlerin istenilen hazneye düşmesi için bir ara mekanizma gerektiği belirlenmiştir. Hava ile vurulan zeytin mekanizmaya yumuşak bir şekilde çarparak hazneye düşebilir. Bu mekanizma yumuşak bir malzemededen yapılmasının önemi yapılan çalışmalar sonucunda görülmüştür. Sert malzeme kullanıldığında zeytinlere hasar verdiği görülmüştür.

3. SİSTEMİN ELEKTRONİK VE MEKANİK TASARIMI

Bu bölümde sistem üzerinde kullanılan elektronik uygulamalardan ve mekanik yapıdan bahsedilmiştir. Mekanik tasarımın oluşturduğu parçalara yer verilmiştir. Ayrıca sistemin görüntü işleme kısmında uygulanan algoritmanın, elektronik kart ile bir araya getirilmesi anlatılmıştır.

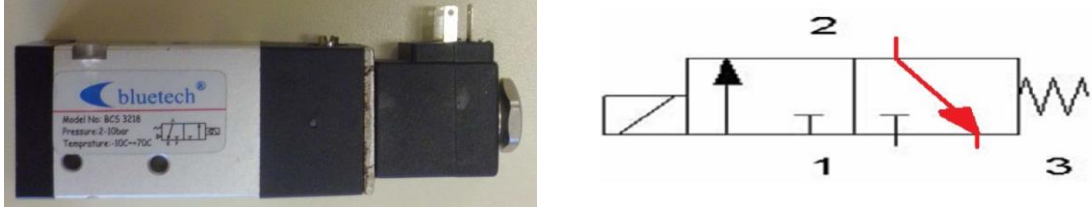
3.1. Elektronik Tasarım

Günümüzde en temel basit bir sistemden en karmaşık sisteme kadar hayatımızdaki birçok ürün elektronik olarak çalışmaktadır. Yapılan çalışmada elektronik olarak valflerin tetiklenmesi için kontrol kartı geliştirilmiştir. Ayrıca sistem üzerinde monte edilmiş valfler PLC kullanılarak da cevap verme süreleri incelenmiştir. Siemens S7-1200 PLC modülü ile tasarlanan kontrol kartı karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda iki elektronik sistemin avantajları ve dezavantajları yorumlanmıştır.

3.1.1. Valf kontrol kartı

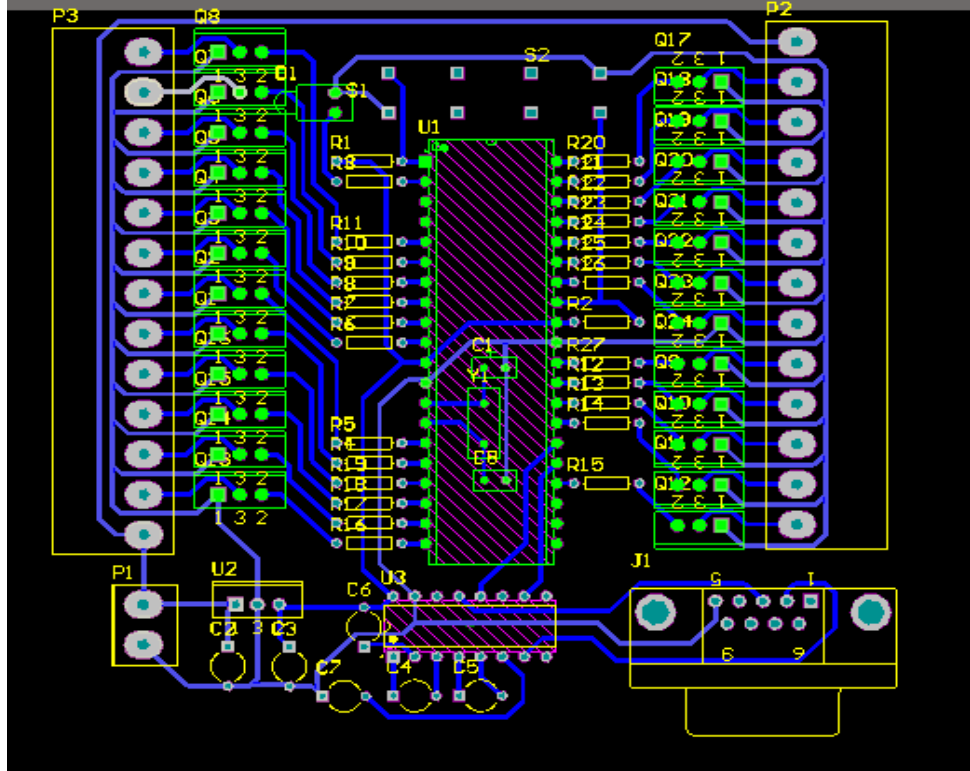
Yapılan tez çalışması kapsamında selenoid valf kullanılmıştır. Selenoid kumandalı valfler, pnomatik ve elektrik enerjisinin avantajlarından faydalanırlar. Bunlar elektropnomatik çeviriciler olarak adlandırılır ve işaret çıkışı için bir pnomatik valften ve bir elektrikli anahtarlama elemanından (selenoid bobin) meydana gelir. Selenoid bobine elektrik gerilimi uygulanırsa elektromanyetik bir kuvvet oluşur. Bu kuvvet, valf çubuğu ile bağlanmış bobin çekirdeğini hareket ettirir. Selenoid bobine akım gitmez ise manyetik kuvvet ortadan kalkar. Valf kurucu yayı kuvveti sayesinde başlangıç konumuna gelir. Selenoid uyarımlı 3/2 yön denetim valfi, normal konumda P kapalı, 3/2 yön denetim valfi normal konumda basınçlı havanın geçişine izin vermez, yani P kapalıdır. Silindir içi A'dan R'ye boşaltım vardır. Selenoid uyarı elektrik hattı ile pnomatik hat arasında bağlayıcı eleman görevi yapar. 3/2 yön denetim valfi, normal konumda yay kuvveti sayesinde P basınç hattını kapatır. A'dan R'ye de serbest hava geçişine izin verir. Bobin akım verilmesi ile nüve içerisine doğru çekilir ve yay sıkıştırılır. Böylece P ve A hatları birbirine bağlanmış olur.

Nüve arka yüzeyinde sızdırmazlık elemanı ile R boşaltım hattını kapatır. Bobine gelen akımın kesilmesi durumunda yay kuvveti nüveyi eski konumuna getirir. Nüve üzerindeki diğer sızdırmazlık elemanı ile P basınç hattı tekrar kapatılmış olur. A'dan R'ye akış vardır. Yani kullanılan valfler normalde kapalı konumdadır. Valfin tetiklenmesi ile hava akışı sağlanmaktadır. Kullanılan valfler 0,5 bar basınç altında çalışmaya başlamaktadır. Valfler 10 bar basınç değerine kadar çalışmaya devam etmektedir. Zeytinlerin ezilmemesi için basınç değeri deneme yanılma yoluyla 2,2 bar, ideal basınç değeri olarak belirlenmiştir. Sistemde kullanılan selenoid valf Şekil 3.1'de gösterilmiştir.

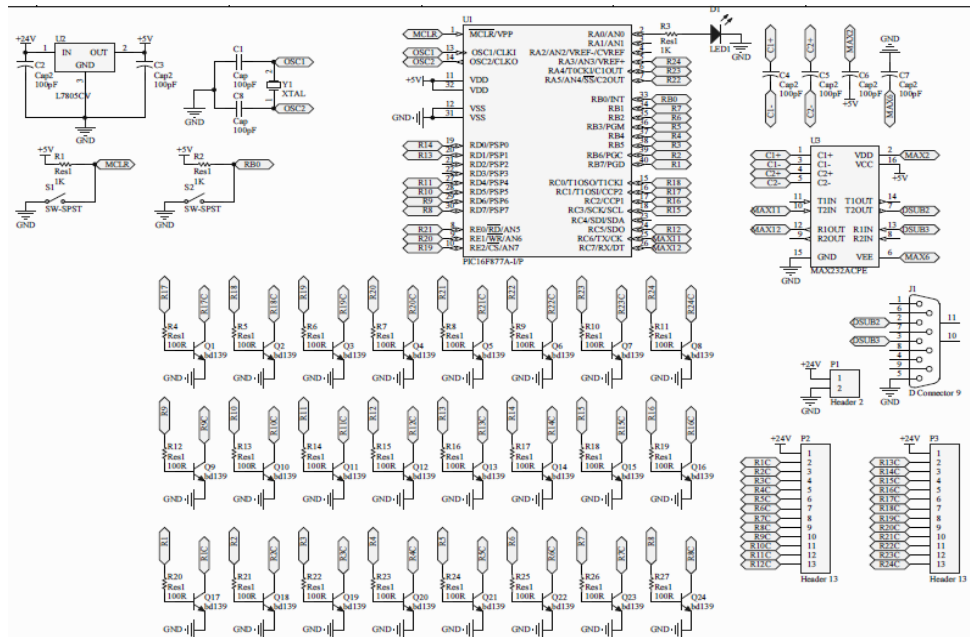


Şekil 3.1. Sistemde kullanılan selenoid valf gösterimi

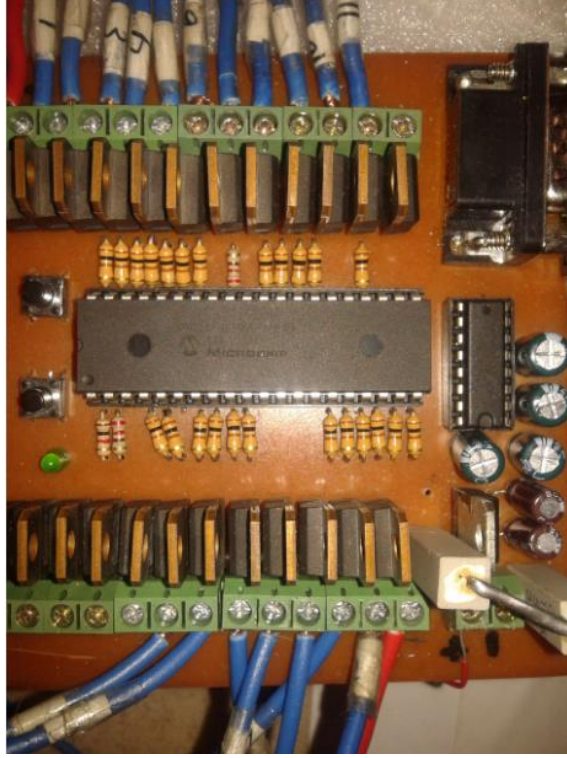
Ayrıca başlangıçta bütün valfler aynı anda tetikleme uygulaması denenmiştir. Aynı anda belirlenen bütün valfler açıldığında başarılı bir sonuç alınamamıştır. Belirlenen valflerin eş zamanlı olarak aktif edilmesi yerine, sıralı bir şekilde aktif edilmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan kontrol kartı belirlenen çalışma aralığında hızlı ve başarılı bir şekilde çalışmaktadır. Şekil 3.2 ve Şekil 3.3 valflerin tetiklenmesi için tasarlanan kontrol kartının baskı devresi ve şeması gösterilmiştir. Şekil 3.4'de tasarlanan valf kontrol kartının son hali gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Valf tetikleme işlemi için tasarlanan kontrol kartı baskı devresi



Şekil 3.3. Valf tetikleme işlemi için tasarlanan kontrol kartının devre şeması



Şekil 3.4. Tasarlanan Valf Kontrol Kartı

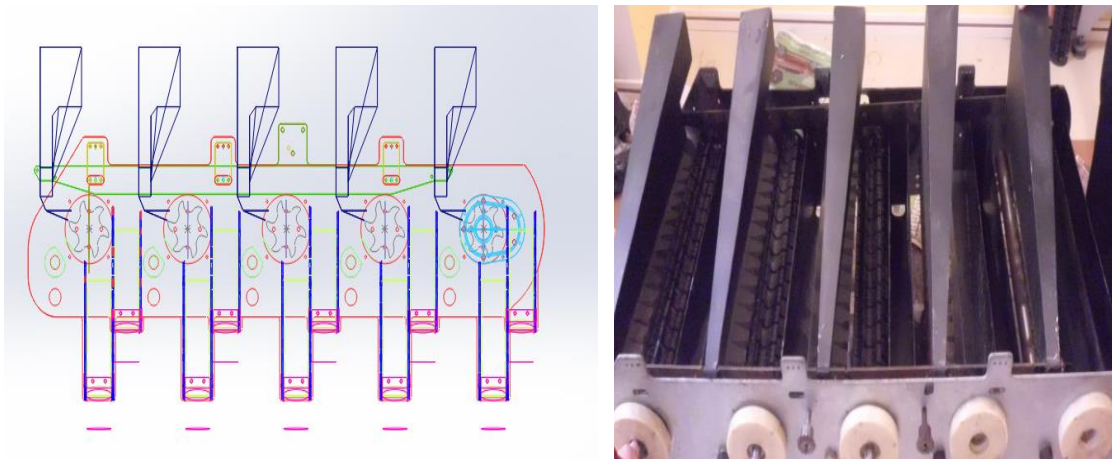
3.1.2. Sistemin PLC ile kontrolü

Otomasyon endüstrisinde ve üretimin her aşamasında PLC cihazları kullanılmaktadır. Endüstriyel kontrolün gelişimi PLC cihazlarının gerçek yerini belirlemiştir. Kumanda ve kontrol tekniği açısından bakıldığında, röle tekniği ile başlayan kumanda sistemleri, elektronik kontrol ile gelişme bulmuştur. Bu kontrol sistemleri zamanla yetersiz kalınca yerini, sayısal sistemlere bırakmak zorunda kalmıştır. Sayısal sistemlerin zamanla gelişmesi, birçok fonksiyonu çok küçük bir hacimde yapabilmeleri, onları endüstride daha aktif kılmıştır. PLC ile kumanda ve kontrol tekniği, sayısal sistemin bir ürünüdür. Endüstriyel uygulamaların her dalında PLC tekniği, her türlü çözümü getiren komple bir teknoloji alt grubudur. PLC birçok uygulamada kullanıldığı için, yapılan tez çalışması kapsamında valflerin kontrolü için basit bir PLC programı uygulaması da gerçekleştirilmiştir. Buradaki amaç ilgili sistem endüstriyel bir ürün haline geldiğinde PLC ve kontrol kartı arasındaki farklılıkları belirlemektir. PLC kontrollü kumanda ve kontrol sistemlerinde hacim yönüyle büyük bir rahatlama ve küçülme söz konusudur. PLC kontrollü sistemlerin tasarım çalışmaları sırasında tasarımcı, elektronik içyapıyla veya direk olarak işlemci dili ve yapısıyla ilgilenmediği için kullanıcının hata yapması daha zordur. Ayrıca

endüstriyel uygulamalarda daha uzun süre hata vermeden çalışmaktadır. Yukarıda değinilen özellikler itibari ile Siemens S7-1200 model bir PLC ile valflerin tetiklenmesi işleminde gerçekleştirilmiştir. Endüstriyel anlamda bir ürün haline geldiğinde, kontrol edilmesi istenen valflerin sayısı artacağı düşünülmektedir. Bu durum PLC'nin üzerinde bulunan IO'ların (input–output) sayılarının değiştirildiğinde bu durum kolaylıkla çözülebilir. Bu durumda PLC içindeki programa basit bir ilave program ekleyerek bu durumun çözülebileceği düşünülmektedir. Ama uygulamadaki valf değişikliği ve benzer durumlarda tasarlanan kartın revize edilerek, sisteme uygun hale dönüştürülmesi gerekmektedir. Tüm bunlar düşünüldüğünde yapılan tez çalışması kapsamında tasarlanan kart başarılı bir şekilde sisteme cevap verebildiği görülmüştür. Çalışmanın endüstriyel bir ürün olarak geliştirilmesi halinde, PLC kullanılabileceği de gözlemlenmiştir.

3.2. Mekanik Tasarım

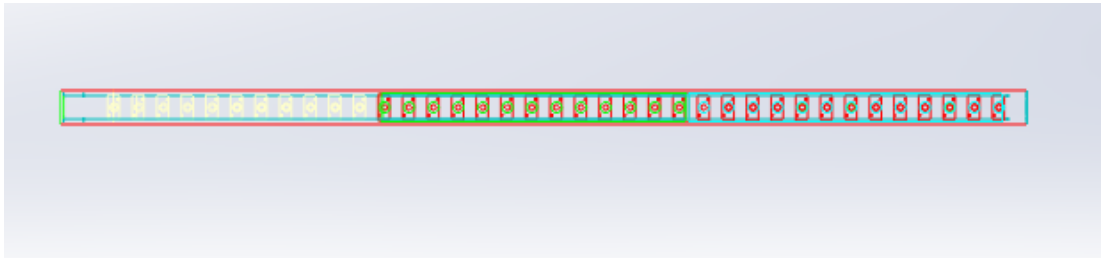
Bu çalışmada kapsamında kullanılan mekanik kısım, sanayideki bir firma tarafından imal edilmiştir. Yapılan uygulamalardaki değişikliklere göre, mekanik sistem üzerinde revizyon işlemleri gerçekleştirilmiştir. Malzemelerin imalatından önce, mekanik tasarım bilgisayar ortamında modellenerek parçaları imal edilmiştir. Şekil 3.5'de mekanik tasarımın bilgisayar ortamında tasarlanması ve imal edilmiş görüntüleri gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Mekanik tasarımın bilgisayar ortamında tasarlanan modeli ve imal edilmiş halinin görüntüsü

3.2.1 Hava kütükleri

Başta gıda olmak üzere birçok malzeme, hava kullanılarak ayrılmaktadır. Bunun sebebi hava kullanıldığında ürünlerin zarar görmemesi ve hızlı bir sistem olmasıdır. Ayrıca gıda ürünlerinin hijyeni, sağlık açısından çok önemlidir. Hava ile gerçekleştirilen uygulamalarda ürünlerin hijyeninde, herhangi bir olumsuz etkinin oluşmasının önüne geçilebilmektedir. Yasalar da bu konu hakkında belirli standartlar getirerek, ürünlerin üreticiden tüketiciye en doğru şekilde ulaşmasını istemektedir. Gıda ürünleri hava ile ayırma yerine, farklı aparat ve malzemeler kullanıldığında ürünlerin zarar gördüğü belirlenmiştir. Ayrıca tarımda ayrılması gereken birçok ürünün hassas yüzeye sahip olduğu düşünüldüğünde, hava ile ayırma işleminin en uygun yöntem olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle yapılan çalışmada zeytinlerin zarar görmemesi için, hava ile ayırma işleminin kullanılmasına karar verilmiştir. Ayrıca hava ile ayırma işlemi, diğer ayırma tekniklerine göre daha hızlı olduğu tespit edilmiştir. Hava kullanılarak ayırma işlemini gerçekleştirmek için ara bir ürüne ihtiyaç olduğu bilinmektedir. Bu nedenle sistemde belirlenen zeytinlerin, hava yardımıyla ayrıştırılması için hava kütükleri mevcuttur. Sistemde kullanılan hava kütükleri bilgisayar ortamında modellenerek, imal edilmiştir. Şekil 3.6'da bilgisayar ortamında tasarlanan hava kütüğü gösterilmiştir. Bu hava kütükleri başlangıçta içi tamamen dolu metalin işlenmesi ile meydana gelmiştir. İçi dolu metal malzemeler, belirli çapta içi boşaltılarak hava akışı sağlanmıştır. Ayrıca bu kütüklerin her birine on beş tane hava çıkış deliği yapılmıştır.



Şekil 3.6. Bilgisayar ortamında çizilen hava kütüğü

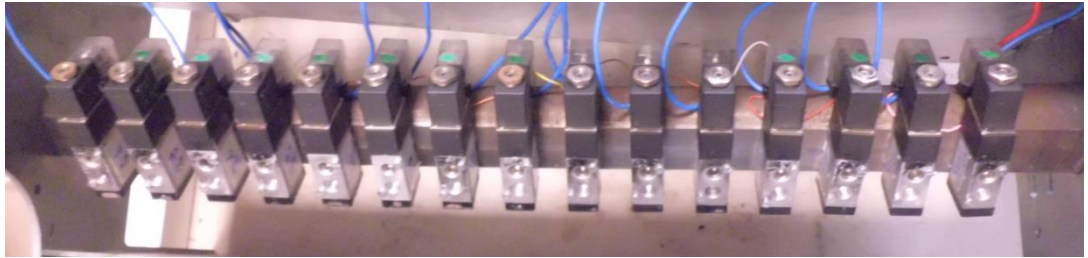


Şekil 3.7. Bilgisayar ortamında tasarlanan hava kütüğünün imal edilmesi

Sistem için beş tane hava kütüğü imal ettirilmiş ve bunlar mekanik sisteme montaj edilmiştir. Şekil 3.7’de bilgisayar ortamında tasarlanan hava kütüğünün imal edilmiş hali gösterilmiştir. Hava kütüğünde yer alan belirli boşluklara, kullanılan valflerin montajları gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.8’de valf montajı gösterilmiştir.



Şekil 3.8. İmal edilen hava kütüğüne selenoid valf montajı



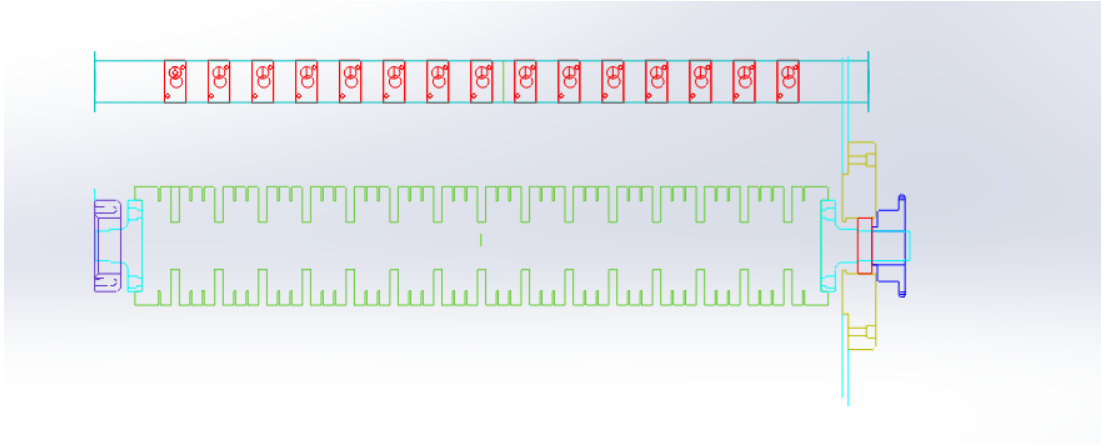
Şekil 3.9. Hava kütüğündeki selenoid valf elektrik montajı

Şekil 3.9’da hava kütüğündeki valflerin elektrik montajı gösterilmiştir. Zeytin ayırma işleminde kullanılan valfler belirli basınç değerleri altında çalışmaktadır. Gıda ürünlerini ayırma işleminde kullanılacak valfler kesinlikle yağ ve benzer malzemeleri içermemesi gerekmektedir. Gıda sektörü için özel yapılmış valflerin kullanılması istenmektedir. Sistem üzerine monte edilmiş valfler tasarlanan bir kontrol kartıyla kontrol edilmektedir. Hangi konumdaki valflerin aktif edileceği, geliştirilen görüntü işleme algoritması ile belirlenmektedir. Belirlenen valfler seriport yardımıyla kontrol kartına bilgi olarak gönderilmektedir. Böylelikle istenilen zeytinler hava ile istenilen haznelere atılmaktadır.

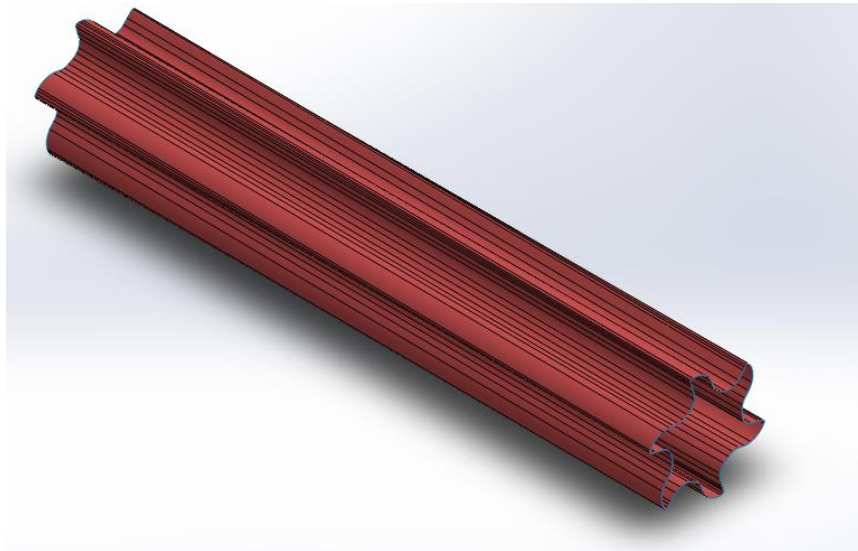
3.2.2 Tamburlar

Bu çalışmada zeytinlerin renklerini belirleyebilmek için, zeytinlerin başlangıçta belirli bir bölgeye ulaşması gerekmektedir. Böylelikle ilgili konumlarda yer alan zeytinlerin görüntü işleme uygulaması ve ayrımının gerçekleştirilebilmesine imkan sağlanması gerekmektedir. Bunun için mekanik sistemde başka bir ara ürün olan tambur mekanizması kullanılmaktadır. Tamburlar sert plastik malzemedен yapılmıştır. İlk olarak kullanılan tamburlar, bilgisayar ortamında tasarlanmıştır. Şekil

3.10 ve Şekil 3.11’de bilgisayar ortamında tasarlanan, tambur mekanizmasının çizimleri gösterilmiştir. Çalışılan sistem için beş adet tambur mekanizması imal edilmiştir. Şekil 3.12’de imal edilen tambur gösterilmiştir. Her tambur üzerinde on beş adet zeytinin yerleşeceği yuva bulunmaktadır. Yuvalara yerleşen zeytinler, hem görüntü işleme uygulaması hem de hava ile ayrılabilmeye uygun şekilde tasarlanmıştır. Tambur üzerindeki zeytin yuvaları ile hava kütüğü üzerine monte edilmiş valfler, aynı koordinatta bulunmaktadır. Bunun sebebi ise renklerine göre belirlenen zeytinleri, aynı koordinatta bulunan valf ile ayırma işlemini gerçekleştirebilmektir.



Şekil 3.10. Bilgisayar ortamında çizilen tambur



Şekil 3.11. Bilgisayar ortamında çizilen tamburun üç boyutlu görüntüsü



Şekil 3.12. Bilgisayar ortamında çizilen tamburun imalatı

3.2.3. Malta haçı mekanizması

Çeşitli makineler üzerinde birçok teknik iş belirli bir sıraya göre yapılmaktadır. Bu esnada duraklamalı hareket mekanizmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bunların en önemlisi ise malta haçı mekanizmalarıdır. Malta haçı mekanizması devamlı olarak hareket eden bir motor sistemi içerisine monte edilerek kullanılmaktadır. Motor sürekli olarak dönerken, malta haçı mekanizması aracılığıyla belirli aralıklarla dönme işlemi gerçekleştirilir. Sistem üzerinde altı yuvalı bir iç malta haçı mekanizması mevcuttur. Böylelikle motor tam turunu, altı adımda gerçekleştirebilmektedir. İstenilen sisteme göre farklı malta haçları tasarlanarak istenilen işlemler daha kolay yapılabilir. Şekil 3.13’de sistemde kullanılan malta haçı mekanizması gösterilmiştir.



Şekil 3.13. Malta haçı mekanizması

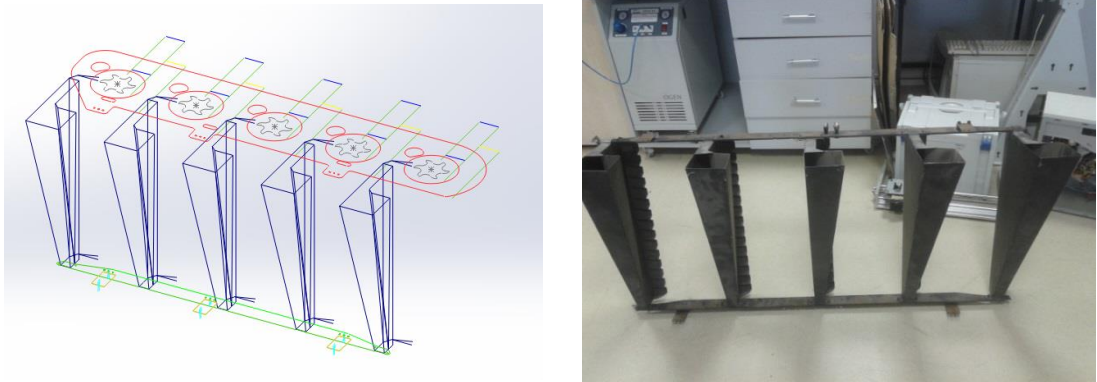
3.2.4. Zeytinlerin ilgili bölümlere aktarılmasını sağlayan mekanizma

Ürünlerin istenilen bölgelere aktarılma işlemi önemli bir süreçtir. İmalat sürecinde ve farklı uygulamalarda ürünler belirli noktalardan farklı noktalara aktarılma işlemi yapılmaktadır. Mekanik sistem üzerinde zeytinlerin tambur üzerindeki yuvalara aktarılması için mekanik bir yapı mevcuttur. Aktarma işleminde kullanılan mekanizma, bilgisayar ortamında tasarlanmıştır. Şekil 3.14 ve Şekil 3.15’de bilgisayar ortamında tasarlanan ve imal edilen mekanizmanın görüntüleri gösterilmiştir. Bu mekanik yapı, saç malzemesinden yapılmıştır. Kullanılan aparatta

beş adet ayrı hazne bulunmaktadır. Haznelerin uç kısımlarında bulunan tırnak yapısı, zeytinlerin tambur üzerindeki ilgili yuvalara aktarılmasını sağlamaktadır.



Şekil 3.14. Bilgisayar ortamında çizilen tırnaklı zeytin dağıtma mekanizması ve imalat resmi



Şekil 3.15. Bilgisayar ortamında çizilen tırnaklı zeytin dağıtma mekanizması ve imalat resmi

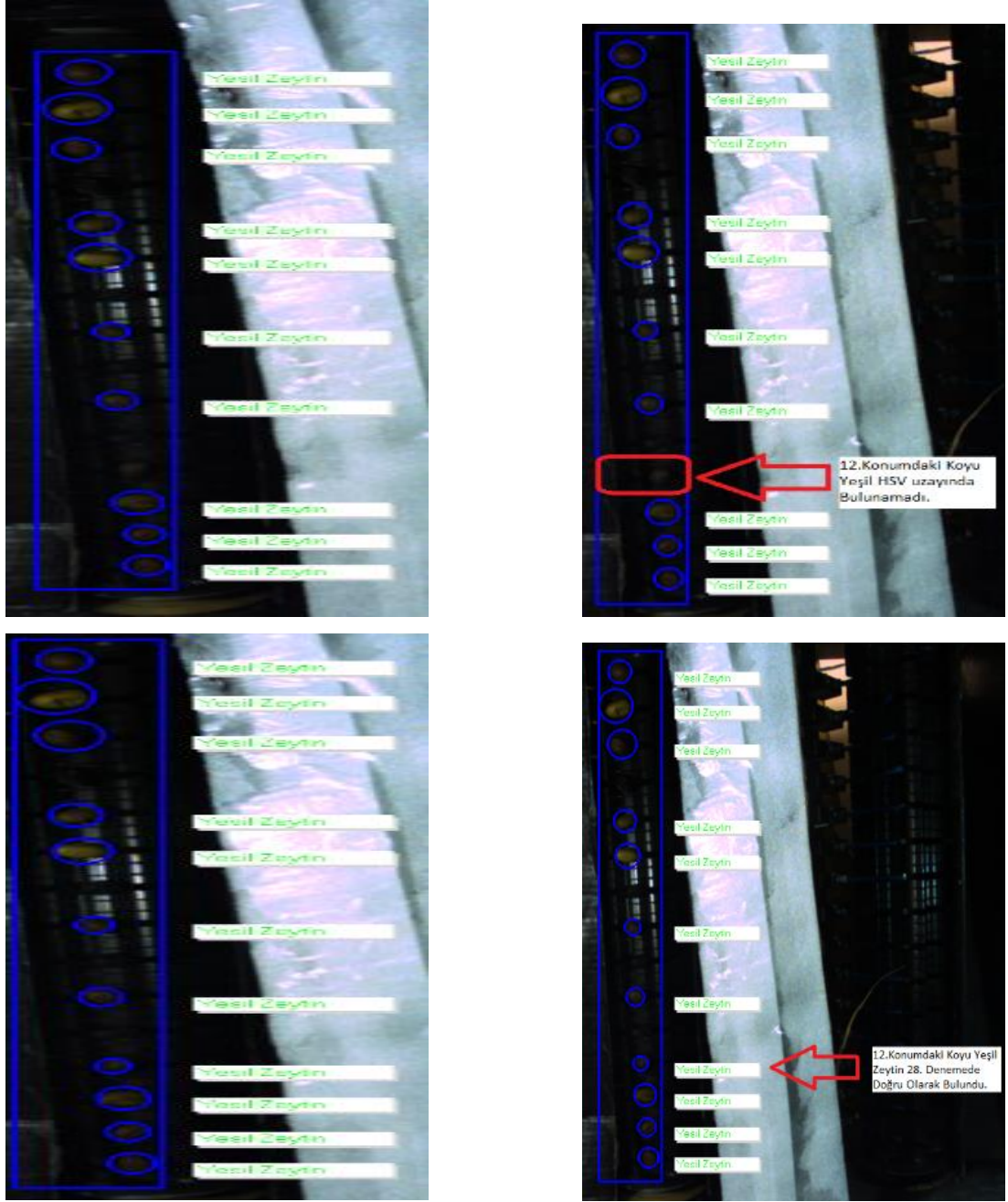
4. DENEYSEL SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında uygulanan görüntü işleme metotlarının deneysel sonuçlarına, bu kısımda yer verilmiştir. Uygulanan üç farklı görüntü işleme algoritmasının sonucunda elde edilen deneysel sonuçlar yorumlanmıştır. Alınan örnek sonuçların görüntüleri verilmiş olup bu görüntüler incelenerek başarı oranlarından bahsedilmiştir.

4.1. Örnek Sonuçlar

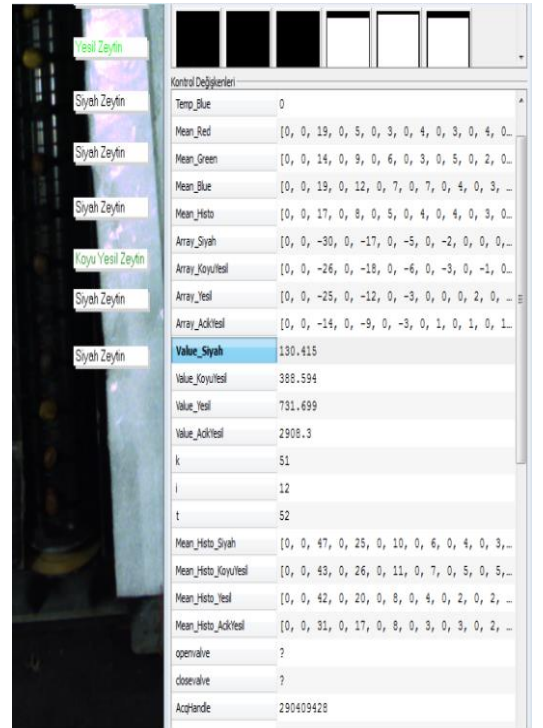
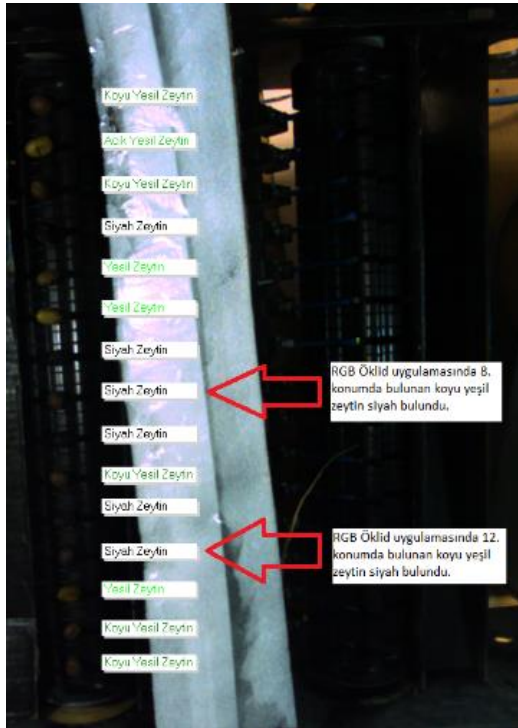
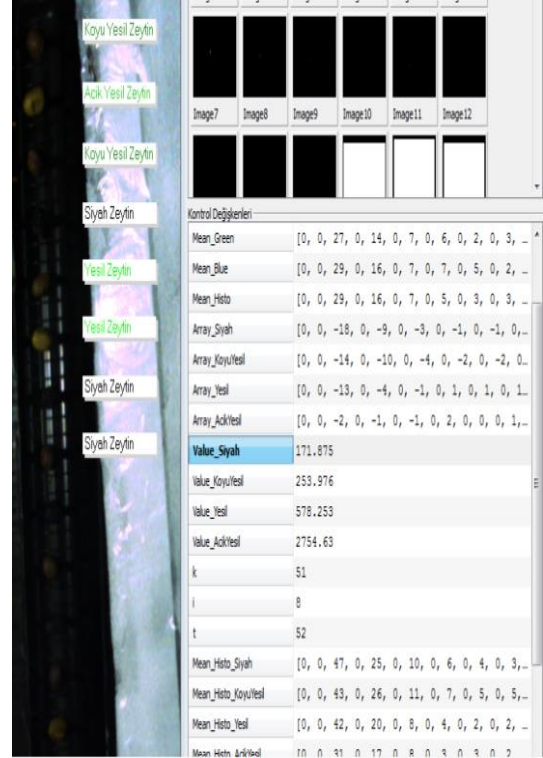
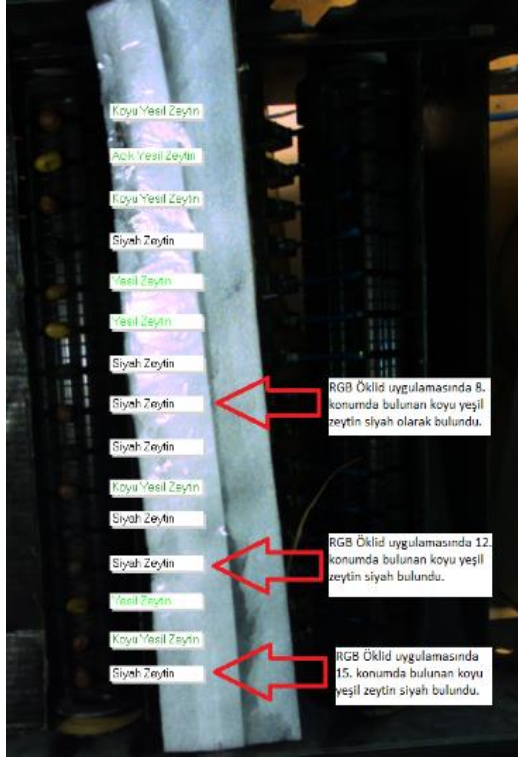
Yapılan tez çalışması kapsamında mekanik olarak tasarlanan sistem üzerinden, alınan örnek görüntüler birbirinden farklı üç tane görüntü işleme algoritması kullanılarak siyah ve yeşil zeytin belirlenmesinde kullanılmıştır. Bu tez çalışması kapsamında uygulanan görüntü işleme metotlarının örnek sonuçları aşağıdaki şekillerde görüldüğü gibidir.

İlk uygulama olarak Şekil 4.1’de HSV uzayında gerçekleştirilen zeytin bulma örnekleri gösterilmiştir. Burada görüntülerde de görüldüğü gibi dört resim de aynı görüntü olup farklı zamanlarda alınmıştır. Geliştiren görüntü işleme algoritması on ikinci sırada bulunan (Şekil 4.1’de ok ile gösterilen) yeşil zeytini, yirmi sekizinci deneme sonrasında bulabilmiştir. HSV uzayında yapılan bu çalışmanın diğer uygulamalar düşünüldüğünde başarılı olduğu görülmektedir.



Şekil 4.1. HSV uzayındaki örnek sonuçlar

İkinci uygulama olarak RGB uzayında gerçekleştirilen, Öklid uzaklık metodu kullanılarak zeytin bulma örnekleri mevcuttur. Bu yöntemdeki temel mantık önceki bölümlerde bahsedildiği gibi, örnek zeytinlerin renk piksellerinin ortalama değeri ile karşılaştırılan zeytinin renk piksellerinin ortalama değerlerinin farklarının karesinin alınmasıdır. Çıkan sonuç hangi örnek sınıfa en yakın ise, o sınıfa atanmaktadır.

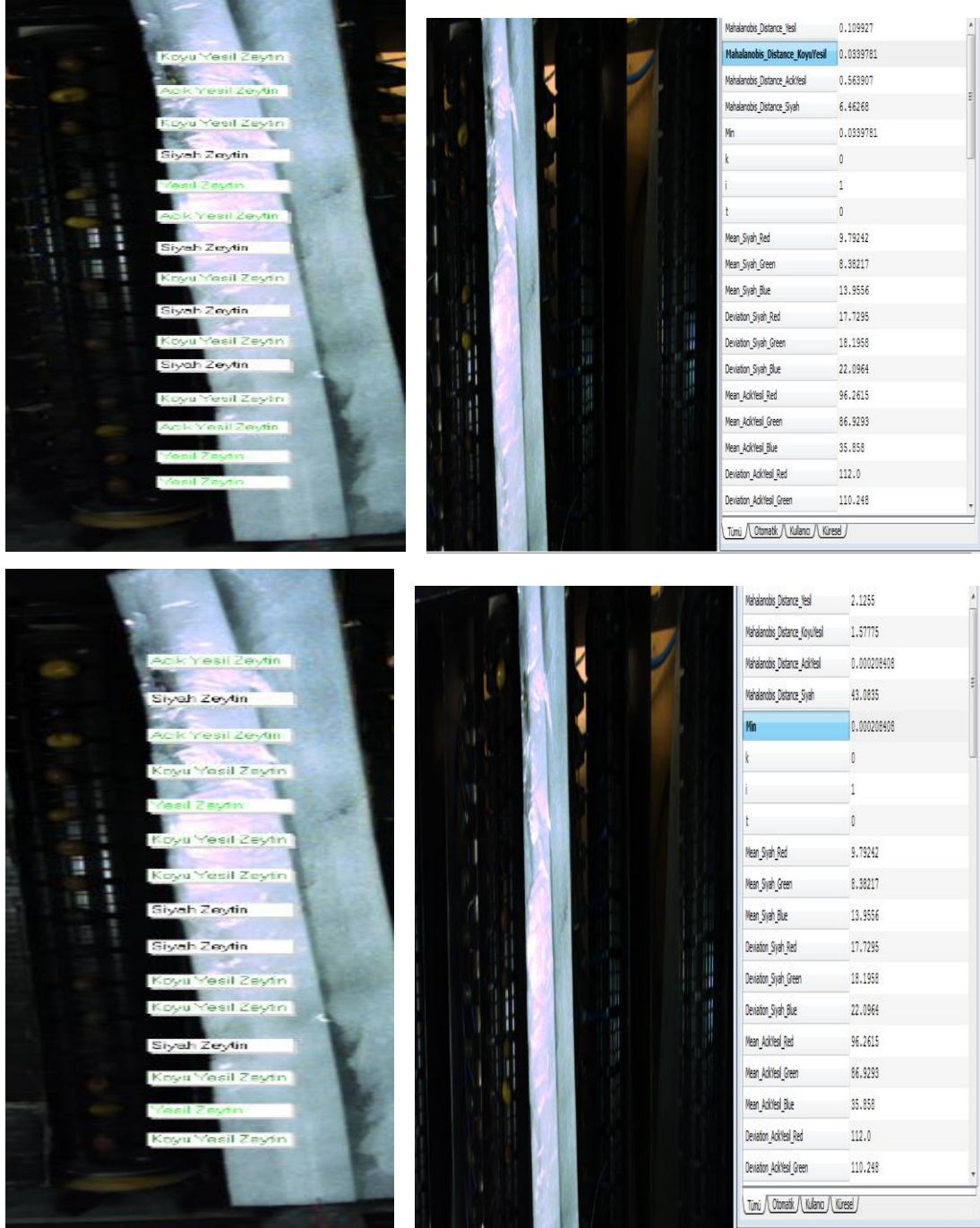


Şekil 4.2. RGB uzayındaki Öklid Metodu örnek sonuçlar

Şekil 4.2’de RGB uzayındaki Öklid uzaklık metodu için olan görüntü gösterilmiştir. Burada görüntülerde de görüldüğü gibi iki resimde aynı görüntü olup farklı zamanlarda alınmıştır. Geliştiren görüntü işleme algoritması sekizinci, on ikinci ve

on beşinci sırada bulunan (Şekil 4.2’de ok ile gösterilen) yeşil zeytinleri bulamamıştır. Birçok deneme sonucunda on beşinci sıradaki yeşil zeytin doğru olarak belirlenmiştir. HSV uzayında olduğu gibi, Öklid uzaklık metodu yönteminde aynı görüntü farklı doğruluk oranı vermektedir. Bu uygulamada da görüntü işleme algoritması aynı görüntü üzerinde birçok kez çalıştırılmıştır. Bu uygulamalar sonucunda aynı görüntüde farklı doğruluk oranı bulmaktadır. Bu uygulamada gösterdiği üzere örnek sonuçlar sayesinde belirli bir doğruluk oranı elde edilmiştir. İlerleyen kısımlarda doğruluk oranları daha kapsamlı bir şekilde anlatılmıştır. Şekillerde de görüldüğü üzere geliştirilen görüntü işleme algoritmasıyla, zeytinlerin doğru ve yanlış sınıflandırılması mevcuttur. Bu uygulamada genellikle birbirine yakın olan renk tonlarında yanlış sınıflandırılma yapıldığı görülmektedir. Yukarıdaki örnek görüntülerde koyu yeşil olan zeytinler, yanlış olarak siyah zeytin sınıfına dahil edilmiştir. Koyu yeşil ve siyah zeytin arasındaki değerlerin birbirine yakın olması da bu konuyu işaret etmektedir.

Son uygulama olarak RGB uzayında gerçekleştirilen, Mahalanobis uzaklık metodu kullanılarak zeytin bulma örnekleri mevcuttur. Bu yöntemde örnek zeytinlerin ve karşılaştırılan zeytinlerin ortalama renk bilgileri kullanılırken, aynı zamanda her sınıf için belirlenen standart sapma değerleri de hesaba katılmaktadır. Yapılan tez çalışması kapsamında bu yöntemin en başarılı doğruluk oranı verdiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. RGB uzayındaki Mahalanobis Uzaklık Metodu için örnek sonuçlar

Şekil 4.3’de RGB uzayındaki Mahalanobis uzaklık metodu için iki farklı görüntü gösterilmiştir. Bu görüntülerde, Mahalanobis uzaklık metodu kullanılarak geliştirilen görüntü işleme algoritması uygulanmıştır. Bu uygulamada da görüntü işleme algoritması aynı görüntü ve farklı görüntüler üzerinde birçok kez çalıştırılmıştır. Bu uygulamalar sonucunda çok büyük doğruluk oranlarına ulaşılmıştır. Bu uygulamada

görüldüğü üzere örnek sonuçlar sayesinde belirli bir doğruluk oranı elde edilmiştir. Kullanılan iki farklı görüntüde de bütün zeytinler doğru olarak belirlenmiştir.

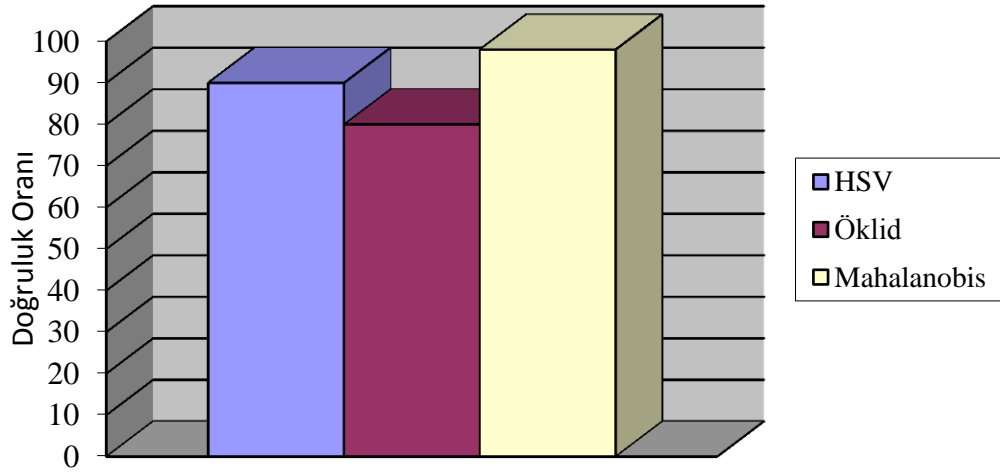
4.2. Başarı Oranları

Önceki bölümlerde sistem hakkında genel bilgiler, sistemin elektronik kısımları ve mekanik kısımlarından bahsedilmiştir. Bu tez çalışması kapsamında ilk olarak HSV uzayında zeytinlerin renklerine göre ayrılması işlemi yapılmıştır. Buradaki temel yaklaşım, RGB uzayından HSV uzayına dönüştürülmüş resimler üzerinde deneme yanılma yoluyla belirlenen bir eşik uygulanmasıdır. Alınan resimlerden Hue ve Saturation değeri belirlenen eşğin üstünde olan zeytinler yeşil zeytin olarak kabul edilmiştir. Böylelikle yeşil zeytinlerin ayrılma işlemi başarılı bir şekilde tamamlanmıştır. HSV uzayında geliştirilen görüntü işleme algoritması, zeytinleri renklerine göre %90 başarı oranı ile belirleme işlemi gerçekleştirilmiştir. HSV uygulamasında 80 adet farklı görüntü kullanılarak 1200 zeytin üzerinde başarı oranı belirlenmiştir. HSV metodunda bazı koyu yeşil zeytinlerin bulunmasında siyaha yakınlığından dolayı göreceli olarak daha düşük bir performans alınmıştır. Bunu nedeni, bazı koyu yeşil zeytinlerin HSV uzayındaki görüntüsü siyah zeytine benzediğindedir. Bu sebeple, hem HSV uzayında renk ayırımında meydana gelen hatalardan kurtulmak hem de algoritmayı geliştirmek amacıyla başka yöntemlerin denenmesine geçilmiştir.

Tez kapsamında gerçekleştirilen ikinci uygulama olarak, görüntü işlemenin sınıflandırma çalışmalarında temel yöntemlerden biri olarak kabul edilen Öklid uzaklık metodu kullanılmıştır. Önceki bölümlerde bahsedildiği gibi metodun esası örnek verilerden oluşturulan sınıfların, karşılaştırılan zeytinlerin renk değerleri ile karşılaştırılarak hangi sınıfa en yakın ise o sınıfa ait olarak belirlenmesidir. Bu uygulama RGB uzayında gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamada RGB uzayında geliştirilen Öklid uzaklık metodu kullanılan görüntü işleme algoritması, zeytinleri renklerine göre %80 başarı oranı ile belirleme işlemi gerçekleştirilmiştir. HSV uygulamasında 115 adet farklı görüntü kullanılarak 1860 zeytin üzerinde başarı oranı belirlenmiştir. Kullanılan yöntemlerden ikincisi olan, RGB görüntünün küçük küplere bölünerek Öklid uzaklığı metoduyla karşılaştırılmasında HSV uzayından daha başarılı bir doğruluk oranı elde edilmesi planlanmıştır. Ama bu yöntemde, HSV

metoduna göre daha kötü bir performans elde edilmiştir. Bunun sebebi, Öklid uzaklığı formülünden kaynaklanmaktadır. Bu formül bir noktanın başka bir noktaya olan doğrusal uzaklığını vermektedir. Oysa, karşılaştırılan değerler bir küme oluşturmaktadır. Bu parametreyi de hesaba katarak başka bir uygulama geliştirilmiştir. Sonraki paragraflarda bu uygulamadan bahsedilmiştir.

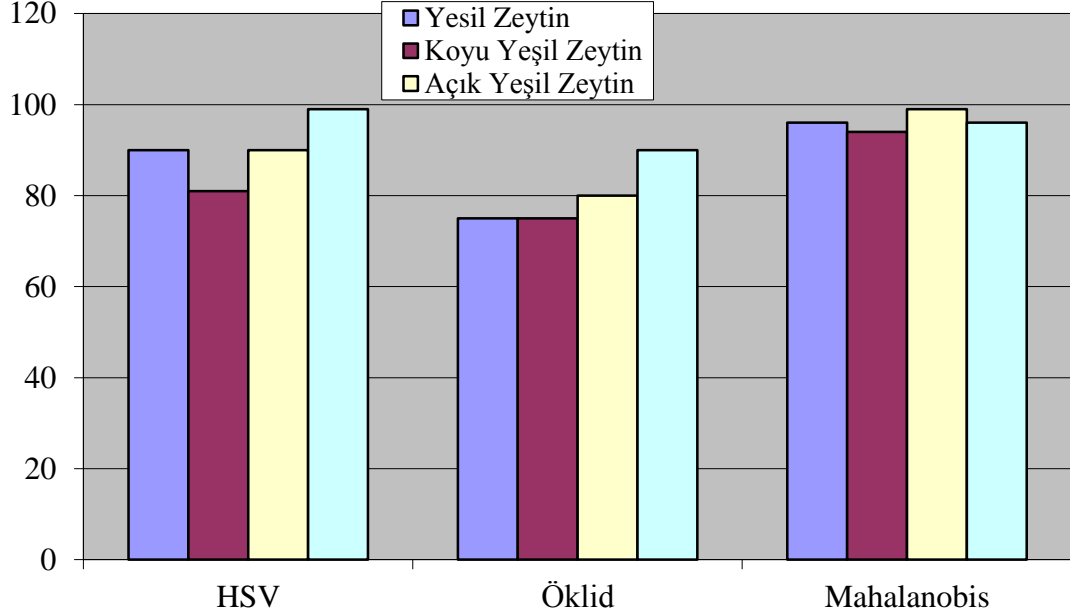
Tez kapsamında gerçekleştirilen son uygulama olarak, Mahalanobis uzaklık metodu kullanılmıştır. Bu yöntem Öklid uzaklık formülünün eksik olduğu yönünü gidermekte ve bir değer bir kümeye olan uzaklığını doğru bir şekilde vermektedir. Bu uygulama da RGB uzayında gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamada RGB uzayında geliştirilen Mahalanobis uzaklık metodu kullanılan görüntü işleme algoritması, zeytinleri renklerine göre %97 gibi yüksek bir başarı oranı ile belirleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Mahalanobis uygulamasında 80 adet farklı görüntü kullanılarak 1200 zeytin üzerinde başarı oranı belirlenmiştir İlk metottan başlayarak, son metoda kadar sırayla gerçekleştirilen görüntü işleme yöntemlerinin karşılaştırılması işlemi yapılmıştır. Yapılan son uygulama ile en iyi performans elde edilmiştir. Şekil 4.4’de her metot için yüzde doğruluk grafiği gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Her metot için yüzde doğruluk grafiği

Bu tez kapsamında yapılması düşünülen ilk uygulama, zeytinlerin yeşil ve siyah olmak üzere sınıflandırmasıdır. Bu uygulama başarılı bir şekilde tamamlandıktan sonra yeşil zeytinleri de kendi içerisinde sınıflandırılma işlemi amaçlanmıştır. Zeytinler siyah zeytin, koyu yeşil zeytin, yeşil zeytin ve açık yeşil zeytin olarak

sınıflara ayrılmıştır. Birçok örnek zeytin bu sınıflandırma işlemi için kullanılmıştır. Üç farklı algoritma için farklı sınıflardaki zeytinlerin belirlenmesi uygulaması ayrı ayrı incelenmiştir. Aşağıdaki tabloda her metot için zeytin çeşitlerinin bulunma yüzde grafiği verilmiştir.



Şekil 4.5. Her metot için zeytin çeşitlerinin bulunma yüzde grafiği

Son olarak uygulanan görüntü işleme algoritmalarının süreleri incelenmiştir. Endüstriyel uygulamalarda zaman çok önemli bir özelliktir. Tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen sistem, endüstriyel bir ürüne dönüştürülme potansiyeline sahip olduğu için zaman aralıkları da incelenmiştir. Geliştirilen görüntü işleme uygulamalarının çalışma zamanı Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Kullanılan üç farklı yöntemin işlem yükünün karşılaştırılması

	HSV METODU	OKLİD METODU	MAHALANOBİS
ZAMAN(sn)	0,7986	1,0406	0,9234

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında görüntü işleme yöntemi kullanılarak renkli nesnelerin ayırt edilmesi işlemi, gerçek zamanlı çalışan bir sistem üzerinde yapılmıştır. Nesnelerin ayırt edilmesi uygulamalarında farklı görüntü işleme yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemlerin birbirlerine göre üstünlükleri ve zayıflıkları belirtilmiştir. Yazılım kısmında nesnelerin renklerine göre sınıflandırma işleminde üç ayrı yöntem kullanılmıştır. Kullanılan yöntemler ayrı ayrı açıklanmış, bu yöntemler arasındaki farklar yorumlanmıştır. Bu yöntemler HSV uzayında, RGB uzayında Öklid uzaklığı metodu kullanılarak ve RGB uzayında Mahalanobis uzaklığı metotları kullanılarak nesnelerin renklerine göre ayırt edilmesi uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Mahalanobis ve Öklid metotlarında nesnelere, öznitelik değerlerine göre sınıflandırma işlemi uygulanmıştır. Yapılan çalışma sırasında zeytinlerin renklerine göre sınıflandırması işlemi yapılmıştır. Bunun için açık yeşil, yeşil, koyu yeşil ve siyah olmak üzere dört farklı zeytin sınıfı belirlenmiştir. Her bir sınıf için 50 farklı örnek alınarak sınıflar oluşturulmuştur. Öznitelik olarak ise RGB görüntü uzayında her bir kanalın ortalaması seçilmiştir. Literatürde kullanılan sınıflandırma algoritmalarında farklı uzaklıklar kullanılmıştır. Öklid uzaklığı kolay uygulanabilir olması nedeniyle en sık tercih edilen uzaklıktır. Birçok uygulamada yaygın olarak kullanılan Öklid uzaklık metodu, yapılan bu tez çalışmasında görüntü işleme uygulaması için geliştirilmiştir. Birçok farklı görüntü kullanılarak Öklid uzaklık metodunun doğruluk oranı %80 olarak belirlenmiştir. Öklid uzaklık metodu, geliştirilen görüntü işleme uygulamasında yüksek bir doğruluk oranı sağlamamasına rağmen nesnelerin belirlenmesi işleminde kullanılabilenliği görülmüştür.

HSV renk uzayının kullanılma amacı RGB uzayına göre insan gözü düzeneğine daha yakın bir yapıda olmasıdır. Renkli nesnelerin ayrılması işlemi için genellikle HSV renk uzayı modeli kullanılmaktadır. RGB renk uzayında parlaklığa bütün bileşenlerin etkisi bulunmakla beraber HSV uzayında ise RGB uzayından farklı olarak parlaklığa sadece H değerinin etkisi vardır. Bu yüzden V değeri boyunca gidildiğinde renk bileşeni sabit kalmaktadır. HSV uzayının bu özelliklerinden dolayı zeytin renklerinin

belirlenmesi uygulamasında kullanılmıştır. HSV uzayında geliştirilen görüntü işleme algoritması sonucunda, farklı görüntüler kullanılarak %90'lık bir başarı oranı elde edilmiştir. HSV renk uzayında gerçekleştirilen görüntü işleme uygulaması RGB uzayında gerçekleştirilen Öklid uzaklık metodu uygulamasına göre daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Son görüntü işleme uygulaması olarak, yapılan çalışmalarda Mahalanobis yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin en başarılı şekilde ayırt etme işlemi olduğu belirlenmiştir. Mahalanobis yöntemi kullanılarak geliştirilen görüntü işleme uygulaması %97'lik bir doğruluk oranına ulaşmıştır. Bu doğruluk oranı birçok farklı görüntü kullanılarak belirlenmiştir. Doğruluk oranı için farklı görüntülerin Mahalanobis yöntemindeki belirlenen zeytin sayılarının, aritmetik ortalama değerinin hesaplanması ile elde edilmiştir. Mahalanobis yönteminde elde edilen yüksek başarı oranı, standart sapma değerlerinin hesaba katılması olarak belirlenmiştir.

Yapılan çalışma sırasında kameranın konumunun sistemin başarısında etkisi olduğu görülmüştür. Yapılan deneyler sırasında kameranın konumu deneme yanılma yöntemi ile belirlenmiştir. Kamera belirlenen yerde sabit olacak şekilde sisteme monte edilmiştir.

Görüntü işleme tabanlı sistemlerde önemli bozucu etkenlerden biri de ortamdaki ışık miktarıdır. Yapılan çalışmada sistemin aydınlatması bu bozucu etki göz önüne alınarak tasarlanmıştır. Yapılan deneyler sonucunda en başarılı sonuçların beyaz renkli ışık altında alındığı gözlenmiştir.

Genel olarak tüm bu çalışmaların üzerine yapılacak bir takım eklerle makine görüşü sistemini çok daha akıllı ve verimli hale getirmek mümkündür. Ancak bu eklemelerin içerisinde yazılım bulunan sistemlerin doğası gereği isteklere bağlı olarak zamanla yapılacağı açıktır. Ayrıca sistem üzerindeki mekanik iyileştirme işlemleri de başarılı bir şekilde gerçekleştirilirse, sistem tam anlamıyla gerçek zamanda çalışacak endüstriyel bir ürün haline getirilebileceği gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra başarı oranları bölümünde görüntü işleme kısmında uygulanan algoritmaların zaman aralıkları ayrı ayrı gösterilmiştir. Endüstriyel sistemlerde işlem zamanı en önemli parametrelerden biridir. Eğer sistem endüstriyel bir ürün haline getirilirse hem başarı oranı hem de işlem zamanı beraber düşünülmesi gerekmektedir. Böylelikle başarı oranı fazla olan Mahalanobis yöntemi yerine daha

kısa ama daha düşük başarı oranı ile çalışan HSV uzayındaki çalışma tercih edilebilir. Ayrıca sistem endüstriyel bir ürün olabileceği düşünüldüğü için valf tetikleme işlemi için, PLC uygulaması da gerçekleştirilmiştir. Sistem endüstriyel hale dönüştürüldüğünde kontrol kartı yerine PLC kullanılarak hem daha hızlı hem de daha uzun yıllar problem yaşanmayacak bir sistem olarak düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Tar%C4%B1m> (Ziyaret tarihi: 06 Haziran 2013).
- [2] Kurtulmuş F., Lee W., Vardar A., Green citrus detection using ‘eigenfruit’, color and circular Gabor texture features under natural outdoor conditions, *Computers and Electronics in Agriculture*, 2011, **78**, 140-149.
- [3] Stajanko D., Lakota M., Hocevar M., Estimation of number and diameter of apple fruits in an orchard during the growing season by thermal imaging, *Computers and Electronics in Agriculture*, 2004, **42**, 31-42.
- [4] Sabliov C. M., Boldor D., Keener K. M., Farkas B. E., Image Processing Method to Determine Surface Area and Volume of Axi-Symmetric Agricultural Products, *International Journal of Food Properties*, 2002, **5**, 641-653.
- [5] Zhao Y., Qian D., Machine Vision based Image Analysis for the Estimation of Pear External Quality, *Second International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation*, Jiaozuo, China, 10-11 October 2009.
- [6] Wenmei L., Yuzhen L., Aquaculture Monitoring System, *International Forum on Information Technology and Applications*, Kunming, China, 16-18 July 2010.
- [7] Hufschmied P., Fankhauser T., Pugovkin D., Automatic stress-free sorting of sturgeons inside culture tanks using image processing, *Journal of Appl. Ichthyol.*, 2011, **27**, 622–626.
- [8] Poursaberia A., Bahra C., Pluka A., Van Nuffel A., Berckmans D., Real-time automatic lameness detection based on back posture extraction indairy cattle: Shape analysis of cow with image processing techniques, *Computers and Electronics in Agriculture*, 2010, **74**, 110–119.
- [9] Mustafa N., Fuad N., Ahmed S., Abidin A., Ali Z., Yit W., Abidin Z., Determination of Size and Ripeness of a Banana, *Information Technology*, Kuala Lumpur, Malaysia, 26-28 August 2008.
- [10] Balaban M. O., Quantifying Nonhomogeneous Colors in Agricultural Materials, *Journal of Food Science*, 2008, **73**, 431-437.
- [11] Reis M. J. C. S., Morais R., Peres E., Pereira C., Contente O., Soares S., Valentea A., Baptista J., Ferreira P. J. S. G., Bulas C. J., Automatic detection of bunches of grapes in natural environment from color images, *Journal of Applied Logic*, 2012, **10**, 285-290.

- [12] Zhou R., Damerow L., Sun Y., Blanke M., Using colour features of cv. ‘Gala’ apple fruits in an orchard in image processing to predict yield, *Precision Agric.*, 2012, **13**, 568-580.
- [13] Rizam S., Yasmin F., Ihsan M. Y., Shazana K., Non-destructive Watermelon Ripeness Determination Using Image Processing and Artificial Neural Network (ANN), *World Academy of Science Engineering and Technology*, 2009, **38**, 542-546.
- [14] Ortalama Kayma Algoritmasının Geliştirilerek Görüntü Dizilerinde Hareketli Nesne Takibi ve Görüntü Kesimleme Amaçlı Kullanılması, Mustafa Özden, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, 2005, 168786.
- [15] Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak Meyve Tasnifi, Güray Tonguç, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2004, 200542.
- [16] Günay A., Gedikli E., Ekinci M., Kameralı Barnes Labirent Deney Düzenegi ve Öğrenme, *Signal Processing and Communications Applications*, Antalya, Turkey, 17-19 April 2006.
- [17] Horprasert T., Harwood D., Davis L. S., A statistical approach for real-time robust background subtraction and shadow detection, *In Proc. IEEE Frame Rate Workshop*, Kerkyra, Greece, 20-27 September 1999.
- [18] Stauffer C., Grimson W. E. L., Adaptive background mixture models for real-time tracking, *Int. Conf. Computer Vision and Pattern Recognition*, Fort Collins CO, USA, 23-25 June 1999.
- [19] Rother C., Kolmogorov V., Blake A., Interactive foreground extraction using iterated graph cuts, *Proc. ACM Siggraph*, New York, USA, 8-12 August 2004.
- [20] Sun J., Zhang W., Tang X., Shum H. Y., Background cut, *9th European Conference on Computer Vision*, Graz, Austria, 7-13 May 2006.
- [21] Boykov Y., Jolly M. Pi., Interactive graph cuts for optimal boundary & region segmentation of objects in n-d images, *In Proceedings of ICCV*, Vancouver BC, USA, 7-14 July 2001.
- [22] Dijital Videolarda Arka Plan Modelleme ve Hareketli Nesne Çıkarımı, K. Hakan Kutluay, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 2008, 177370.
- [23] Javed O., Shafique K., Shah M., Hierarchical Approach to Robust Background Substraction using Color and Gradient Information, *Workshop on Motion and Video Computing*, Orlando Florida, USA, 5-6 December 2002.
- [24] Demigny D., On Optimal Linear Filtering for Edge Detection, *IEEE Transactions On Image Processing*, 2002, **11**, 728-737.

- [25] Florencio D. A. F., Schafer R. W., Decision-based median filter using local signal statistics, *Proc. of the SPIE Symposium on Visual Communications and Image Processing*, Chicago, USA, 16-18 September 1994.
- [26] Örüntü Tanıma Uygulamalarında Altuzay Analiziyle Öznitelik Seçimi ve Sınıflandırma, Serkan Günal, Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2008, 178927.
- [27] Ortak Vektör Yöntemiyle Öznitelik Çıkarımı, Halil Güvenç, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2009, 179112.
- [28] Bellman R., *Adaptive Control Processes a Guided Tour*, 3th ed., Princeton University Press, New Jersey, 1961.
- [29] Theodoridis S., Koutroumbas K., *Pattern recognition*, 1th ed., Academic Press, San Diego, 2006.
- [30] Örüntü Tanıma Uygulamalarında Fraktal Boyut Yardımıyla Öznitelik Çıkarımı, Efnan Şora Günal, Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2010, 252663.
- [31] Şekil Eşleştirmeye Dayalı Nesne Takibi Yöntemi Kullanılarak Video Kodlama, Seyit Tunç, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010, 295604.
- [32] Breu H., Gil J., Kirkpatrick D., Werman M., Linear time Euclidean distance transform algorithms, *IEEE Transactions on Pattern Analysis And Machine Intelligence*, 1995, **17**, 529-533.
- [33] Maesschalck R., Jouan-Rimbaud D., Massart D. L., The Mahalanobis Distance, *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems Journal*, 2000, **50**, 1–18.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

- [1] **Kuncan M.**, Ertunç H. M., Küçükyıldız G., Ocak H., Öztürk S., Image Processing Based on a Olive Separation Machine, *Proceedings of the 18th International Conference Mechanica 2013*, Kaunas, Lithuania, 4-5 April 2013.
- [2] Köse F., **Kuncan M.**, Ertunç H. M., Development of Rope Climbing Robot Manipulator with Caterpillars, *Proceedings of the 18th International Conference Mechanica 2013*, Kaunas, Lithuania, 4-5 April 2013.
- [3] Karakoç Y., Öztürk S., **Kuncan M.**, Hareket Eden Renkli Nesnelerin Takibinin PID ile Gerçekleştirilmesi, *Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı TOK-2012*, Niğde, Türkiye, 11-13 Ekim 2012.
- [4] Kaplan K., Bayram S., **Kuncan M.**, Ertunç H.M., Farklı Rulman Hatalarından Elde Edilen Titreşim Sinyalleri Üzerindeki Radyal Yüklerin Etkisi, *Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı TOK-2012*, Niğde, Türkiye, 11-13 Ekim 2012.
- [5] Bakır A., Güney Ö. F., **Kuncan M.**, Ertunç H. M., 3 Eksenli Robot Mekanizmasına Monte Edilmiş bir Kamera Vasıtasıyla farklı Rotasyon ve Boyutlardaki Geometrik Cisimlerin Tanımlanarak Vakum Tutucu ile Ayrılması, *Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı TOK-2012*, Niğde, Türkiye, 11-13 Ekim 2012.
- [6] Köse F., **Kuncan M.**, Ertunç H. M., İpe Tırmanan Robot Tırtıl, *Proje Tabanlı Mekatronik Eğitim Çalıştayı*, Çankırı, Türkiye, 25-27 Mayıs 2012.

ÖZGEÇMİŞ

Melih KUNCAN, Ocak 1987, Türkoğlu/Kahramanmaraş doğumludur. Orta ve lise öğrenimini Kahramanmaraş'ta tamamlamıştır. 2005 yılında kazandığı Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü'nden 2010 yılında Mekatronik Mühendisi olarak mezun oldu. 2011 yılında, Siirt Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi'nde ÖYP araştırma görevlisi olarak göreve başlamıştır ve halen görevine devam etmektedir. 2011 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine başlamıştır.