



***Namık Kemal Üniversitesi***  
***Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi***  
***Journal of Tekirdag Agricultural Faculty***

*An International Journal of all Subjects of Agriculture*

**Sahibi / Owner**

**Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Adına**  
On Behalf of Namık Kemal University Agricultural Faculty

**Prof.Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU**  
Dekan / Dean

**Editörler Kurulu / Editorial Board**

**Başkan / Editor in Chief**

**Prof.Dr. Selçuk ALBUT**  
Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü  
Department Biosystem Engineering, Agricultural Faculty  
salbut@nku.edu.tr

**Üyeler / Members**

<b>Prof.Dr. M. İhsan SOYSAL</b>	Zootekni / Animal Science
<b>Doç.Dr. İlker H. ÇELEN</b>	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering
<b>Prof.Dr. Servet VARIŞ</b>	Bahçe Bitkileri / Horticulture
<b>Prof.Dr. Aslı KORKUT</b>	Peyzaj Mimarlığı / Landscape Architecture
<b>Prof.Dr. Temel GENÇTAN</b>	Tarla Bitkileri / Field Crops
<b>Prof.Dr. Aydın ADILOĞLU</b>	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme / Soil Science and Plant Nutrition
<b>Prof.Dr. Fatih KONUKCU</b>	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering
<b>Prof.Dr. Sezen ARAT</b>	Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology
<b>Doç.Dr. Ömer AZABAĞAOĞLU</b>	Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics
<b>Doç.Dr. Mustafa MİRİK</b>	Bitki Koruma / Plant Protection
<b>Doç.Dr. Ümit GEÇGEL</b>	Gıda Mühendisliği / Food Engineering
<b>Yrd.Doç.Dr. Devrim OSKAY</b>	Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology
<b>Yrd.Doç.Dr. M. Recai DURGUT</b>	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering
<b>Yrd.Doç.Dr. Harun HURMA</b>	Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics

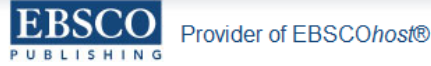
**İndeksler / Indexing and abstracting**



CABI tarafından full-text olarak indekslenmektedir/ Included in CABI



DOAJ tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in DOAJ



EBSCO tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in EBSCO



FAO AGRIS Veri Tabanında İndekslenmektedir / Indexed by FAO AGRIS Database



INDEX COPERNICUS tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in INDEX COPERNICUS



TUBİTAK-ULAKBİM Tarım, Veteriner ve Biyoloji Bilimleri Veri Tabanı (TVBBVT) Tarafından taranmaktadır / Indexed by TUBİTAK-ULAKBİM Agriculture, Veterinary and Biological Sciences Database

**Yazışma Adresi / Corresponding Address**

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi NKÜ Ziraat Fakültesi 59030 TEKİRDAĞ

E-mail: ziraatdergi@nku.edu.tr

Web adresi: http://jotaf.nku.edu.tr

Tel: +90 282 250 20 07

ISSN: 1302-7050

## **Danışmanlar Kurulu /Advisory Board**

### **Bahçe Bitkileri / Horticulture**

- Prof.Dr. Kazım ABAK** Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Adana  
**Prof.Dr. Y.Sabit AĞAOĞLU** Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara  
**Prof.Dr. Jim HANCOCK** Michigan State Univ. USA  
**Prof.Dr. Mustafa PEKMEZCİ** Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Antalya

### **Bitki Koruma / Plant Protection**

- Prof.Dr. Mithat DOĞANLAR** Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Hatay  
**Prof.Dr. Timur DÖKEN** Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Aydın  
**Prof.Dr. Ivanka LECHAVA** Agricultural Univ. Plovdiv-Bulgaria  
**Dr. Emil POCSAI** Plant Protection Soil Cons. Service Velenca-Hungary

### **Gıda Mühendisliği / Food Engineering**

- Prof.Dr. Yaşar HIŞIL** Ege Üniv. Mühendislik Fak. İzmir  
**Prof.Dr. Fevzi KELEŞ** Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum  
**Prof.Dr. Atilla YETİŞEMİYEN** Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara  
**Prof.Dr. Zhelyazko SIMOV** University of Food Technologies Bulgaria

### **Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology**

- Prof.Dr. Hakan TURHAN** Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Ziraat Fak. Çanakkale  
**Prof.Dr. Khalid Mahmood KHAWAR** Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara  
**Prof.Dr. Mehmet KURAN** Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Samsun  
**Doç.Dr. Tuğrul GİRAY** University of Puerto Rico. USA  
**Doç.Dr. Kemal KARABAĞ** Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Antalya  
**Doç.Dr. Mehmet Ali KAYIŞ** Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Konya

### **Tarla Bitkileri / Field Crops**

- Prof.Dr. Esvet AÇIKGÖZ** Uludağ Üniv.Ziraat Fak. Bursa  
**Prof.Dr. Özer KOLSARICI** Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara  
**Dr. Nurettin TAHSİN** Agric. Univ. Plovdiv Bulgaria  
**Prof.Dr. Murat ÖZGEN** Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara  
**Doç. Dr. Christina YANCHEVA** Agric. Univ. Plovdiv Bulgaria

### **Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics**

- Prof.Dr. Faruk EMEKSİZ** Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Adana  
**Prof.Dr. Hasan VURAL** Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Bursa  
**Prof.Dr. Gamze SANER** Ege Üniv. Ziraat Fak. İzmir  
**Dr. Alberto POMBO** El Colegio de la Frontera Norte, Meksika

### **Tarım Makineleri / Agricultural Machinery**

- Prof.Dr. Thefanis GEMTOS** Aristotle Univ. Greece  
**Prof.Dr. Simon BLACKMORE** The Royal Vet.&Agr. Univ. Denmark  
**Prof.Dr. Hamdi BİLGİN** Ege Üniv. Ziraat Fak. İzmir  
**Prof.Dr. Ali İhsan ACAR** Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara

### **Tarımsal Yapılar ve Sulama / Farm Structures and Irrigation**

- Prof.Dr. Ömer ANAPALI** Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum  
**Prof.Dr. Christos BABAJIMOPOULOS** Aristotle Univ. Greece  
**Dr. Arie NADLER** Ministry Agr. ARO Israel

### **Toprak / Soil Science**

- Prof.Dr. Sait GEZGİN** Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Konya  
**Prof.Dr. Selim KAPUR** Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Adana  
**Prof.Dr. Metin TURAN** Atatürk Üniv.Ziraat Fak. Erzurum  
**Doç. Dr. Pasquale STEDUTO** FAO Water Division Italy

### **Zootekni / Animal Science**

- Prof.Dr. Andreas GEORGOIDUS** Aristotle Univ. Greece  
**Prof.Dr. Ignacy MISZTAL** Breeding and Genetics University of Georgia USA  
**Prof.Dr. Kristaq KUME** Center for Agricultural Technology Transfer Albania  
**Dr. Brian KINGHORN** The Ins. of Genetics and Bioinf. Univ. of New England Australia  
**Prof.Dr. Ivan STANKOV** Trakia Univ. Dept. Of Animal Sci. Bulgaria  
**Prof.Dr. Nihat ÖZEN** Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Antalya  
**Prof.Dr. Jozsef RATKY** Res. Ins. Animal Breed. and Nut. Hungary  
**Prof.Dr. Naci TÜZEMEN** Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum

İÇİNDEKİLER/CONTENTS

<b>H. Çinkılıç, L. Çinkılıç, S. Varış, A. KUBAŞ</b> <b>Trakya Bölgesinde Sera Sebzeciliği ve Sorunları</b> Greenhouse Vegetable Growing and its Problems in Thrace Region .....	1-10
<b>M. F. Baran, M. R. Durgut, İ. E. Kayhan' İ. Kurşun, B. Aydın, Y. Bayhan</b> <b>Determination of Different Tillage Methods In Terms of Technically And Economically in Second Crop Maize For Silage (2<sup>nd</sup> Year)</b> II. Ürün Silajlık Mısır Üretiminde Uygulanabilecek Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Teknik ve Ekonomik Olarak Belirlenmesi (2.Yıl) .....	11-20
<b>A. Afacan, S. Adiloğlu, A. Hasanghasemi, C. Sağlam</b> <b>Determination of Antioxidant Activity of Sunflower Growing in Hayrabolu District of Tekirdağ Province</b> Tekirdağ İli Hayrabolu İlçesinde Yetişen Ayçiçeği Bitkisinin Antioksidan Aktivitesi Tayini .....	21-26
<b>F. Aydoğan, K. Bellitürk, M. T. Sağlam</b> <b>Edirne İlindeki Bazı Sulama Suyu Kaynaklarının Tuzluluk ve Ağır Metal İçeriklerinin Tespiti</b> The Assesment Of Irrigation Water Salinity And Heavy Metal Contents Of Some Selected Resources In Edirne Region .....	27-37
<b>H. E. Şamlı, M. Terzioğlu, A. A. Okur, F. Koç, N. Şenköylü</b> <b>Effects Of Sweet Apricot Kernel Meal On Performance And Intestinal Microbiota In Broiler Chickens</b> Etlik Piliçlerde Kayısı Küspesinin Performansa ve Bağırsak Mikrobiyotasi Üzerine Etkileri .....	38-43
<b>A. Şahin, M. Kaşıkçı</b> <b>Sivas İli Yıldızeli İlçesinde Halk Elinde Yetiştirilen Esmer Sığırların Çiğ Süt Kompozisyonunu Belirlenmesi</b> Determination of Milk Composition of Brown Swiss Cows Raised in Different Village Conditions Yıldızeli District of Sivas Province .....	44-50
<b>Y. Doğan, Y. Toğay, N. Toğay</b> <b>Mardin Kızıltepe Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarının Mercimek (<i>Lens culinaris</i> Medic.) Çeşitlerinde Verim Ve Verim Öğelerine Etkisi</b> Effect Of Different Sowing Time On Yield And Yield Components of Lentil ( <i>Lens culinaris</i> Medic.) Varieties in Mardin Kızıltepe Conditions .....	51-58
<b>E. Torun</b> <b>Determining Fruit Producers' Source of Information in Kocaeli And Evaluating It in Terms Of Agricultural Extension.....</b>	59-70
<b>D. Katar' Y. Arslan, R. Kodaş, İ. Subaşı, H. Mutlu</b> <b>Bor Uygulamalarının Aspir (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) Bitkisinde Verim ve Kalite Unsurları Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi</b> Determination of Effect of Different Doses of Boron on the Yield and Yield Components of Safflower ( <i>Carthamus tinctorius</i> L.) .....	71-79
<b>T. Kiper</b> <b>Peyzaj Mimarlığı Öğrencilerinin Çevre Tutumlarının Belirlenmesi</b> Determination of Environmental Attitudes of Students of Landscape Architecture .....	80-88
<b>O. Yılmaz, O. Karaca, D. İnce, İ. Cemal, E. Yaralı, M. Varol, S. Sevim</b> <b>Batı Anadolu Göçer Koyuncululuğu ve Islah Planlamalarındaki Rolü</b> Nomadic Sheep Breeding in Western Anatolia and the Role of Animal Breeding Programs .....	89-97
<b>E. E. Şişman, P. Gültürk</b> <b>Tekirdağ Kent Merkezinde Bulunan Parkların Mevcut Durumunun Belirlenmesi ve Öneri Bir Peyzaj Projesinin Hazırlanması</b> Determination of Existing Status of Parks in Tekirdag City Center and Design of Proposal Landscape Project for a Sample Park .....	98-109
<b>E. Kahya, S. Arın</b> <b>Görüntü Renk Kod Analizi İle Meyvenin Yerinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma</b> A Research On Image Color Code Analysis With Fruit Locating .....	110-118
<b>B. Çakmak, Z. Gökalp, N. Demir</b> <b>Sınırtaşan Nehir Havzalarında Tarımda Su Kullanımının Değerlendirilmesi</b> Assessment Of Agricultural Water Use In Trans-Boundary River Basins .....	119-129

## Görüntü Renk Kod Analizi İle Meyvenin Yerinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma

E. Kahya<sup>1</sup>

S. Arın<sup>2</sup>

<sup>1</sup> N.K.Ü. Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tekirdağ

<sup>2</sup> N.K.Ü. Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ

Bu çalışmada robotik meyve hasadı için meyvenin yerinin dijital ortamda bulunması ve gelen koordinat değerlerine göre robotik hasadın yapılması amaçlanmıştır. Görüntüler iki boyutlu olarak görüntü işleme tabii tutuldu. İki boyutlu olarak görüntünün işlenmesinde dijital ortama aktarılan meyveye ait görüntüler, görüntü işleme programı yardımıyla meyvenin renk özelliği esas alınarak işleme tabii tutuldu. Renk dal üzerindeki meyvenin dal ve yaprak gibi diğer unsurlarda ayrılması sağlayan en önemli ayırıcılardan olmasından dolayı kullanıldı. Yaptığımız çalışmada C# ile yazılan kod yardımıyla görüntü analizi yapılmış ve robotik hasat için örnek bir deneme yapılmıştır. Yazılan kodlarda meyvenin renk özelliği kahverengi olarak alındı. Yapılan çalışmada işlenen görüntüler üzerindeki ışık yansımalarının farklı değerlerde olması sistemin düzgün çalışmasını engellediği gözlemlendi. Farklı açılardan gelen ışığın görüntü işlemede, aynı kodlar kullanılmasına rağmen farklı sonuçlar çıkmasına neden olduğu tespit edildi. Sorunun çözümü için sistem değişikliğine gidildi. Sistem x ve y koordinatları için iki boyutlu kamera ve ışık yansımalarının önlenmesi için aydınlatma sistemi kurularak revize edildi. Denemelerin tekrarlanmasında başarı oranının arttığı gözlemlendi.

**Anahtar Kelimeler:** Görüntü işleme, C# , Renk, Robotik,Hasad

### A Research On Image Color Code Analysis With Fruit Locating

In this study, it is aimed to find the digital place of fruit for robotic fruit harvest and to reap the fruit according to these values. Images have been subjected to two dimensional image processing. On two-dimensional image processing, with the assistance of image processing program the transmitted images of the fruit have been subjected to get processed base on the color feature. Color has been used as it is the most significant indicator to distinguish the fruit from the leaf and branch. In our study, the image analyse has been done using the code called C# and a trial for robotic harvest has been done as a sample. Brown has been identified as the feature of the fruit on the codes. In the study, the different values of the light reflections on the processed images prevented the system from working properly. It has been detected that light from different angles on image processing caused to obtain different results although the same codes were used. To solve the problem the system has been changed. System has been revised using two-dimensional camera for x and y coordinations and light system for the prevention of light reflections have been established. It has been observed that success rate increased on other trials.

**Keywords:** Image processing, C# , Color, Robotic, Harvesting

#### Giriş

Görüntü işlemede birçok değişik program kullanılmaktadır. Bunlar C++ ,C#, Matlab Dijital Image Processing, Matlab Simulink, Smart programlardır. Sayılan programların hepsindeki temel mantık görüntü işleme ile istenen ve aranan özelliklere sahip cismin tespitidir. Bu özellikler renk, şekil, büyüklük-küçüklük, kütle gibi kullanıcının ayırt etmeye çalıştığı parametrelerdir.

Görüntü işleme robotik hasadın en önemli teknik parçasıdır. Bu teknik ile hasadı yapılacak ürünün dal üzerindeki konumu tespit edilmektedir. Görüntü işlemede kullanılan programlar birbirlerinden görsellik ve içerik olarak ayrı yapıya sahiptirler. Tüm programların ortak özellikleri kullandıkları algoritmanın aynı olmasıdır. Farklılık

kullanılan komutlar ve özelliklerin tespitinde kullanılan parametrelerin işlenmesi tekniğidir.

Robotik hasat üzerine birçok çalışma yapılmaktadır. Robotik hasata ilk örnek (Kondo 1988) görme yönetimiyle meyvenin yerinin tespiti üzerine yapılan araştırma gösterilebilir. Bu çalışmada robota görsel algılayıcıyı bağlaması için iki sistem olduğu belirtilmiştir. Birincisi görsel sensör eklenmiş manipülatör diğeri bağımsız yapı üzerinde manipülatördür. Stereo bir kamera yoluyla meyvenin üç boyutlu konumunu bulmanın bir metodu yapıya bağlanan görsel algılayıcısını kullanmak olduğu tespit edilmiştir. Bu metod, domates gibi göreceli olarak alçak bitkilerin bulunmasında kullanılacağı belirtilmiştir (Kondo N, 1988).

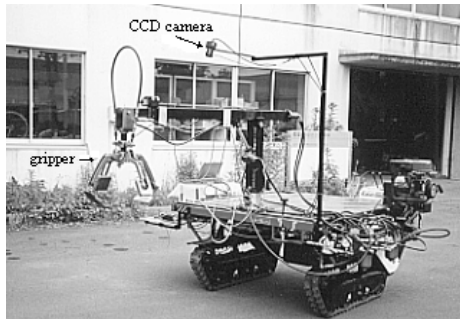
Monta ve ark.(1995), üzüm üretim sistemleri için tarımsal robot üzerine bir araştırma yapmışlardır.

Görsel bir algılayıcı ve robotik el vasıtasıyla yürüyen bir aksan üzerinden hasadı yapmışlardır. Salkımları kavrayan bir robotik el ile meyvelere hasar vermeden salkımları sürgünden kopartarak hasadı gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarında 5 DOF kutupsal koordinat manipülatörü, görsel sensörler ve uç efektörleri kullanmışlardır. Görsel sensörler, renkli kamera ve kızılötesi ışınlar kullanılarak meyvenin yeri, mesafesini bulunmuştur. Sistemin kol uzunluğu 1.6 m. ve hareket derinliği 1 m. 'dir. Şekil 1' de bu çalışma gösterilmiştir (Monta M et all 1995).



Şekil 1. Üzüm hasadı (Monta M et all 1995)

Figure 1. Grape Harvesting (Monta M et all 1995) Murakami ve ark.(1999), robotik lahana hasadı yapılması üzerine bir araştırma yapmışlardır. Bu araştırma hidrolik bir sürüş robot kolundan oluşmaktadır. Bir CCD kamera ve paralel bir işlemci kontrol sistemini oluşturmaktadır. Çalışma başarısı %43 olarak bulunmuştur. Toplam lahanayı hasat süresi 55 saniye olarak tespit edilmiştir. Şekil 2' de robotik lahana makinası toplama gösterilmiştir.



Şekil 2. Robotik lahana toplama makinası (Murakami et all 1999)

Figure 2. Robotics of cabbage harvesting machines (Murakami et all 1999)

Bulanon ve ark.(2001), elma hasadında robot uygulamasında elmaların yerlerinin görüntü işleme sistemi ile tahmin üzerine bir araştırma yapmışlardır. CCD kamera yardımıyla doğal ışık altında elmanın görüntülerini toplamışlardır. Fuji elmanın renk modellemesi yardımıyla ağaç üzerinde yaprakların ve dalların yerlerini belirlemişlerdir. Bir LCD model yardımıyla (aydınlık ve renk farklılıkları(kırmızı)) ve HSI modeliyle (renk ve yoğunluk) analizleri yapılmıştır. Renk özellikleri, aydınlık, renk farklılıkları ve kromatiklik yaklaşımları ile belirlenmiştir. Bu yaklaşımla meyvenin, yaprakların, dalların sınıflandırılması yapılmıştır.

Kataoka ve ark.(2001), robotik elma hasadı için elmaların yerinin tespitinde, otomatik algılama sistemi için bir araştırma yapmışlardır. Çiftçiler meyvenin hasada uygun olup olmadığını elmanın rengine bakarak karar vermektedirler. Meyvenin renginin hasat zamanına karar vermek için en önemli kriter olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada hasat sezonunda toplanan elmaların renkleri Munsell renk sistemi temel alınarak, L \* a \* b \* renk uzayı ve XYZ renk sistemine göre ayrılmıştır. Bu renk sistemine göre hasatın zamanı elma rengine göre bulunmuştur.



Şekil 3. Robotik portakal hasadı (Hannan and Burks 2004)

Figure 3. Robotic orange harvesting (Hannan and Burks 2004)

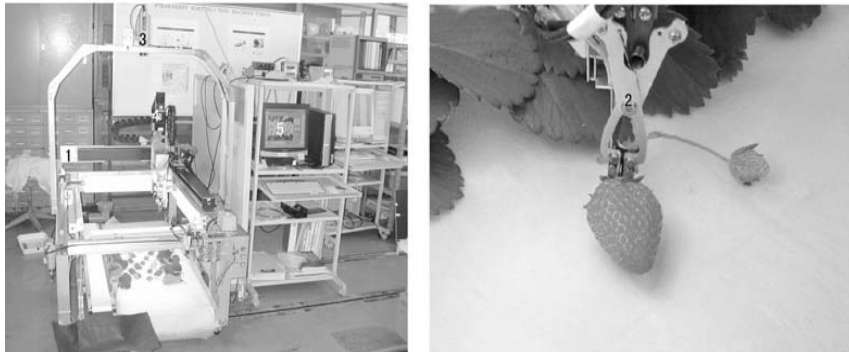
Hannan ve Burks (2004), otomatik portakal hasadında gelişmeler üzerine bir araştırma yapmışlardır. Bu çalışmada robotik hasadın gelişiminde CCD kamera sistemlerinin, sensörlerin, görüntü işleme yöntemlerinin gelişmesinin ve robot kol teknolojisindeki yeniliklerin önemini vurgulamışlardır. Portakal hasadı için robotik ve mekanik hasat karşılaştırması yapmışlardır.

Robotik hasat daha az emek için fazla üretkenlik kazancı, iş hacmi başına daha yüksek mal, hasat için kullanılan sistemin esnek olmasını vurgulamışlardır. Mekanik hasat için sistemin esnek olmaması, işlem hacmi olarak düşük üretim, yüksek emek karşında az üretkenlik olduğunu belirtmişlerdir. Robotik portakal hasadının resmi Şekil 3'de gösterilmiştir.

Feng ve ark.(2008), robotik çilek hasadı için meyvenin yerinin belirlenmesi ve sapların aranması için araştırma yapmışlardır. Çalışmalarında iki kamera kullanmışlardır. Bu kameralardan ilkinin 8-10 arasındaki çilekler için görüntü yakalama, diğer kamerayı XYZ koordinatlarının belirlenmesi için kullanmışlardır. OHTA renk uzayının temel olarak görüntü işlemeyi gerçekleştirmişlerdir. Bu şekilde meyvenin robotik el ile alınmasını sağlamışlardır. Deneysel sonuçları meyvenin yerinin belirlenmesindeki hata oranını %7 ve meyvenin zarar görmeden robotik

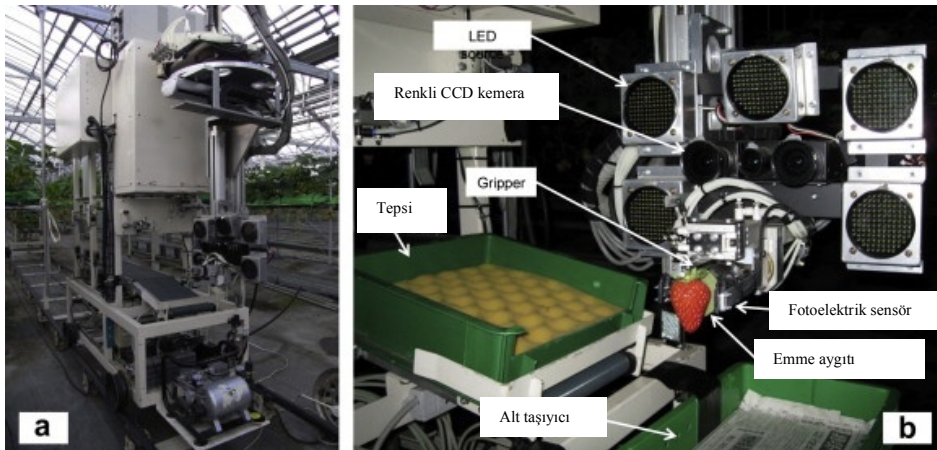
olarak alınması doğruluğunu % 5 olarak tespit etmişlerdir. Şekil 4 'de Robotik çilek hasat makinası gösterilmiştir.

Hayashi ve ark.(2010), robot çilek hasadı için alan test değerlendirmesi üzerine bir araştırma yapmışlardır. Çalışmalarında silindirik bir manipülatör, end-efektör, yapay görme ünitesi, taşıyıcı sistem ve depolama biriminden oluşan bir robot kullanmışlardır. Daha önceki çalışmalarında karşılaştıkları düşük iş verimi, düşük başarı oranı, kararsız aydınlatma gibi sorunları aşmak için hasadı gece yapmak üzere bir aydınlatma ünitesi geliştirmişlerdir. Meyvenin tanımlanması için meyve olgunluk derecesinin tanımı yapılmıştır. Yapay görme ünitesi ile meyve sapı tespitinde başarı oranını %60 olarak tespit etmişlerdir. Sistemin başarı oranı %34.9 'dur. Şekil 5'de geliştirdikleri robotik çilek hasat makinası gösterilmiştir.



Şekil 4 .Robotik çilek hasat makinası (Feng et all 2008)

Figure 4. Robotic strawberry harvesting machine (Feng et all 2008)



Şekil 5. Çilek hasat robotunun (a) Genel görünüşü (b) Ana yapının detaylı görünüşü (Hayashi et all 2010)  
Figure 5. Strawberry harvesting robot (a) Overview (b) A detailed view of the main structure (Hayashi et all 2010)

Tüm çalışmalarda ortak nokta görüntü işleme yardımıyla meyvenin yerinin tespit edilmesidir. Farklı görüntü işleme yöntemleri kullanılmasına rağmen sonuçta amaç, robotik sistemin doğru gitmesi için gerekli olan koordinat değerlerinin alınmasıdır. Diğer çalışmalarda kullanılan sistem yaklaşımları aynıdır. Kamera ve aydınlatma sistemleri benzerlik göstermektedir. Meyve hasadı için gerekli olan yaklaşım meyvenin yerinin düzgün bulunmasıdır. Yaptığımız denemelerde karşılaşılan sorun diğer araştırmada da yaşanmıştır. Çalışmalarda aydınlatma sistemleri tasarımına gidilmiştir. Meyvenin üzerine gelen ışık şiddeti, ortamdaki yansıma nedeniyle farklılık gösterdiğinden aydınlatma sistemine ihtiyaç duyulmuştur.

### Materyal Ve Yöntemler

Görüntü işlemede amaç aralarında ortak özellik olan ve/veya bir ilişki kurulabilen karmaşık işaret örneklerini veya nesnelere bazı tespit edilmiş özellikler veya karakterler vasıtasıyla tanımlama

veya sınıflandırmadır. Bu özellikler renk, büyüklük, şekil farklılıkları gibi temel ayırt edici unsurlardır.

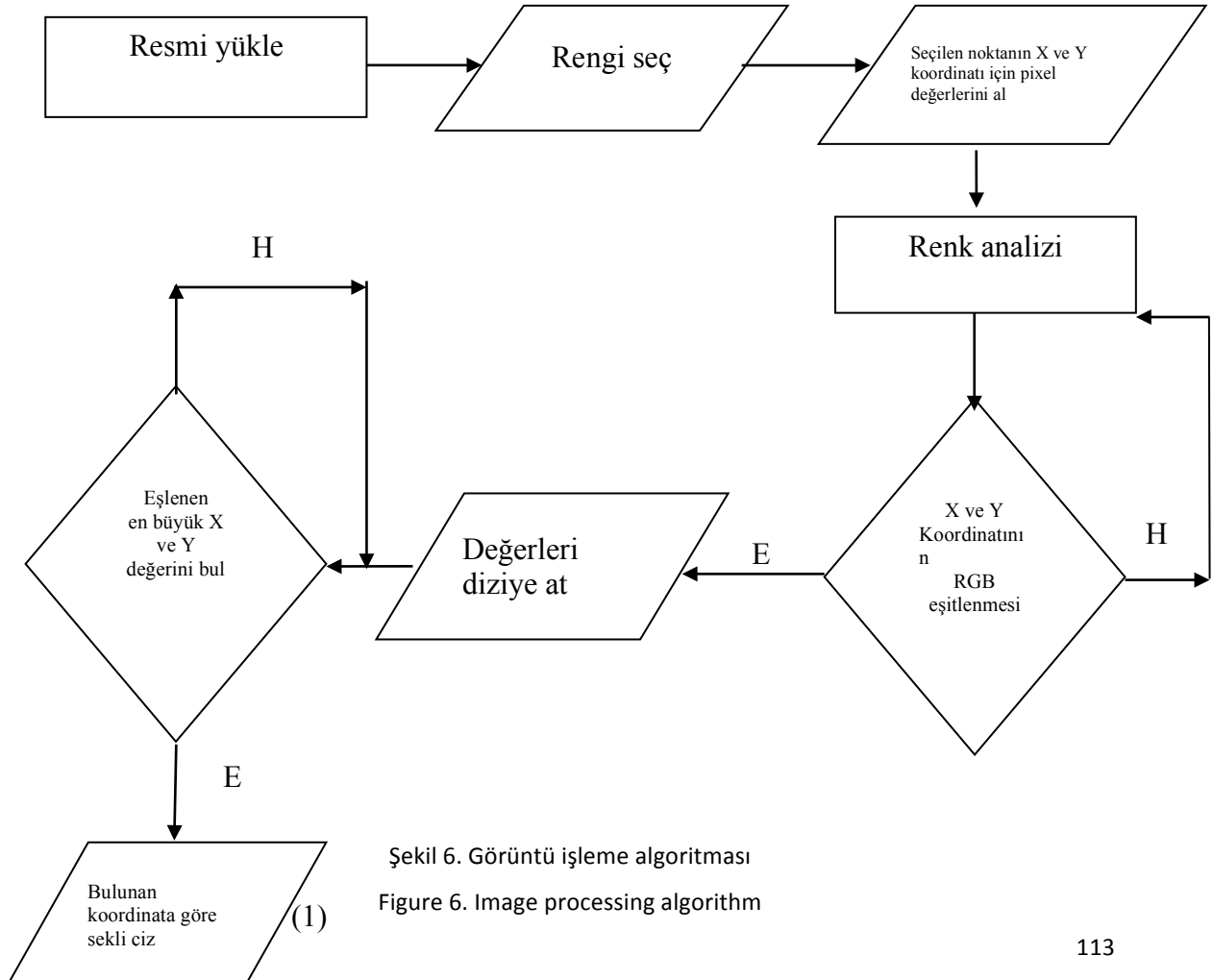
Görüntü işleme için kullanılan yöntemler farklılık göstermektedir. Görüntü işleme programlarının ortak özellikleri görüntü işleme için aynı parametreleri kullanmalarıdır. Renk analizi ve ürünün köşelerinin belirlenmesi gibi parametreler görüntü işleme sırasında kullanılan ortak parametrelerdir.

### Materyal

Yapılan araştırmada kullanılan kamera 3644 x 2748 piksel çözünürlüğe sahiptir. Görüntü işleme programı yardımı ile kontrolü sağlanmaktadır.

### Yöntem

Robotik sistem ile meyve hasadı yapılabilmesi için gerekli olan en önemli değişken meyvelerin uzay koordinat eksenlerinin bilinmesidir. Koordinat eksenlerinin bulunması için görüntü işleme tekniği uygulanmıştır.



Şekil 6. Görüntü işleme algoritması  
Figure 6. Image processing algorithm



Görüntü işleme için 3644 x 2748 piksel çözünürlüğe sahip kamera kullanılmıştır. Bu kamera yardımıyla dijital ortama aktarılan görüntüler görüntü işleme programı yardımıyla işlenmiştir. Renk ve şekil analizi ile meyvelerin uzay koordinat eksenindeki yatay (x) ve dikey (y) noktalarının koordinatları bulunmuştur.

Görüntü işlemede kullanılan program makine diline en yakın olan C#'dır. Bu program yardımıyla formül 1 ve formül 2 ile tanımlanmış olan matematiksel işlemin görüntü işlemeye uyarlanması yapılmıştır. Program yazımında gerekli algoritma Şekil 9'da kurularak meyve hasadında renk analizi ile meyvenin yerinin tespiti yapılmaya çalışılmıştır.

Yapılan çalışmada amaç robotik hasat için gerekli olan en temel girdi olan kivi meyvesi için görüntü yakalama ile meyvenin tespit edilmesidir. Sisteme aktarılan 60 farklı görüntü üzerinde programın çalıştırılması ile analiz yapılmıştır.

Koordinat sisteminin eksenleri döndürerek her yöndeki en düşük ve en yüksek piksel değerlerinin bulunması gerekmektedir. Koordinat sistemini çevirme, cismin çevre pikselleri için yeni x' ve y' değerlerini hesaplama ve en düşük ile en yüksek değerleri tespit etmek için kullanılan bir işlemdir. Herhangi bir  $\alpha$  döndürme açısı için sinüs ve kosinüs değerlerine ihtiyaç duyulur. Bulunan bu açılar bir veri tabanı içinde tutulması ve buradan en uygun değerlerin seçilmesi gerekir.

Bu çalışmada dijital görüntüler alınırken temel değer olarak görüntüyü oluşturan piksel değerleri baz alınmıştır. Her piksel değerinin bir RGB kodu olduğundan kod değerleri en yüksek ve en düşük piksel değeri olarak işleme sokulmuştur. Bu değerler ile dijital görüntü renk analizi için, görüntü içerisinde matrix oluşturulmaktadır. Matrix'ler formül 3 ve formül 4'de gösterilmiştir. Oluşturulan matris ile koordinat sistemi çevirme işlemiyle piksel değerleri işleme alınmaktadır. Bu değerler yardımıyla seçilmiş olan renk koduna göre sonucun bulunması sağlanmaktadır. Aralık hesaplanması en yüksek ve en düşük piksel değerlerinin işleme alınması ile gerçekleşmektedir.

$$x = \max X * \cos(\theta) \quad (1)$$

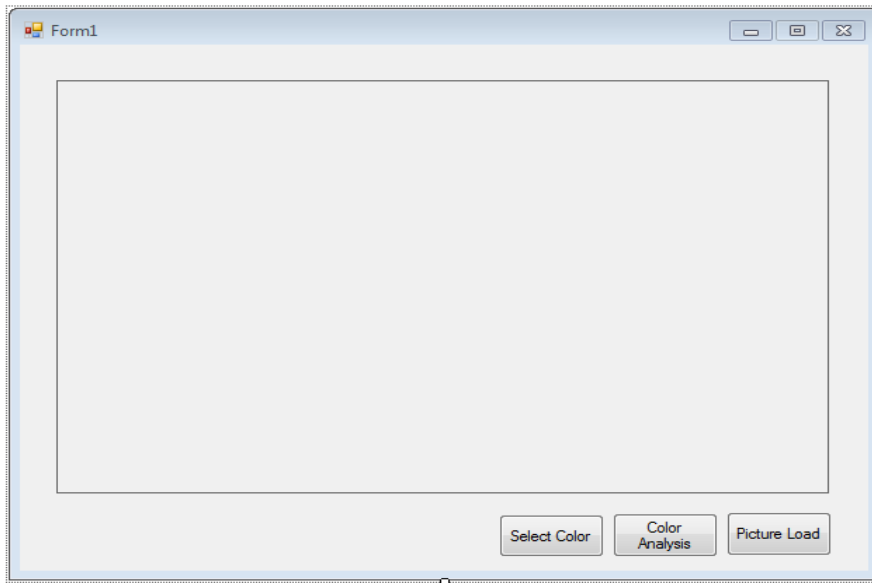
$$y = \max Y * \sin(\theta) \quad (2)$$

Burada  $\theta$  0 ile 360 arasında açıyı temsil etmekte (yaklaşık olarak  $\theta > 40$  da büyük olmak durumundadır.)

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\alpha & -\sin\alpha \\ \sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x' \cdot \cos\alpha - y' \cdot \sin\alpha \\ x' \cdot \sin\alpha + y' \cdot \cos\alpha \end{bmatrix} \begin{matrix} \leftarrow \\ \leftarrow \end{matrix} \begin{matrix} x = x' \cdot \cos\alpha - y' \cdot \sin\alpha \\ y = x' \cdot \sin\alpha + y' \cdot \cos\alpha \end{matrix} \quad (4)$$

Görüntü içerisinde renk analizi Net platformu kullanılarak yapılmaktadır. Bu işlemde .Net Framework 4 ve Visual Studio 2010 içindeki C# programları kullanılmıştır.



Şekil 7. Uygulama Form görüntüsü

Figure 7. Application forms image

Şekil 7'de gösterilen çalışma formu içerisine ToolBox üzerinden PictureBox (resim kutusu) ve üç adet çalışma butonu nesnesi eklenmiştir. Bu nesneler Select Color (renk seçimi), Color Analysis (renk analizi) ve Picture Load (resim yükleme) 'dur.

Programın çalışması ilk önce resim dosyasının eklenmesiyle gerçekleşmektedir. Resim yüklenmesinden sonra uygulama içerisine görüntü almak için, Şekil 7'de bulunan Picture Load (resim yükle) kullanılacaktır. Nesnenin seçiminden sonra aşağıdaki kodlar çalıştıktan sonra resmin yüklenmesi sağlanmıştır.

```
private void buttonPictureLoad_Click(object sender, EventArgs e)
{
    // Dosya sisteminde dosya seçim için gerekli nesne oluşturuluyor.
    OpenFileDialog openfile = new OpenFileDialog();
    if (openfile.ShowDialog() == System.Windows.Forms.DialogResult.OK)
    {
        // Eğer dosya şekilmiş ise, dosya sisteminde bulunan adres
        // ile PictureBox üzerine yüklenmektedir.
        pictureBox1.Image = Image.FromFile(openfile.FileName);
    }
}
```

Uygulamanın bir sonraki adımı ekrana gelen seçilmiş görüntü içinden renk seçimidir. Bunun için uygulama formu üzerinden Select Color butonu tıklanır. Butonun seçiminden sonra hangi rengin seçileceği Mouse ile resim üzerinden seçilecektir. Seçim bittikten sonra renk seçim ile ilgili aşağıdaki program bölümü çalışacaktır. Seçilen renkler program içerisine aktarılmış olacaktır.

```
// Select Color butonuna tıkladığı olay
private void buttonSelectColor_Click(object sender, EventArgs e)
{
    // mouse işaretcinin değiştirilir.
    this.pictureBox1.Cursor = Cursors.NoMove2D;
```

```
// Renk seçim işleminin başladığını belirtmek
// için belirlenen değişken ataması
this.SelectedMode = true;
}

// PictureBox üzerinde renk seçimi tamamladığı olay
private void pictureBox1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    // mouse işaretçisi varsayılan halini aldı.
    this.pictureBox1.Cursor = Cursors.Default;

    // Renk seçimi işlemini tamamladığını ataması
    this.SelectedMode = false;
}

// mouse PictureBox üzerinde hareket ettiği olay
private void pictureBox1_MouseMove(object sender, MouseEventArgs e)
{
    if (this.SelectedMode)
    {
        // Eğer renk seçim işlemi devam ediyor ise,
        // renk alma işlemini gerçekleştir.
        Bitmap img = new Bitmap(pictureBox1.Image);

        this.SelectedColor = img.GetPixel(e.Location.X, e.Location.Y);
    }
}
```

Görüntünün yüklenmesi ve analiz renk seçimi yapılmasından sonraki son adım renk analizidir. Seçilen renk kodlarına göre meyvenin yerinin tespiti aşağıdaki program kodları vasıtasıyla yapılacaktır. Programın çalışmasıyla görüntü içerisinde x,y matrix oluşturarak pixel renk değerlerini elde edecektir. Bu matrix için örnek bir hesaplama aşağıda verilmiştir.

$$x = x' \cdot \cos\alpha - y' \cdot \sin\alpha \quad (1)$$

$$\max X \begin{matrix} \rightarrow \\ \leftarrow \\ \rightarrow \end{matrix} \quad \frac{dx}{d\alpha} = -x' \cdot \sin\alpha - y' \cdot \cos\alpha = 0$$

$$-x'.\sin\alpha=y'.\sin\alpha$$

$$\alpha=45^\circ \text{ için}$$

$$-x'=y' \Rightarrow x' = -y'$$

$$\max X = -y'.\cos\alpha - y'.\sin\alpha$$

$$\alpha=45^\circ \text{ için}$$

$$\cos 45^\circ = \sin 45^\circ$$

$$\max X = -y'.\cos 45^\circ - y'.\cos 45^\circ = -2y'.\cos 45^\circ$$

$$X = \max X.\cos\theta$$

$$X = -2y'.\cos 45^\circ.\cos\theta$$

$$X = -2y'.\frac{1}{2}[\cos(45^\circ + \theta) + \cos(45^\circ - \theta)]$$

$$X = -y'[\cos(45^\circ + \theta) + \cos(45^\circ - \theta)]$$

Veya

$$\cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} \approx 0,71 \text{ için}$$

$$\max X = -y'.\cos 45^\circ - y'.\cos 45^\circ = -2y'.\cos 45^\circ$$

$$\max X = -1,42.y'$$

$$y = x'.\sin\alpha + y'.\cos\alpha$$

$$\max Y \Rightarrow \frac{dy}{d\alpha} = x'.\sin\alpha + y'.\cos\alpha = 0$$

$$x'.\cos\alpha = -y'.\sin\alpha$$

$$\alpha=45^\circ \text{ için}$$

$$x' = -y'$$

$$\max Y = y'.\sin\alpha + y'.\cos\alpha$$

$$\alpha=45^\circ \text{ için}$$

$$\cos 45^\circ = \sin 45^\circ$$

$$\max Y = -y'.\sin 45^\circ + y'.\cos 45^\circ = 2y'.\cos 45^\circ$$

$$Y = \max Y.\cos\theta$$

$$Y = 2y'.\cos 45^\circ.\cos\theta$$

$$Y = 2y'.\frac{1}{2}[\cos(45^\circ + \theta) + \cos(45^\circ - \theta)]$$

$$Y = y'[\cos(45^\circ + \theta) + \cos(45^\circ - \theta)]$$

veya

$$\cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} \approx 0,71 \text{ için}$$

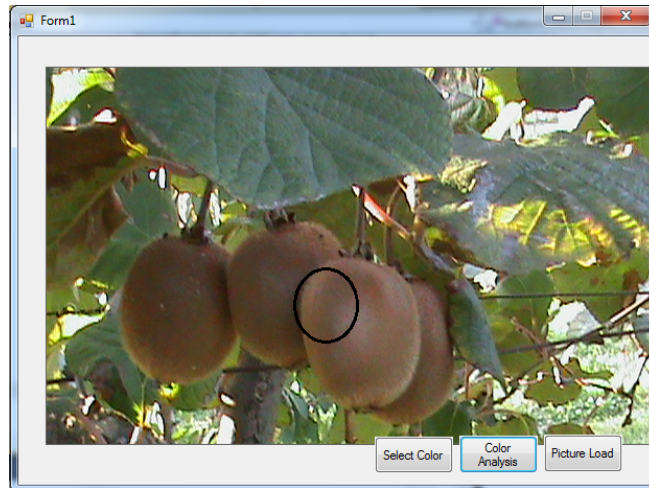
$$\max Y = y'.\cos 45^\circ - y'.\cos 45^\circ = 2y'.\cos 45^\circ$$

$$\max Y = 1,42.y'$$

Verilen örnek hesabın benzeri program içerisinde otomatik olarak yapılmaktadır. Bu şekilde yapılan işlemlerde seçilen renk değerlerine eşleşen ve en büyük x ya da y değerlerine sahip olan koordinatlarını bulmaktadır.

```
public class ColorPoint
{
    public Color Color { get; set; }
    public int X { get; set; }
    public int Y { get; set; }
}
```

Görüntü içerisinde renk analizini daha kolay yapabilmek için, ColorPoint isimli nesne hazırlanmıştır. Bu nesne yardımıyla görüntü renk değerlerinin hafızaya alması sağlanmaktadır.



Şekil 8. Belirlenmiş renge göre seçimin yapılmış hali.

Figure 8. State determined by color selection made

Renk analizi için ColorPoint türünde bir dizi oluşturulmuştur. Oluşturulmuş olunan bu dizi yardımıyla resim içerisinde buluna tüm pixel değerlerini saklamaktadır. Saklanan değerler, kullanıcının analizi işlemi için seçmiş olduğu renk değeri ile karşılaştırılmaktadır. Yapılan karşılaştırma ile ilgili en büyük x ve y değerleri kullanarak görüntü üzerinde çember şekli hazırlanmaktadır. Yapılan işlemler ile ilgili kaynak kodlar aşağıda bulunmaktadır.

```
private void buttonColorAnalysis_Click(object sender, EventArgs e)
{
    /// PictureBox üzerinde bulunan görüntüyü okunda
    Bitmap img = new Bitmap(pictureBox1.Image);
    /// Görüntü ile ilgili renk bilgileri
    /// ColorPoint dizisine aktarılıyor.
    for (int x = 0; x <= img.Width - 1; x++)
    {
        for (int y = 0; y <= img.Height - 1; y++)
        {
            ColorPointList.Add(new ColorPoint
            {
                Color = img.GetPixel(x, y),
                X = x,
                Y = y
            });
        }
    }

    /// Renk ile ilgili kontrol ve
    /// seçim işlemleri yapılamakta.
    foreach (ColorPoint t in this.ColorPointList)
    {
        if (t.Color == this.SelectedColor)
        {
            /// En büyük x
            if (maxX < t.X) maxX = t.X;
            /// En büyük y
            if (maxY < t.Y) maxY = t.Y;
        }
    }
}
```

```
}
}
/// oluşturulan x ve y değerleri kullanarak
/// görüntü üzerine çember çizilmesi sağlanmaktadır.
Graphics graphic = this.pictureBox1.CreateGraphics();
Pen pen = new Pen(Color.Black, 3);
graphic.DrawEllipse(pen, maxX, maxY, 60, 70);
}
```

İşlemler sonucu görüntü içerisinde renk analizi yapılmıştır. Uygulama sayesinde seçilen renk yoğunluğuna sahip en büyük değerdeki renk bulunmuştur. Şekil 11 'de bu analiz sonucuna göre meyvenin yerinin renk analizi ile tespit edilmiş hali gösterilmektedir.

### Sonuç

Robotik hasattaki temel unsur görüntü işlemedir. Görüntü işlemeyle elde edilen sonuca göre robotik sistemlerin hareket etmesi sağlanmaktadır. Elde edilen sonuçlar renk, şekil, hacim değerleri gibi unsurlar olmaktadır. Ayırt edici olan bu sayılan unsurlar robotik sistemin işlem yapmasının temelini oluşturur. Yapılan çalışmada meyvenin renk analizi yapılmıştır. Çalışma sonucunda en büyük sorunun ışığın meyve üzerinde her noktada sabit olmamasıdır. Işığın geliş açısı görüntü işlemenin sonucunu etkileyen en büyük faktörlerdendir. Işığın meyve üzerine aynı açı ile gelmemesi ve gölgelenmeler değişik renk algılanmasına sebep olmaktadır. Aynı renk tonuna sahip meyvelerinin farklı renk tonlarında algılanmasına sebep olan bu faktörlerden dolayı görüntü işlemenin düzgün yapılması imkansızlaşır.

Yapılan çalışmada ışığın farklı yansıma derecelerinden dolayı sonuçlarda farklılık gözlenmiştir. Aynı kamera ile çekilen ve sisteme yüklenen diğer fotoğraflar program içerisinde aynı kodlar ve aynı renk piksel değeri ile işleme sokulduğunda değişik sonuçlar alınmıştır. Fotoğraflar incelendiğinde bunun sebebinin ışığın geliş açılarındaki farklılık olduğu görülmüştür. Renk analizi yapılırken ışığın farklı açılar altında gelmesinden dolayı kahverengi renginin değişik tonlarda görüldüğü tespit edilmiştir.

Bu sonuçlardan dolayı sistem değişikliğine gidilmiştir. Görüntü işleme için kullanılan kamera sistemi değiştirilmiştir. Endüstriyel otomasyon kamerası ve programı kullanılmıştır. Kamera ile gelen program vasıtasıyla görüntü işleme tekniği ile meyvenin dal üzerindeki koordinat değerleri bulunmuştur. Görüntülerin kamera ile alınması işleminde aynı ışık seviyesi elde edilmesi için dum aydınlatma sistemi kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda işlenen tüm görüntüler için %5'lik bir hata payıyla meyvenin yeri doğru bir şekilde bulunmuştur. Yapılan diğer çalışmalarda bu oran %7 ile %43 arasında değişmektedir. Aradaki fark kullanılan kamera sistemleri ve aydınlatma sistemleri farklılıkları ile açıklanabilir. Görüntü işlemede ışık değerinin önemi açıkça gözlemlenmiştir. Kullanılan görüntü işleme tekniklerinde işleme giren meyvelerin üzerine aynı ışık değerlerinin gelmesi için ayrı bir aydınlatma sisteminin kullanılması gerekliliği yapılan denemeler sonucunda görülmüştür. Tek başına kameranın çözünürlüğünün yeterli olmadığı sisteme entegre edilecek ayrı bir aydınlatma sisteminin başarı oranını arttıracak şekilde anlaşılmıştır. Işığın meyve üzerinde sabit olmayan seviyede gelmesi ortam ışık düzeyi nedeniyle olduğu görülmüştür. Bu nedenle yanlış veri alınması robot kola gelen koordinat değerlerinin yanlış gelmesine dolayısıyla robot kolun hareket doğruluğunu etkilediği görülmüştür. 48 Led'li aydınlatma sistemi kullanılmasına karşın ortam ışık seviyesinin sabit olmaması robot kolun yanlış gitmesine neden olmuştur. Yapılan diğer araştırmalarda denemeler gece yapılacak şekilde aydınlatma sistemleri kullanılmıştır. Amaç ışısız ortamın

sağlanmasının ancak gece yapılan denemeler ile olacağından dolayıdır. Denemelerin yapılacağı ortamdaki ışık düzeyinin sabit olmasının robotik hasadın başarısını arttıracak şekilde anlaşılmıştır.

### Kaynaklar

- Kondo N, Artificial Intelligence Review 12:227-243, Kluwer academic Publishers (1988), Printed in the Netherlands
- Monta M, Kondo N, Shibano Y (1995). Agricultural Robot in Grape Production System. Robotics and Automation, IEEE International Conference on, Volume 3, 2504-2509, Nagoya, Japan
- Murakami N, Otsuka K, Inoue K, Sugimoto M (1999). Robotic Cabbage Harvester. JSAM, Volume 55(5), 133-40.
- Bulanon D. M., Kataoka, T., Zhang, S., Ota, Y., Hiroma, T. (2001), Optimal Thresholding For The Automatic recognition of Apple Fruits, ASAE, <http://asae.frymulti.com/abstract.asp?aid=3672&t=2>
- Kataoka T, Okamoto H, Hata S (2001). Automatic Detecting System Of Apple Harvest Season For Robotic Apple Harvesting. 2001 ASAE Annual International Meeting. Sacramento Convention Center Sacramento, Paper Number: 01-3132, California, USA.
- Hannan M.W, Burks T.F (2004). Current Developments in Automated Citrus Harvesting. ASAE Annual Meeting, Page Number: 043087, Canada.
- Feng G, Qixin C, Yongjie C, Masateru N (2008). Fruit Location And Stem Detection Method For Strawberry Harvesting Robot. International Journal of Advanced Robotic Systems, Page Number: 89-94, ISSN: 17298806.
- Hayashi S, Shigematsu K, Yamamoto S, Kobayashi K, Kohno Y, Kamata J, Kurita M (2010). Evaluation of a Strawberry-Harvesting Robot in a Field Test, Biosystems Engineering, Published By Elsevier, Volume 105(2), 160-171.