
	SAKARYA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ <i>SAKARYA UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE</i>		 SAKARYA UNIVERSITY
	e-ISSN: 2147-835X		
	Dergi sayfası: http://dergipark.gov.tr/saufenbilder		
	<u>Geliş/Received</u> 21-07-2017		
	<u>Kabul/Accepted</u> 19-01-2018	<u>Doi</u> 10.16984/saufenbilder.330123	

Tarımsal ürün bilgilerinin bir gezgin robot yardımıyla temin edilen görüntülerin işlenmesi yoluyla analiz edilmesi

Sedat Turan*¹, Tolga Aydın²

ÖZ

Robotik sistemlerin bir çeşidi olan gezgin (mobil) robotların kullanımı, günlük yaşamımızın farklı alanlarında gelişerek arttığı görülmektedir. Bu çalışmada, tarımsal alanlarda bilgisayar veya yüz tanıma ile otomatik kontrol edilebilen gezgin robot kullanılarak domates bitki meyvesinin görüntü işleme ile tespit ve analiz edilmesi amaçlanmıştır. Renk tespit ve izleme görüntü işleme yöntemiyle meyvelerin yerlerinin tespiti, kenar ölçüleri, alan büyüklüğü ve renk doygunluğu elde edilerek daha önce oluşturulmuş veri seti ile kullanıcıya meyve ile ilgili yaklaşık ağırlık bilgisi verilmiştir. Çalışma ile tarımsal araştırma merkezlerinde veya büyük üreticilerin ar-ge birimleri için, hasat edilecek meyve ile ilgili gelişim bilgilerinin bilgisayar sistemine dayalı gezgin robot ile yapılabilirliği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Görüntü işleme, robotik, tarımsal analiz, ürün bilgisi

Analysis of the agricultural product information by processing the images obtained with the help of a mobile robot

ABSTRACT

Mobile robots, a kind of robotic system, are now being used ever more in different areas of daily life. In this study, it is aimed to determine and analyze tomato plant fruits by image processing by using computer or mobile robot which can be controlled automatically by facial recognition in agricultural areas. The determination of the locations of the fruits, the edge measurements, the area size and the color saturation were obtained by the color detection and tracking image processing method and the approximate weight information about the user's fruit was given with the data set created before. The study demonstrated the feasibility of harvestable fruit-related information with agricultural robots based on computer systems for agricultural research centers or large farmers.

Keywords: Image processing, robotics, agricultural analysis, product information

This work was presented as an oral paper at the 2nd International Engineering Architecture and Design Congress.

*1 Erzincan University, Refahiye Vocational School Mechatronics Program, Erzincan- sturan@erzincan.edu.tr

²Atatürk University, Department of Computer Engineering, Erzurum- atolga@atauni.edu.tr

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüz endüstrisinde yaygın olarak kullanılan robot kelimesi ilk defa, Çekçe’ de “zorla çalıştırılan işçi” manasına gelen “robota” kelimesi olarak 1921 yılında Karel Capek’in RUR (Rossum'un Evrensel Robotları) isimli tiyatro eserinde kullanılmıştır [1] [2].Farklı amaçlar için tasarlanmış birçok görevi yerine getirebilen, kendi kendine hareket edebilen, elektronik, mekanik ve yazılımdan oluşan bu yapılar; işlem yapma, işlemden sonuca varma, yargıya varma ve yeni işlemi belirleme yetilerini bulundurmaları zorundadır [3] [4]. Robotun çalışma hacmi bir referans koordinat sistemine göre yer değiştirmiyorsa bu robota gezgin olmayan robot, yer değiştiriyor ise bu robota “Gezgin veya Mobil Robot” denir [5].Yapısal olarak tekerlekli, bacaklı ve kanatlı olmak üzere üç farklı türü olan gezgin robotlar günümüzde pek çok alanda kullanılmaktadır.

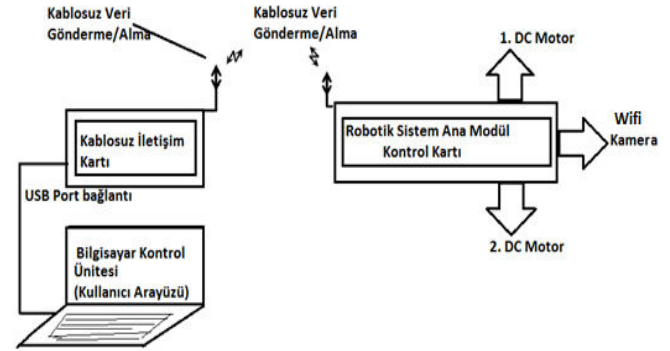
Bilgisayar, elektronik ve robotik sistemlerin hızlı geliştiği günümüzde tarımsal alanlarda yapılan çalışmaların insan gücü ve kontrolü yerine teknolojik gelişmelere adım adım geçtiği görülmektedir. Ülkemizde ve dünyada tarımsal alanlarda teknolojinin kullanımı, kaliteli ürün elde edilmesi, işgücünün azaltılması gibi nedenlerle büyük gelişme içerisinde [4]. Tarım alanındaki bu gelişmeler bilişim çağının gelişen teknolojilerinin ekonomik ve çevre ile bütünleşik üretim faaliyetlerinde kullanımını ifade eden Hassas Tarım’ı işaret etmektedir [6]. Teknolojideki gelişmeler doğrultusunda tarımsal alanlarda kullanılan mekanik yapılara ilaveten bilgisayarlı sistemler eklenerek bu yapılara farklı özellikler katılmıştır. Tarımsal alanlarda kullanılan başlıca hasat makinelerinin bakıldığında, geliştirilerek bilgisayar görmesine dayalı robotik sistemlere doğru gittiği açıkça ortadadır. Çeşitli algılayıcılar ve bu algılayıcılardan gelen veriler doğrultusunda görüntü işleme tekniklerinin de kullanılması tarımsal alanlarda robotik tarıma geçişi sağlamaktadır.

Tarımsal robotik sistemlerin sonuç değerlerinin istenildiği gibi olabilmesi için insan faktörü tarafından yapılacak işin giriş parametrelerinin doğru girilmesi ayrıca çevresel faktörlerinde (arazinin ve ürünün fiziki durumu, hava şartları vb.) iyi değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada tarımsal alanlardaki domates ürün

bilgilerinin görüntü işleme yöntemiyle analizini gerçekleştiren gezgin robot tasarımı gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan bu robotik sistemin ana hedefi gezgin robot ile tarımsal ortam verileri (ortam sıcaklık ve nem, tarımsal ürün rengi, en ve boy) analiz edilerek çıktılar halinde arşivlenmesidir. Bu amaca yönelik olarak çeşitli elektronik ve mekanik elemanlar temin edildikten sonra gezgin robotun programlanması yapılmıştır [7]. Çalışmada, gezgin robot üzerindeki mikrodenetleyicili ana kontrol devresi, kullanıcı bilgisayarına usb ile bağlantılı mikrodenetleyicili kumanda devresi ve tarımsal ürün bilgisinin analiz edildiği görüntü işleme tekniği hakkında bilgi verilerek sistemin nasıl çalıştığı açıklanmıştır.

2. SİSTEM TASARIMI (SYSTEM DESIGN)

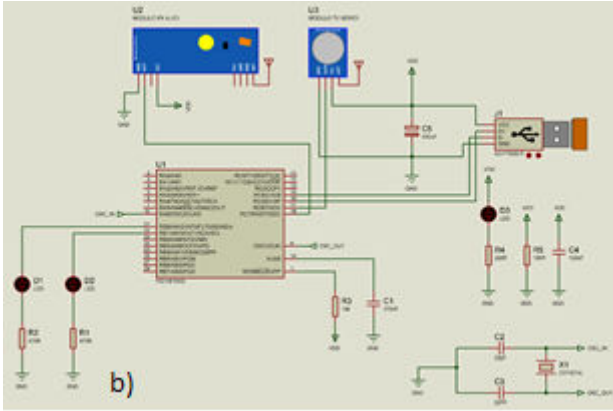
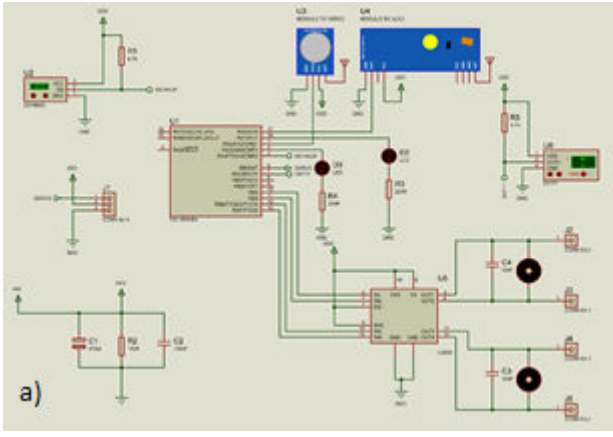
Sistem; görüntü, sıcaklık ve nem bilgilerinin alındığı algılayıcıların bulunduğu hareket edebilen gezgin robotik sistem ile görüntü işlemenin yapıldığı PC ye bağlı kablosuz iletişim kartından oluşmaktadır. Tasarlanan robotik sistemin blok diyagramı Şekil 1’de gösterilmiştir.



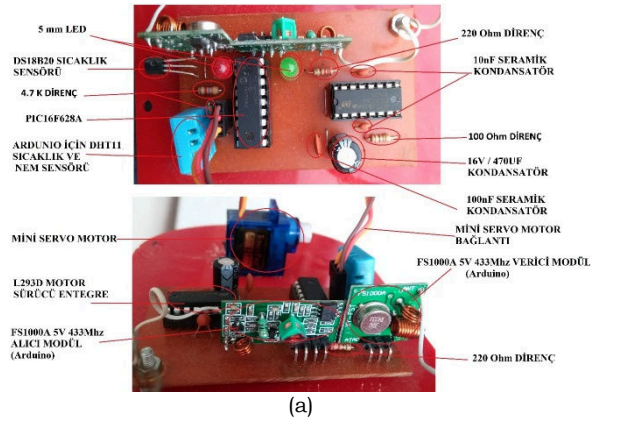
Şekil 1. Gezgin robotun blok diyagramı (Block diagram of the mobile robot)

2.1. Donanım Bölümü (Hardware Section)

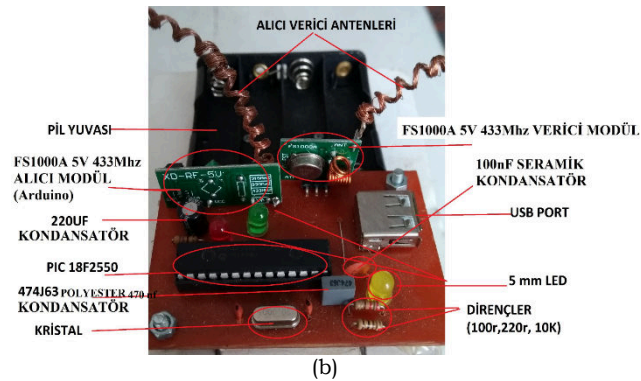
Tarımsal gezgin robotik sistemden alınan verilerin kullanıcı arayüz yazılımına aktarılması, kullanıcı tarafından verilen emirlerin robotik sistemde yerine getirilebilmesi için geliştirilen donanım sistem parçalarının tasarım ve gerçek görüntüsü Şekil 2’de ve Şekil 3’ de gösterilmiştir.



Şekil 2. (a)Ana modül kontrol kartı, (b)iletişim kartı tasarım çizimleri ((a) the main module control card, (b) communication card design drawings)



(a)



(b)

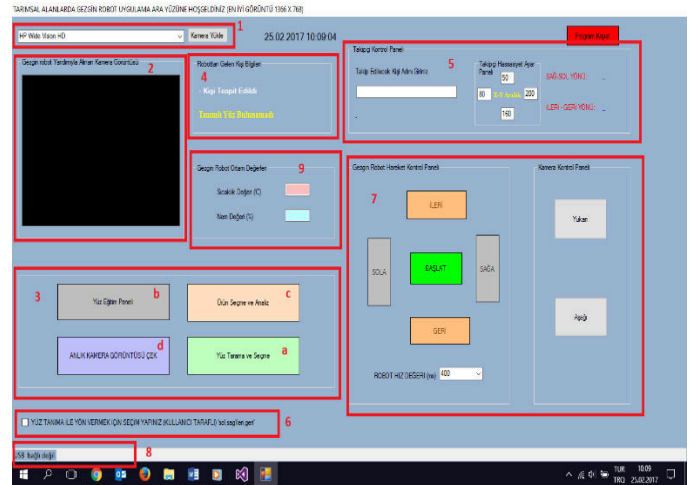
Şekil 3. (a)Ana modül kontrol kartı, (b) kablosuz iletişim kartı ((a) the main module control card, (b) the wireless communication card)

Ana modül kontrol kartı, ortamdaki elde edilen görüntü, sıcaklık ve nem verilerinin alınarak kablosuz iletişim kartına aktarılması ve iletişim kartından gelen kullanıcı tarafından iletilen kamera ve palet hareket komutlarının yerine getirilmesi amacıyla oluşturulmuştur.

Kablosuz iletişim kartı ise, robotik sistemden gelen verileri kullanıcı ara yüz yazılımına, kullanıcıdan gelen verileri de robotik sisteme aktarmak amacıyla oluşturulmuştur.

2.2. Yazılım Bölümü (Software Section)

Robotik sistemin bilgisayar kontrollü yazılım geliştirilmesinde "Microsoft Visual Studio 2013 Windows Forms Application" ortamında "C#" programlama dili kullanılarak yazılmıştır. Arayüz yazılımı en iyi 1366x768 çözünürlükte gözükmektedir. Program aynı anda birçok işlevi gerçekleştirmesi açısından kullanıcıya kolaylık sağlamaktadır. Programın kullanıcı arayüzü Şekil 4'de gösterilmiştir.

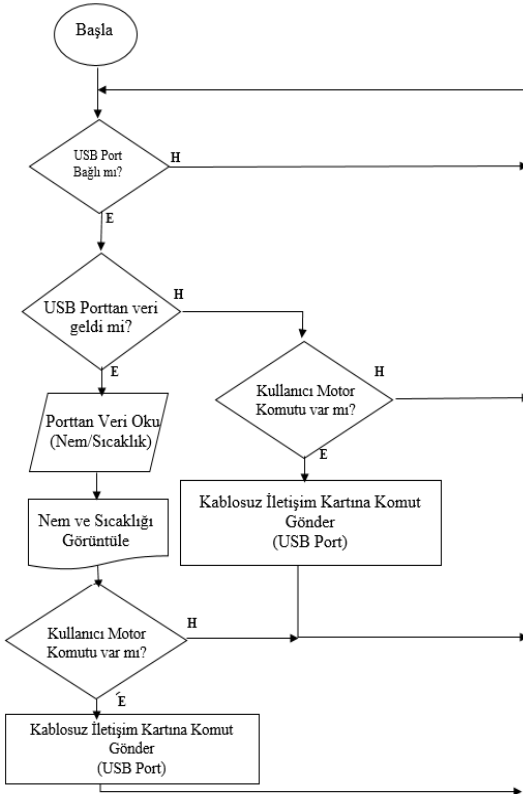


Şekil 4. Kullanıcı arayüz tasarımı (User interface design)

1 Numaralı alanda bilgisayara bağlı olan kameralar listelenir ve kamera kontrolü yapılarak istenilen cihaz tercih edilir. 2 numaralı alanda aktif kamera görüntüsü alınır. 3 numaralı alanda "a- Yüz Tanıma ve Seçme" aktif kameradan gelen görüntü üzerinde yüz tespit edilir ve eğer eğitim yapılmış yüz varsa ismi yazılır. "b- Yüz Eğitim Paneli" ile kameradan gelen görüntüden tespit edilen yüzler eğitime katılır yüz ile isim eşleştirilmesi yapılır. "c- Ürün Seçme ve Analiz" ile ürün renkleri, sınırları belirlenerek dış

ortamdan ayrılır ardından belirlenmiş ürün fiziki ölçüler, ortam sıcaklık ve nem bilgileri ile veri girişi yapılarak grafik oluşturulur. "d- Anlık Kamera Görüntüsü Çek" kameradan gelen görüntülerden anlık görüntü alınarak kullanıcı tarafından belirlenen dosya isim ve uzantısında (resim türü) kayıt işlemi yapılarak arşivlenir. 4 numaralı alan ile aktif kamerada tespit edilen yüz bilgileri yer almaktadır. 5-6 numaralı alanda kullanıcı taraflı yüz tanıma işlemi ile robot hareketi ve sahada bulunan kişinin hareket bilgisine göre gezgin robotun hareketi ve ayarların yapılabildiği paneldir. 7 numaralı alanda robot hareket ve kamera pozisyon emirlerinin verildiği ve ayarlarının yapılabildiği paneldir. 8 numaralı alanda kablosuz iletişim kartı ile PC arasındaki USB bağlantının olup olmadığının kontrolünün yapıldığı durum çubuğudur. 9 numaralı alanda gezgin robot ortamından gelen sıcaklık ve nem verilerinin gösterildiği bilgi panelidir.

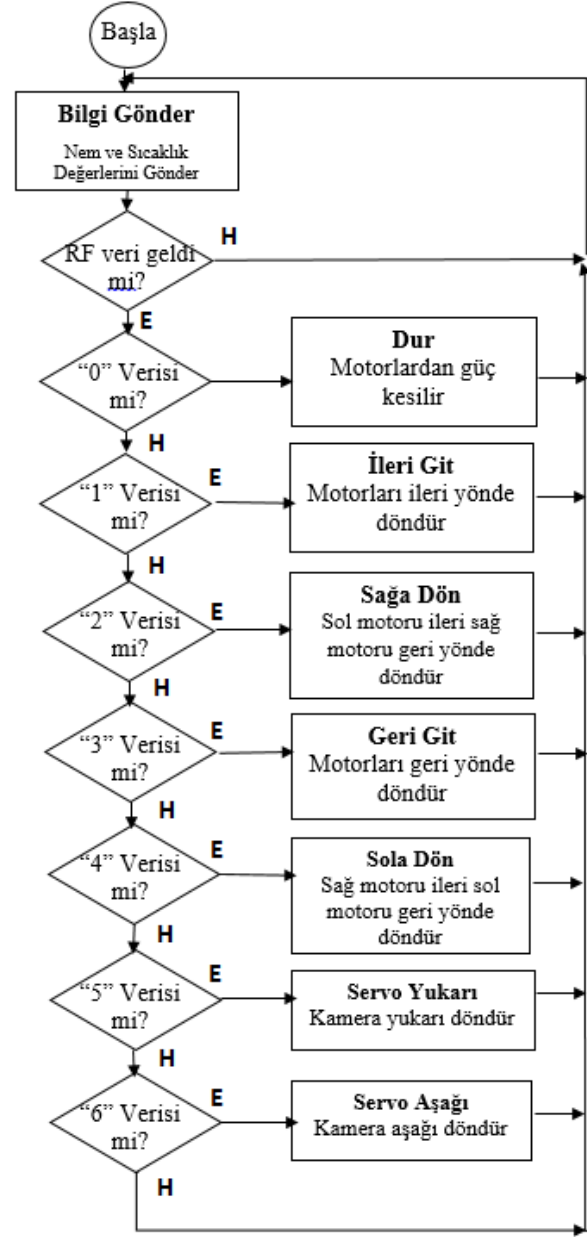
Tarımsal alanlar için tasarlanmış gezgin robotik sistemin, kullanıcı ara yüz yazılımı ile kablosuz iletişim kartı arasındaki veri gönderme-alma akış diyagramı Şekil 5'de gösterilmiştir.



Şekil 5. Robotik sistemin akış diyagramları (Flow diagrams of the robotic system)

2.3. Gezgin Robotun Hareket Sistemi (Motion System of The Mobile Robot)

Robotun yazılımsal olarak algoritma tasarım çalışma mantığı sonsuz döngü ile başlamaktadır. Bu sonsuz döngü ile devamlı RF veri gönderme-dinleme (alma) işlemi yapılır ve gelen sinyallere göre motorlar kontrol edilir (Şekil 6).



Şekil 6. Gezgin robotun ana modül akış diyagramı (Main module flow diagram of mobile robot)

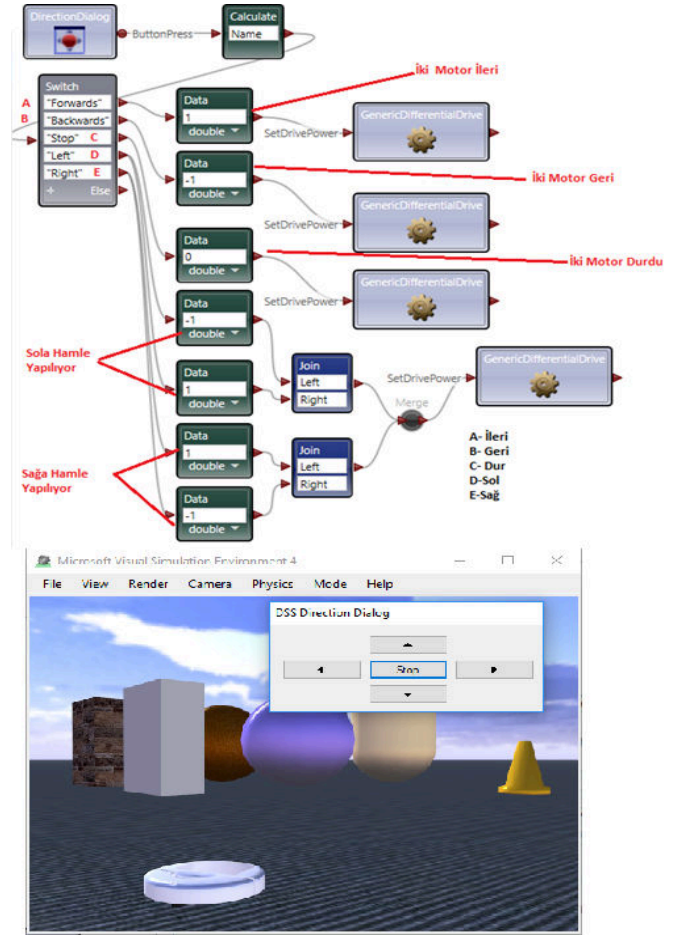
Ana kontrol kartına gelen veri eğer "1" ise motorlar ileri yönde döndürülerek robotun ileri gitmesi sağlanır. Aynı şekilde gelen veri eğer "2" ise sağ yönde, "3" ise geri, "4" ise de robot sola doğru hareketlendirilir. Robotik sistemin durması isteniyorsa motorlara "0" değeri gönderilerek motorlara güç verilmemektedir. Gelen veri "5" ise

servo motor uygun kare dalga sinyalleri ile sürülerek üst limite gelmediği sürece yaklaşık 15 derece yukarı döndürülür, "6" verisi geldiğinde ise yine alt limit kontrol edilerek yaklaşık 15 derece aşağıya döndürülür. Sıcaklık ve nem bilgisi sensörler ile okunarak bilgisayara bağlı olan alıcı devreye gönderilir. RF veri geldiğinde, bilgisayar kontrol ünitesindeki kullanıcı ara yüz yazılımı porttan gelen verileri alarak ekranda gösterilir. Ortamdan gelen kablosuz kamera görüntü verileri bilgisayar kullanıcı arayüzünde görüntü işleme yapılarak ürün hakkında bilgi elde edilmesi sağlanmış olur.

Robotik sistem hareket mekanizması değişik ortam şartlarında hareket edebilme kabiliyeti olması bakımından paletli tasarım yapılmıştır (Şekil 7). Robotik sistemde 2 adet DC motor kullanılarak "sağ" ve "sol" manevralarında teker (palet) yönleri zıt yönde dönerek dar alanlarda rahat hareket özelliği kazandırılmıştır. Robotik sistem hareket sisteminin "Microsoft Robotics Developer Studio 4" ortamında hazırlanmış simülasyon tasarımı Şekil 8' de gösterilmiştir.



Şekil 7. Palet hareket sistemi (Pallet movement system)



Şekil 8. Hareket sistemi simülasyonu (Motion system simulation)

Kullanıcı tarafından gezgin robotik sisteme gönderilen RF motor komut sinyalleri doğrultusunda hem palet hem de kamera hareketleri yapmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Gezgin robota gönderilen motor komutları ve yapılan görevler (Motor commands sent to mobile robot and tasks performed)

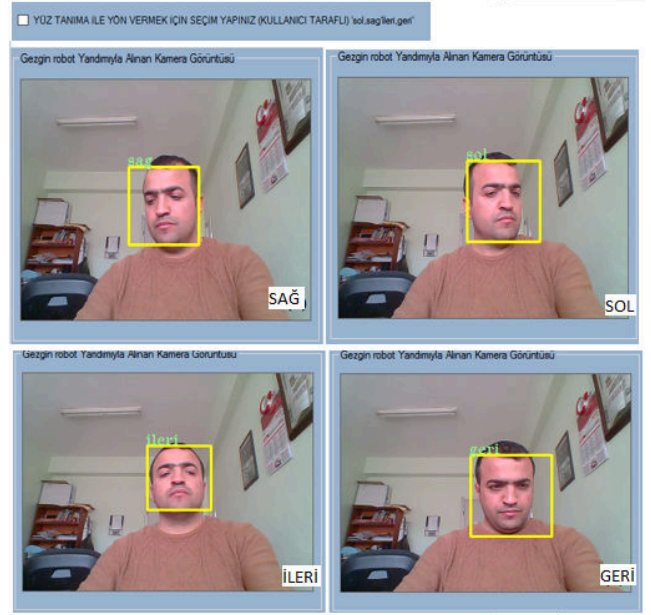
KOMUT	YAPILAN GÖREV
0 •	Robot Durdurulur
1 ↑	Robot İleri Yönde Gider (+sol,+sağ motor)
2 →	Robot Sağa Döner (+sol,-sağ motor)
3 ↓	Robot Geri Yönde Gider (-sol,-sağ motor)
4 ←	Robot Sola Döner (-sol,+sağ motor)
5 ↑↑	Kamera Açısı Bir Kademe Yukarı
6 ↓↓	Kamera Açısı Bir Kademe Aşağı

Gezgin robotun hareket sistemi kullanıcı buton kontrolleri ile hareket kabiliyetine ek olarak yüz tanıma kullanılarak farklı iki şekilde hareket ettirilebilmektedir. Bunlar, kullanıcı tarafı

kamera yüz tanıma ve robot kamerası yüz tanıma şeklindedir. Kullanıcı tarafı yüz tanıma ile büyük tarımsal araştırma merkezlerinde engelli vatandaşların oturdukları yerden yüz ifadeleri ile robotu hareket ettirebilmeleri sağlanırken, robot tarafı kamera ile hareket sisteminde ise tarımsal alanlarda çiftçilerin taşıma işlemlerini otomatik yaptırabilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda popüler tanıma algoritmaları incelendiğinde; özgün yüz ile temel bileşen analizi, doğrusal ayırt etme analizi, elastik yığın grafiği eşleştirme balık yüzü, gizli markov modeli ve nöronal motive dinamik bağlantı eşleştirmesidir [8].

Çalışmada gerçek zamanlı çoklu yüz tespit ve tanıma işleminde C#.Net ortamında "EmguCV" kütüphanelerinden faydalanılarak "haar cascade" yöntemi kullanılmıştır [9]. Eğitimlerde kullanılması için "haarcascade_frontalface_default.xml" eğitim dosyası kullanılarak görüntü işleme gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, kamera aygıtından gerçek zamanlı görüntü üzerinde yüzler tespit edilir, eğer yüz sisteme kayıt edilecekse çalışma dizininde oluşturulmuş "Eğitim" klasörü içerisine bitmap olarak kayıt edilir. Kayıt edilen yüzler karşılaştırma için OpenCV algoritmalarından Eigenfaces algoritması eğitim yöntemi olarak kullanılmıştır. Bu işlemlerin ardından yüz tespit işlemi ile robotik sistem aşağıdaki gibi hareket ettirilir. Bunlar;

- Kullanıcı tarafı yüz tanıma, kullanıcı tarafında bilgisayar kamerasında yüz hareketlerine göre eğitim yapılarak yön isimleri verilir. Bu işlemin ardından yön isimlerine (sol, sag, ileri, geri) eşleştirilmiş yüz ifadesi tanındığında robot motorlarına o yönde komut gönderilerek hareket sağlanmıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Kullanıcı tarafı yüz tanıma ile yön hareketi (Directional movement with user-side face recognition)

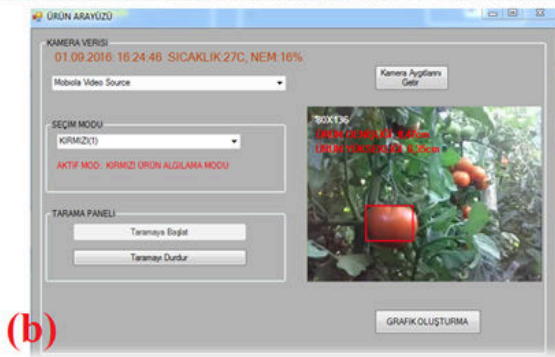
- Robot kamerasından alınan yüz tanımlamasına göre, gerçek zamanlı alınan görüntüden daha önce tanımlanmış kişilerin tanımlanması yapılır ve takip edilecek kişinin ismi yazılır, ardından ekran üzerinde X-Y çözünürlük aralıkları belirlenerek yüzün bulunduğu konuma göre alan sınırlaması yapılır. Bu işlemin ardından takip edilecek kişinin X-Y çözünürlük sınır limitlerinde yapmış olduğu ihlal neticesinde robotik sistem "sağ-sol ve ileri-geri" hareket emirlerini otomatik olarak yerine getirmeye çalışır (Şekil 10).



Şekil 10. Gezgin robotun yüz tanıma göre otomatik hareket etmesi (Automatic movement of the mobile robot according to face recognition)

2.4. Ürün Tespit ve Analiz (Product Detection and Analysis)

Gezgin robotik sistemde bulunan kablosuz kameradan kullanıcı yazılımına gelen görüntüler işlenerek elde edilen ürün fiziksel bilgilerinden grafiksel raporlar oluşturularak, kullanıcıların zaman aralıklarında aynı veya farklı cins aynı tür meyvelerin gelişim verisi raporları oluşturulur. Meyve tespit işleminde renk ayırt edici faktör kullanılarak renk tespiti ve takibi yönteminden faydalanılmıştır [10] [11]. Geliştirilen yazılımda renk tespit işlemi için "AForge kütüphanesi" kullanılmıştır. Seçim yapılan kameradan alınan görüntü "frame" leri "AForge.Imaging.Filters" kütüphanesinde renk filtrelemesi uygulanarak "PictureBox" nesnesi üzerinde çerçevesi çizilerek gösterimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. Robotik sistemde meyve tespiti (Fruit detection in robotic system)

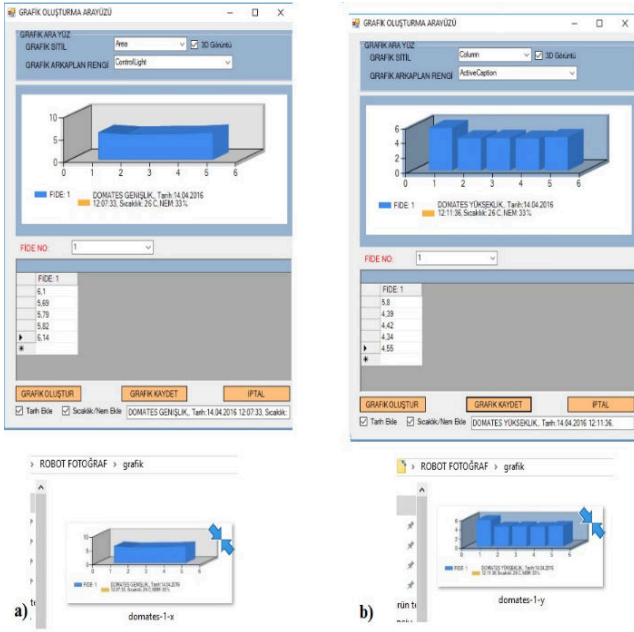
Robotik sistemler kullanılarak görüntü işleme tekniği ile ürün tespit işlemleri için literatürde ki çalışmalar öncelikle incelenmiş, ilk olarak iç mekân ortamında farklı ışık ve açılarda nesnelere üzerinde denemeler yapılmıştır. Bu işlemlerin ardından gerçek tarımsal alanlarda denemeler

yapılmıştır. Bu denemeler sonucunda oluşan veriler Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Gerçek tarımsal alanlarda farklı domates meyvesi için yapılan denemeler (Experiments for different tomatoes in real agricultural areas)

No	Sonuç görüntüsü (İki farklı kamera)	Açıklama
1		Işık (güneş) etkisi olmuştur. Genişlik ölçüsünde yüksek oranda başarı alınmıştır.
2		Işık (güneş) ve farklı cisim(yaprak) etkisi olmuştur. Yükseklik ve genişlik bilgisi hatalı alınmıştır.
3		Işık (güneş) etkisi olmuştur. Genişlikte yüksek oranda başarı alınmıştır.
4		Işık (güneş) ve farklı cisim(yaprak, meyve) etkisi olmuştur. Yükseklik ve genişlik bilgisi hatalı alınmıştır.
5		Işık (güneş) etkisi olmuştur. Yükseklik ve genişlik bilgisi ışık doğrultusunda hatalı alınmıştır.
6		Işık (güneş) etkisi az olmuştur. Genişlik ve yükseklik bilgisi az hata ile alınmıştır.

Analiz sonuçları kullanıcıya ürün boy-genişlik (kesit alanı) ve renk doygunluğu (RGB) bilgisi verirken, grafik oluşturma ekranında kullanıcı isterse tespit edilen ürün bilgilerine ek olarak tarih, sıcaklık, nem ve açıklama ekleyerek tercih ettiği grafik çeşidine göre kayıt işlemi jpeg resim dosyası yaparak arşiv oluşturabilir. Gezgin robotik sistem kamerasından elde edilen görüntülerin işlenmesi ile tespit edilen meyvelerin analiz listesi ve grafik oluşturma işlem örneği Şekil 12’de gösterilmiştir.



Şekil 12. Ürün tespit işlemi sonucunda analiz ve grafik oluşturma (kayıt)*a) bir fidedeki beş adet domates genişliği b) bir fidedeki beş adet domatesin yüksekliği (Analysis and graphic creation (save) as a result of product detection process *(a) the width of five tomatoes on one seedling, b) the height of five tomatoes on one seedling)

Çalışmada, gerçek domates nesnelere ile yapılan denemelerde farklı domates renk tonlarının (Şekil 13.) kullanıcı tarafından bilinmesi ve yükseklik- genişlik oranlarına göre daha önceden elde edilen veri listesi kullanılarak ağırlık tahmini için kullanıcıya bilgi ekranı sunulmuştur.



Şekil 13. Farklı renk tonlarına sahip domatesler (Tomatoes with different color tones)

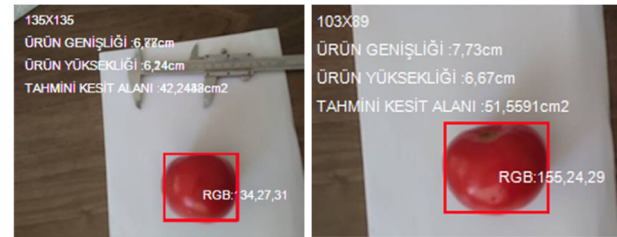
Geliştirilen sistemde domates renk tonu, domatesin merkezi noktasından alınan piksel RGB bilgisinden elde edilirken (Şekil 14.), ağırlık tahmini ise domates üzerindeki çerçevenin alan bilgisi referans alınarak daha önceden oluşturulmuş excel tablosundaki veri listesi kullanıcı tarafından kıyaslanarak elde edilmektedir. Çalışmada, renk filtrelemesi için

kullanılan RGB aralığı Tablo 3'de gösterilmiştir. Yazılımda filtreleme RGB aralığı değiştirilerek kırmızı renk ton aralığı daraltılabilmektedir

Tablo 3. Çalışmada kullanılan kırmızı ton aralığı örneği (Red tone range used in the study)

Renk Paleti	Red (100-255)	Green(0-75)	Blue (0-75)
	*Sınır ve orta renk tonu örnekleri		
	100	75	75
	100	0	0
	125	38	38
	255	0	0
	255	75	75

Kıyaslamada kullanılan domates veri listesi, domates kasalarından ratgele seçilen bir kasa içerisinde sıra ile ölçümler yapılarak elde edilmiştir. Ölçümlerde, kumpas ile en ve boy kesit ölçüleri kullanılarak alan bilgisi, terazi kullanılarak ise ağırlık bilgisi elde edilmiştir. Veri listesinde alan bilgisi ile ağırlık ilişkisi üzerine yoğunlaşmıştır. Bu liste oluşturulduktan sonra veriler, excelden kullanıcı arayüzüne yazılım ile aktarılmıştır. Veri listesi oluşturulurken şekilsel bütünlüğe bakılmadan domatesler rastgele alınarak elde edilmiştir. Bu işlem sonucunda aynı kesit alanına sahip farklı ağırlık değerlerinin olduğu görülmüştür (Şekil 15. 46 ve 20 numuneler). Şekil bütünlüğü olan numunelerin kesit alanlarının sonucunda gerçek ağırlık oranları birbirine yakın olduğunda veri listesinde görülmektedir (Şekil 15. 39 ve 48 numuneler).



Şekil 14. Tespit edilen domateslerin kesit alan ve RGB renk bilgisi (The cross-sectional area and RGB color information of the detected tomatoes)

SIRA	EN	BOY	ALAN	AGIRLIK	BİRİM ALANA DÜŞEN AGIRLIK
59	5,9	4,8	27,84	98	3,520114942928...
60	5,9	5,1	29,98	110	3,718728970858...
61	6,9	4,6	31,279999999999...	104	3,3268089194143...
24	6,3	5	31,5	120	3,8096232059523...
39	6,2	5,1	31,619999999999...	124	3,921568274650...
48	6	5,3	31,799999999999...	122	3,826477987421...
52	6,2	5,5	34,1	124	3,636363636363...
59	6,2	5,5	34,1	120	3,519061935377...
47	6,4	5,6	35,839999999999...	142	3,962053571428...
34	6,9	5,5	37,95	144	3,794466403162...
46	6,9	5,7	39,330000000000...	140	3,559623636363...
20	7,2	5,5	39,6	182	4,595959595959...

Şekil 15. Daha önce oluşturulmuş gerçek domateslerin (farklı şekillerde) veri listesi (Data list of previously created real tomatoes)

Kullanıcı veya çiftçi, tespit edilmiş domates meyvesi üzerinde hem renk doymunluk oranını hemde kesit alanını rahatlıkla kullanıcı arayüzünden görebilecektir. Kullanıcı isterse daha önce rastgele domateslerden oluşturulmuş olan domates veri listesi ile elde edilen yeni değerleri kıyaslayabilecektir. Robotik sistem ile uzaktan araziye gitmeden tahmini olarak kullanıcıya, meyve daldan kopmadan olgunlaşma renginin tonunu ve tahmini ağırlığını verecektir. Kullanıcı sistem yazılımı içerisinde bulunan veri listesi paneline başka excel tablolarını ekleyebilir, istediği verileri üzerinde değişiklikler yapabilmektedir.

3. SONUÇLAR (CONCLUSION)

Bu çalışmada tarımsal alanlarda hassas tarıma yönelik teknoloji kullanımında, bilgisayar sistemi ile gezgin robot birlikte kullanılmıştır. Geliştirilen gezgin robot için, bilgisayar sisteminden kontrol ve görüntü işleme denemeleri yapılmıştır. Literatürde genellikle iç ortamlarda belirli platformlarda yapılan denemelerin aksine gerçek ortamlarda gezgin robot ile tarımsal ürün tespit işleminin yapılabildiği görülmüştür. Yapılan analiz işleminde domates meyvesi ve ortam koşulları sorunsuz olması durumunda (ortam aydınlatması, gölgelenme, şekil bozukluğu vb.) ürün hasat gelişim evresine göre renk doymunluk tespiti ve veri setine göre ağırlık tahmini %80 değerinin üzerinde olduğu görülmüştür.

Sanayide büyük değişimlerin (Endüstri 4.0) yaşandığı günümüz de, tarımsal alanlarda da teknoloji gelişimine yönelik yapılacak yeniliklere ek olarak bu sistem hem yazılımsal hemde mekanik olarak geliştirilip tam otonom özellik yapıldıktan sonra kullanıcının kontrolüne gerek kalmadan tarımsal alanlarda hasat yapılacak bitki

meyvesi ile ilgili istatistiksel bilgi alınabilir, hasat miktarı ve verim durumları otomatik rapor edilebilir.

KAYNAKÇA (REFERENCES)

- [1] Anonymous, «A Brief History of Robotics,» 2008. [Çevrimiçi]. Available: <http://robotics.megagiant.com/history.html>. [Erişildi: 14 Nisan 2017].
- [2] Anonim, «Robot Sitesi,» Boğaziçi Üniversitesi, 2009. [Çevrimiçi]. Available: http://robot.cmpe.boun.edu.tr/593/history/1_Giri_s_c.html. [Erişildi: 14 Nisan 2017].
- [3] N. Yıldız ve T. Uzun, «Araba Benzeri Bir Gezgin Robotun Donanımı ile Yazılımının Tasarlanması ve Gerçekleştirilmesi,» %1 içinde *Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği 11. Ulusal Kongresi*, İstanbul, 2004.
- [4] E. Kahya, Elma ve Kivi Çeşitlerinin Hasada Yönelik Özelliklerinin Saptanması ve Robotla Hasat Olanakları, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ,2012.
- [5] O. Çelik, E. Yiğiter ve H. Sedef, «Kablosuz Ağ Tabanlı Gezgin Keşif Robotu: Kaşif,» %1 içinde *Elektrik-Elektronik-Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendisliği 13. Ulusal Kongresi ve Fuarı*, İstanbul, 2009.
- [6] A. B. Tekin ve A. Değirmencioğlu, «Tarımsal Bilişim: İleri Tarım Teknolojileri,» %1 içinde *XII. Akademik Bilişim Konferansı*, Muğla, 2010.
- [7] D. Özdemir, Gezgin Robotların Çiftliklerde Ürün Yeri Belirleme ve Taşıma İşlemlerinde Kullanımı, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 2009.
- [8] I. Marqu'es, «Face Recognition Algorithms,» 16 Ocak 2010. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.ehu.es/ccwintco/uploads/e/eb/PFC-IonMarques.pdf>. [Erişildi: 21 Temmuz 2017].
- [9] S. A. G. Rojas, «Multiple face detection and recognition in real time,» 2015. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.codeproject.com/Articles/239849/Multiple-face-detection-and-recognition-in-real>. [Erişildi: 23 Nisan 2017].
- [10] U. Yalçın, «C# ile Renkli Nesne Takibi – Color Tracking,» 2011. [Çevrimiçi]. Available: <http://uguryalcin.org/wordpress/?p=372>. [Erişildi: 26 Nisan 2017].
- [11] S. Şos, «Mavi Renkli Nesnelere Takip Edebilen C# Projesi,» 2016. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.koddunyam.com/2016/08/mavi-renkli-nesnelere-takibi-projesi-c.html>. [Erişildi: 25 Nisan 2017].