



ULUBORLU MESLEKİ BİLİMLER DERGİSİ (UMBD)

Uluborlu Journal of Vocational Sciences

<http://dergipark.gov.tr/umbd>

GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNOLOJİLERİNİN ELMA BAHÇELERİNE YÖNELİK KULLANIM ÖRNEĞİ

Ahmet Murat KAYMAK^{1*}, M. Nevzat ÖRNEK², Humar KAHRAMANLI³

^{1*}Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilişim Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

²Konya Teknik Üniversitesi, TBMYO, Tarım Makinaları Programı, Konya, Türkiye

³Selçuk Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

*Sorumlu Yazar: ahmetmuratkaymak@gmail.com

(Geliş/Received: 03.07.2019; Düzeltme/Revised: 06.07.2019; Kabul/Accepted: 06.07.2019)

ÖZET: Geleneksel yöntemlerle yapılan tarımsal faaliyetlerde, ürünlerin yetiştirme ve hasat zamanı gibi dönemlerde çiftçiler ürünleri hakkında bilgileri el ve göz kontrolü ile sağlamaktadır. Görüntü işleme yöntemleri ile bir görüntü üzerinden yeni anlamlar veya birçok sayısal bilgiler elde edilmektedir. Bu çalışma, tarımsal faaliyetler arasında önemli bir yere ve öneme sahip olan elma yetiştiriciliğine yönelik gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, görüntü işleme teknikleri ile bir elma bahçesinde bulunan ağaçlar üzerindeki kırmızı renkli elmaların tespit edilmesi ve sayılması amaçlanmıştır. Bu amacı gerçekleştirmek üzere bilgisayar ortamında bir yazılım geliştirilmiştir. Yazılım, dijital ortamdaki aktarılan elma ağacı görüntülerini, görüntü işleme teknikleri kullanarak ağaç üzerinde yer alan elmaları bulmaktadır. Tespit edilen elma nesnelерinin merkez noktaları işaretlenerek elma sayımı gerçekleştirilmiştir. Uygulama, fotoğraf veya anlık çekilen görüntü ya da canlı video üzerinden görüntü alabilmektedir. Ağaçtaki kırmızı renkli elmalar, renk bakımından %78,47 başarı ile tespit edilmiştir. Bu durum, görüntü işleme yöntemleri ile renk bakımından elma tespiti için başarılı sayılabilir.

Anahtar sözcükler: Görüntü İşleme, Meyve Sayma, Tarımsal Alanlarda Görüntü İşleme, Tarımsal Teknolojik Uygulamalar

AN EXAMPLE OF THE USE OF IMAGE PROCESSING TECHNOLOGIES IN FRUIT GARDENS

ABSTRACT: In traditional agricultural activities, farmers provide information about their crops by hand and eye control during periods such as growing and harvesting of crops. By means of image processing methods, new meanings or many numerical information are obtained from an image. This study was carried out for apple cultivation which has an important place and importance among agricultural activities. In this study, it is aimed to detect and count red apples on trees in an apple orchard by using image processing techniques. In order to realize this aim, a software has been developed in computer environment. The software finds the apple tree images transferred from the digital media and the apples on the tree using image processing techniques. The apple counts were realized by marking the center points of the detected apple objects. The application is able to take images over photos or snapshots or live video. The red apples in the tree were found to be 78.47% successful in color. This can be considered successful for color detection by apple processing methods.

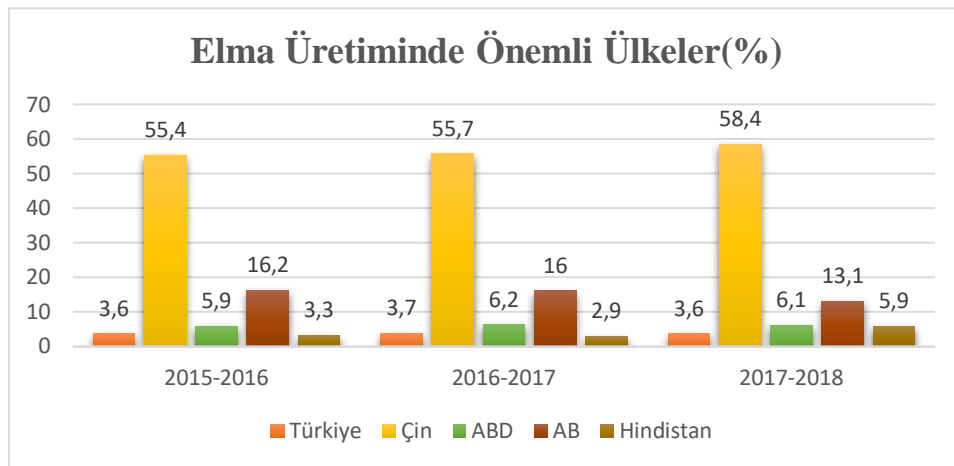
Keywords: Agricultural Technological Applications, Fruit Counting, Image Processing, Image Processing in Agricultural Areas.

1. GİRİŞ

Görüntü işleme sistemleri, tarımsal ürünlerin sınıflandırılması, ürün kalite kontrolü ve otomasyon işlemlerinde büyük öneme sahiptir. Tarım, sürdürülebilirlik açısından günümüzde oldukça önem kazandığı bilinmektedir. Görüntü işleme sistemleri ile tarımda meyveler üzerinde birçok analizi, meyvelerin yetiştirme durumunun belirlenmesi, meyvelerin sınıflandırılması, yabancı ot oranının belirlenmesi, yabancı otların tespiti ve ilaçlama, gübreleme gibi tarımsal faaliyetlerde etkin kullanılmaktadır [1].

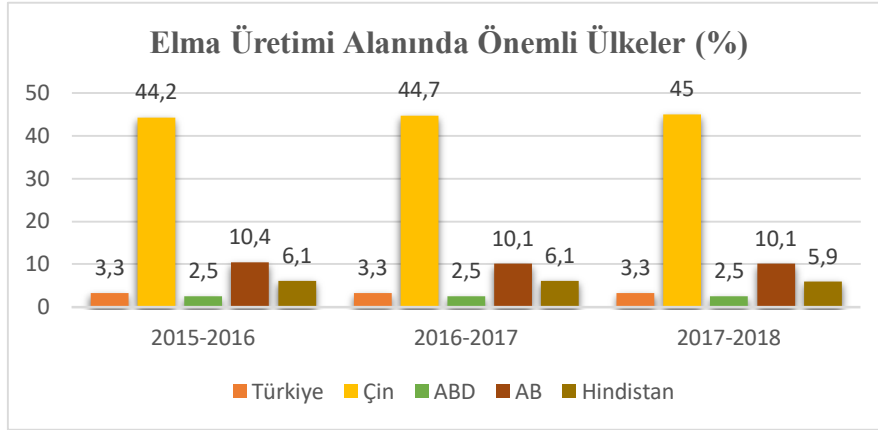
Fotoğraf makinası, video kamera ve tarayıcı gibi cihazlardan elde edilerek sayısallaştırılan görüntülerin bilgisayar ortamında gerçekleşen yazılımlar vasıtasıyla işlenmesi veya analizi görüntü işleme olarak. Görüntülerin analiz edilmesi için kullanılan tüm yazılım uygulamaları ve donanım gereçleri sistemine ise görüntü işleme sistemi denilmektedir. Görüntü işleme sistemi, bir nesnenin veya durumun belirlenmesinde kullanılacak geometrik özelliklerini, konum özelliklerini ve optik özelliklerinin saptanması ve analizinde kullanılabilir. Bu sayede, görüntü işleme sistemlerin birçok alanda kullanımı artmaktadır. Birçok elektromekanik otomasyon sistemlerin karar verme yapısında görüntü işleme sistemleri yer almaktadır. Son yıllarda tarım alanında görüntü işleme sistemleri temelli sulama, ilaçlama ve hasat gibi faaliyetler için geliştirilen uygulamaların kullanımı oldukça artmış ve görüntü işleme temelli birçok uygulama gerçekleşmiştir [2].

Tarımsal alanın önemli kollarından birisi de meyve yetiştiriciliği olmuştur. Dünyada ve ülkemizde büyük önemi olan meyve yetiştiriciliği, ithalat ve ihracat bakımından ticari pazarda önemli yere sahiptir. Muz üretiminden sonra ikinci sırada yer alan elma üretimi, dünyada toplam meyve üretiminin yaklaşık %12'sini oluşturmaktadır. Elma üretimi 2018-2019 sezonunda 68,6 milyon ton olarak tahmin edilmektedir. 2018-2019 döneminde dünya ihracat hacminin 6 milyon ton; ithalat hacminin 5,8 milyon ton olarak gerçekleşeceği söylenmektedir. Dünyanın en büyük üretici ülkeleri arasında yer alan Çin, 2018-2019 üretim yılında üretiminin 31 milyon ton olacağını belirtmiştir. Avrupa Birliği üretiminin 14 milyon ton, ABD üretiminin ise 5 milyon ton olması beklenmektedir [3]. Şekil 1' de, son 4 yıl içerisinde dünyada elma üretiminin %50 ile %60 'ı Çin'de gerçekleştirmiştir.



Şekil 1. Elma Üretiminde Önemli Ülkelerin Üretim Yüzdeleri [3].

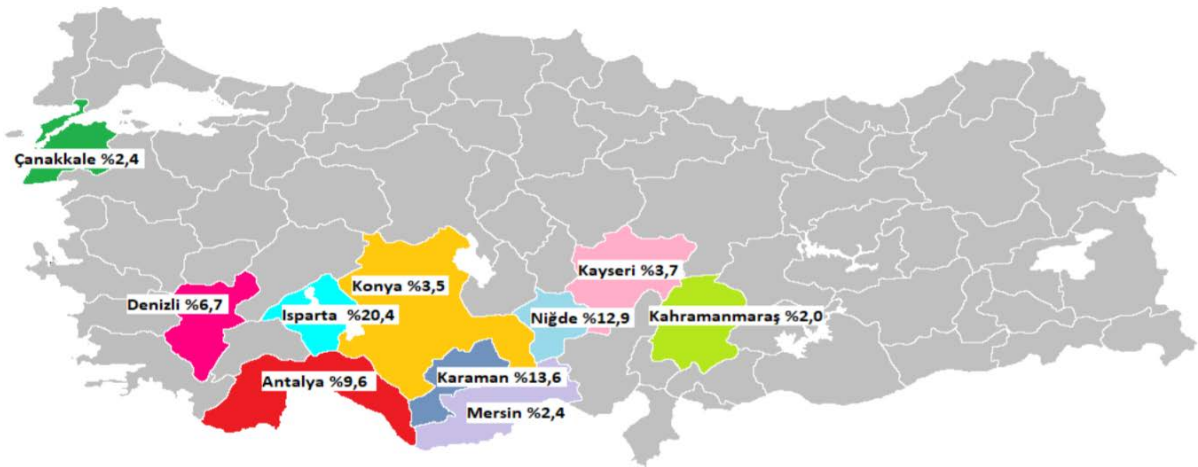
Şekil 2 'deki ülkeler arasında elma üretim alanı oranı dikkate alınarak elma üretimi incelendiğinde, üretimde en fazla verimi ABD, AB ve Çin sağlamaktadır. **Şekil 2** 'de yer alan verilere göre, son 4 yılda en fazla elma üretim alanı yaklaşık %40 ile %45 aralığında Çin'de olduğu görülmektedir. Üretimde yüksek işgücü giderleri gelişmiş ülkeleri oldukça etkilemektedir. Bodur elma ağaçları, klon anaçları ile tesis edilen sık dikim bahçeler, elma kalitesini ve verimini arttırırken, işgücü maliyetlerini de azaltmaktadır. Her yıl değişmekte olan elma üretiminde ülkemiz, elma üretim alanı ve miktarı bakımından dünyanın ilk 5 ülkesi arasında yer almaktadır [3].



Şekil 2. Elma Üretiminde Önemli Ülkelerin Elma Üretim Alanı Yüzdeleri [3].

Elma yetiştirilmesinde uygun iklim koşullarına sahip Türkiye'de hemen hemen tüm illerde elma yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bununla birlikte ticari anlamda elma üretiminde ise daha çok Türkiye'nin güneyinde yer alan Isparta, Niğde, Karaman, Konya ve Antalya illeri yer almakta ve üretim alanları bakımından Türkiye'nin toplam elma üretim alanlarının yarısını oluşturmaktadır [3].

Şekil 3'de, ülkemizde elma üretimi bakımından önemli olan illerimizin elma üretimi yüzde değeri olarak yer almaktadır. **Şekil 3**'e göre Türkiye'de toplam elma üretiminde %20,4' lük kısım Isparta ilinde üretilirken Karaman %13,6 ve Niğde %12 oranında üretimle Isparta ilini takip etmektedir. Isparta, elma üretiminin haricinde soğuk hava depolama, elma işleme ve araştırma geliştirme açısından öne çıkarken, Niğde ve Karaman illerinde de önemli yatırımlar gerçekleştirilmektedir [3].



Şekil 3. Türkiye'de Elma Üretim Yüzdesi [3].

Ülkemizde en fazla üretim miktarına sahip elma cinsleri ise Starking, Golden, Amasya, Granny Smith olduğu bilinmektedir. Üretilen elmanın büyük bir bölümü iç piyasada taze olarak tüketilmekte bir kısmı ise meyve suyu, konsantre vb. endüstride hammadde olarak değerlendirilmektedir. Hammadde olarak kullanılan elmaların büyük bölümü ağaç altında bulunan elmalardan meydana gelmektedir. Özellikle yazlık elma çeşitlerinin bulunduğu elma bahçelerinde dökülen meyvelerin bir kısmı kullanılırken geri kalan kısmı toprak üzerinde kalmaktadır. Bu durum hasat öncesi ürün ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır[4].

Bu çalışmada, ülkemizde ve dünyada büyük önemi olan elma yetiştiriciliğine yönelik olarak hasat öncesi görüntü işleme teknikleri ile elma ağaçları üzerinde kırmızı elmanın tespiti ve sayımı hedeflenmiştir. Sayma işlemi, dijital olarak kaydedilen görüntülerin görüntü işleme teknikleri kullanarak bilgisayar ortamında geliştirilen yazılımda gerçekleştirilmiştir. Elma bahçesinden alınan görüntüler, uygulama içerisinde renk analizi yöntemi ile üzerindeki elmaların tespiti gerçekleştirilmiştir. Renk analizi bakımından ana renkler içerisinde yer alan kırmızı renk diğer katmanlar arasından çıkarılarak kırmızı katman ayrılmıştır. Bu sayede kırmızı renkli elmaların tespiti gerçekleştirilmiştir. Kalan alan üzerinde ise kenar noktaları işaretlenmiş ve merkez nokta tespit edilerek meyve sayılmaktadır. Uygulama, görüntü, video ve anlık canlı kamera üzerinden de analiz gerçekleştirilmektedir.

Çalışma aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır. 2. bölümde kaynak araştırması sunulmuştur. 3. bölümde çalışmada kullanılan materyal, 4. bölümde ise yöntemler anlatılmıştır. 5. bölümde deneysel bulgular verilmiştir. Son olarak 6. bölümde makale sonuçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Er ve ark. (2013), yapmış oldukları çalışmada, Akdeniz bölgesinde yer alan Isparta ve civarı illerde en çok yetişen Golden, Fuji, Braburn, Granny Smith ve Starking cinsi elmaların görüntü işleme teknikleri ile elma rengi, boyutu ve ağırlığına göre sınıflandırılma işlemi yapmışlardır. Resim üzerinde elma bulma, boyutlandırma ve ağırlıklar görüntü üzerinde en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilmiştir. [5]. Sofu ve ark. (2013), elmaların rengi, boyutu ve elma üzerindeki lekelerin tespiti üzerine sınıflandırılma amacı ile görüntü işleme yöntemi kullanarak çeşitli elmalar üzerinde çalışma yapmışlardır. Yazılım, mevcut elma bilgileri ile görüntüsü alınan elmaların karşılaştırmasıyla çalışmaktadır. Boyutlandırmada, kamera ile hazırlanmış olan bant üzerindeki elmanın durmuş olduğu mesafe ölçeklendirilmiştir. Gerçek boyut ile resimdeki boyutu arasındaki farkı bulmak için ise kamera önüne elma ile birlikte bir cetvel yerleştirilmiştir. Elmanın en, boy oranını, piksel değeri ile gerçek boyut arasında bir katsayı kullanılarak hesaplanmıştır. Elmaların renkleri RGB formatında olan (Red(kırmızı), Green(yeşil), Blue(mavi)) yoğunluk oranı hesaplanmış ve resimde elde edilen renk değerleri birbiri arasında karşılaştırılmıştır. Veri tabanında tanımlı değerlere en uygun aralıktaki sınıflama rengi tespit edilerek ekrana hangi renk elma olduğu belirtilmiştir [6].

Kurtulmuş ve ark. (2013), doğal aydınlanma koşulları ile alınmış şeftali bahçesindeki görüntüleri kullanarak, gelişim aşamasında olan olgunlaşmamış şeftali meyvelerini renkli görüntülerde saptayarak sayan bilgisayarlı görüntü işleme algoritmaları geliştirmişler. Görüntü alımı standart CCD (charge-coupled device) renkli kamera ile sağlanmıştır. Görüntüler boyut olarak 2048x1536 piksel çözünürlükte toplanmıştır. Görüntü elde etmede kamera ve meyve arası mesafe yaklaşık 50 cm olarak sabitlenmiştir. Meyveyi tanımak için görüntü işleme algoritmalarının geliştirilmesi ve testi amacıyla rastgele olacak şekilde 32 görüntüden oluşan eğitim, 64 görüntüden oluşan bir de doğrulama kümesi olarak ayrılmıştır [7].

Kâhya ve ark. (2014), robotik meyve hasadı için meyvenin yerinin görüntü işleme yöntemleri ile bulunması ve koordinatlarına göre robotik hasadın yapılması için çalışma yapmışlar. Dijital ortama aktarılan meyvelere ait görüntüler, meyvenin renk özelliği kullanarak görüntü işleme yapılmıştır. Görüntü işleme için 3644 x 2748 piksel çözünürlüğe sahip dijital kamera kullanılmıştır [8]. Gongal ve ark. (2015), narenciye ağaçlarından meyvelerin robotik hasadı ve rekolte tahmininde kullanılmak üzere görüntü işleme yöntemi ile ilgili çalışma gerçekleştirmişlerdir. Doğal ortamda aydınlatmanın süreli değişkenlik göstermesi, bazı engeller ve kümelenme gibi unsurların meyve tespiti ve lokalizasyonda önemli etken olduğu vurgulanmıştır. Bu sorunları ortadan kaldırmak için ise çeşitli sensör tipleri ve farklı görüntü işleme teknikleri kullanılarak çeşitli teknikler araştırılmıştır. Turunçgiller ve elmalar için meyve tespitindeki %70,0-92,0 başarı bulunmuştur [9].

Juman ve ark. (2016), tarım aracına benzer hareket eden bir araçtan hareket halindeyken elde edilen renkli görüntülere dayanan asmalara yönelik verim tahmini gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada bir arazi aracı (ATV), asma parçasının otonom olarak yakalaması için donanımla düzenlemesi yapılmıştır. Görüntüler gece vakti beş farklı çeşitteki 30 asma parçasından elde edilerek matematiksel morfoloji ve piksel sınıflandırmasına dayanan bir görüntü analiz algoritması ile analiz edilmiştir [10]. Sabancı ve ark. (2016), elmaları renk ve boyutlarına göre sınıflandırılmasını yapmışlardır. Bu çalışmada her birinden 50 adet olmak üzere Golden Delicious, Granny Smith ve Starking Delicious elma cinslerinden toplamda 150 görüntü kullanılmıştır. Görüntüler, endüstriyel kamera ile aydınlatmalı, hareketli bir yürüyen bant üzerine yerleştirilmiş kutu içerisinde çekilmiştir. Elde edilen görüntüler Weka programı kullanılarak algoritmalar ile boyut ve renklerine göre ayrılmıştır. Elmalar küçük, orta ve büyük elma olmak üzere 3 boyut grubuna ayrılmıştır. Renk bakımından ise sarı, yeşil ve kırmızı renk olmak üzere 3 renk grubuna ayrılmıştır. Elde edilen 150 görüntüden 60 tanesi eğitim amaçlı, 90 tanesi ise test görüntüsü olarak kullanılmıştır [11].

Varjovi ve ark. (2016), görüntü analizine dayanan bir kayısı rekolte tahmin sistemi geliştirmişlerdir. 108 kayısı ağacı bulunan bahçeye ait video görüntüsünü 17m yükseklikte uçan insansız hava aracı yardımıyla elde etmişlerdir. Ardından Gaussian Mixture model kullanılarak ağaç pikselleri modellenmiştir. Bu modeller yapay sinir ağına giriş olarak verilmiş ve çıkışta ağacın hasat miktarının tahmini sağlanmıştır [12]. Gongal ve ark. (2016), görüntü işleme teknikleri ile hasat öncesinde elma sayımı gerçekleştirmiştir. Elmaların dalları, yaprakların ve diğer elmaların görüntüyü engellemesi ve dış mekân aydınlatma koşulları görüntü işlemeyi önemli derecede etkilemiştir. Bu olumsuz durumların etkisini en aza indirmek için, elma ağaçlarının etrafında sensör yardımıyla çift taraflı görüntüler alan bir tünel sistemi geliştirilmiştir. Tünel yapısı ile elmaların, doğrudan güneş ışığı altındaki aydınlatması en aza indirilmiştir. Elmanın üç boyutlu (3B) görüntüsü çekilerek, ağaç üzerinde her iki tarafından kameralardan görülebilen yinelenen elmaların tekrar sayımı-ortadan kaldırılmıştır. Üç Boyutlu görüntü içerisinde iki yönden çekilen görüntü içerisinde yer alan aynı elmalar başarı oranını %21,1 oranında olumsuz yönde etkilemiştir. Genel olarak tek taraflı görüntüler ile uygulama %58, çift taraflı görüntü elde edilmesiyle uygulama %82'lik bir başarı sağlamıştır [13].

Aquino ve ark. (2018), bir bağdaki üzümün robot tarafından toplanması için sapsarı üzerindeki kesme noktalarını görüntü işleme yöntemi ile belirlemişlerdir. Üzüm kümeleri, üzüm kümelerinin kenar görüntüleri ve çift örtüşen üzüm kümelerinin birleşim sınırını elde edilerek kesme noktaları tespit edilmiştir. Son olarak, her bir üzüm kümesi için her bir piksel bölgesinin geometrik bilgisine dayanarak, her bir üzüm kümesinin kökünde uygun kesme noktası belirlenmiştir. Farklı açılardan yakalanan 30 adet bağ görüntüsü, sunulan yaklaşımın karmaşık bir ortamda performansını doğrulamak için test edilmiştir. Ortalama üzüm tespiti ise

%88,33 başarılı olarak bulunmuştur. Çift örtüşen üzüm kümelerinin sapındaki kesme noktası ise %81,66 başarı ile tespit edilmiştir [14].

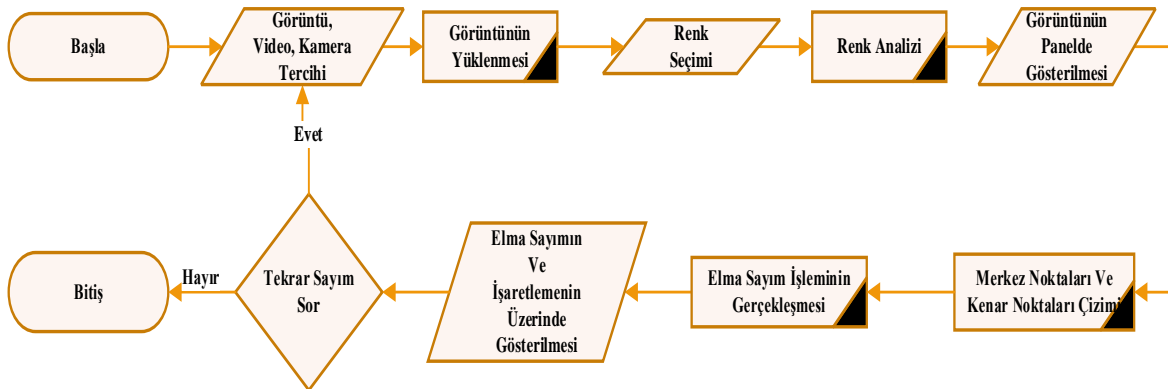
Liu ve ark. (2018), doğal ışık ortamlarında turunçgillerin ve ağaç gövdelerinin tespit edilmesi için bir sınır modeli yöntemi geliştirmiştir. Tespit edilen narenciye çeşidi ve bu meyve ağaç gövdelerinin tespiti için eliptik sınır modellerinin parametreleri, renk uzayı dönüşümü ve elips uyumu ile görüntüler üzerinde çözülmüştür. RGB renk uzayından yine RGB renk uzayı ile elde edilen Y (Parlaklık), U (Mavi renkten parlaklığın çıkarılması), V (kırmızı renkten parlaklığın çıkarılması) ile elde edilen renk uzayına dönüştürülmüştür. Böylelikle meyveler renk bakımından daha kolay ayrıştırılmaktadır. Bu yöntem ve uygulama ile meyve tespitinde %90,8 başarı gerçekleştirilmiştir [15].

3. MATERYAL

Bu çalışmada, ülkemizin zengin meyveleri arasında yer alan kırmızı renkli elmaların hasat öncesi ağaç üzerinde tespiti ve ağaç üzerinde toplam elma miktarı hesabının yapılması amaçlanmıştır. Konya ili Sarayönü ilçesinde yer alan elma bahçesi içerisinde farklı açılardan ve uzaklıklardan çekilmiş toplam 24 adet kırmızı elma ağacı görüntüsü kullanılmıştır. Elma ağaçlarının görüntüleri herhangi düzenek oluşturulmaksızın doğal koşullarda elde edilmiştir. Görüntüleri elde etmede, 4608 x 2592 çözünürlüğe sahip, ışık düzeneği olmayan ortamlarda ISO 1000 hassasiyetli, Carl-Zeiss_(R) ve Vario-Tessar_(R) objektif standart özelliklere sahip renkli dijital fotoğraf makinası kullanılmıştır. Geliştirilen yazılım, Intel(R) Core(TM) i7-4710MQ CPU 2.50 GHZ 16 GB Ram özelliklerine sahip bir bilgisayar üzerinde çalıştırılmıştır.

4. METOT

Dijital fotoğraf makinası ile elma bahçesinden elde edilen RGB formatındaki görüntüler, MATLAB 2018b platformunda geliştirilmiş yazılıma aktarılmıştır. Şekil 4 'te, görüntü seçimi yapıldıktan sonra bahçe koşullarında alınan görüntülerin renk bakımından görüntü analizi gerçekleştirilerek sayımı ile tamamlanmasını sağlayan yazılımda kullanılan akış şeması yer almaktadır. Yazılım içerisinde yer alan görüntü işleme ile ilgili işlemler aşağıda sıralanmaktadır.



Şekil 4. Görüntü İşleme Uygulamasının Temel Akış Diyagramı.

4.1. Görüntünün Aktarılması ve Nesnenin Tespiti

Dijital fotoğraf makinası ile çekilmiş elma ağacı görüntüleri, uzantı kontrolü gerçekleştirilerek yazılım ortamına aktarılmaktadır. Yazılım, elma ağaçları karmaşık ve asimetric yapıya sahip olmasından dolayı görüntü renk analizi yöntemi kullanarak elmayı tespit etmektedir. RGB renk formatındaki görüntülerde, ilk olarak kırmızı elmaların bulunması için kırmızı renk nesnelere gri seviyeli görüntüden ayrıştırılmıştır. Kalan görüntüde, her çıkış piksel değeri için giriş görüntüsüne karşılık gelen pikselin etrafındaki 3'e 3 piksel alanının ortanca piksel değerini içeren bir filtreleme yapılmıştır. Kalan görüntü, ikili görüntü sistemine 0.4 parlaklık oranında tamamen siyah-beyaz piksellere çevrilmiştir. Kalan alanda görüntüyü bölümleyebilmek için nesnelere tamamlanmıştır. Eşik değeri 300 belirlenmiş olup, eşik altındaki pikseller ikili görüntü sisteminde kaldırılmıştır. Kalan her alan bir nesne sayılarak bir değışkene aktarılmıştır.

4.2. Görüntü İşaretlenmesi ve Sayımı

Bu aşamada kırmızı nesnelere sınırları belirlenmiştir. Bunun için önce görüntü işleme ile kalan alanlar üzerinde her bir nesnenin merkez noktaları belirlenmiştir. Tüm kırmızı nesnelere sınırları, değışkene aktarılan nesne sayısı kadar döngü kurularak sağlanmıştır. Merkez noktaları belirlenen nesnelere sayım işlemi için başka bir değışken içerisine aktarılmıştır. Elde edilen sonuç kullanıcı ara yüzünde görüntülenmiştir.

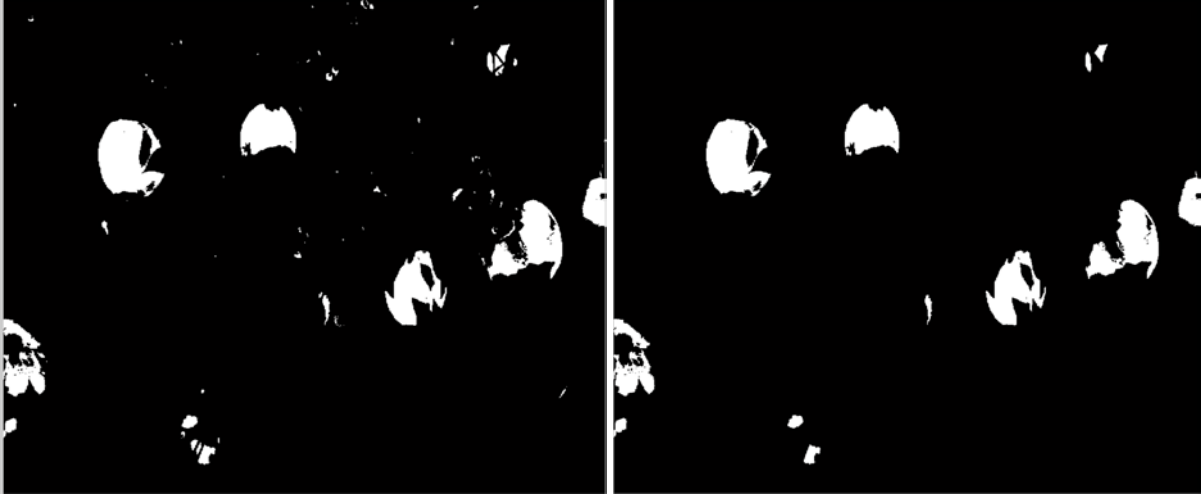
5. DENEYSEL BULGULAR

Bu çalışmada, görüntü işleme teknikleri ile bir elma bahçesinde bulunan ağaçlar üzerindeki kırmızı renkli elmaların tespiti ve sayımı hesabı amaçlanmıştır. **Şekil 5'**de, görüntüler üzerinde renk analizi yöntemi kullanarak elma tespiti yapılmaktadır. Kırmızı renkli elmalar görüntü içerisinde, kırmızı piksellerin gri seviyeli görüntüye dönüştürülmüş piksellerden ayrıştırılması ile tespit edilmiştir.



Şekil 5. Kırmızı Elmaların RGB Formatındaki Görüntüden Ayrıştırılması İşlemi.

Şekil 6'da tespit edilen bu alanların her çıkış piksel değeri için giriş görüntüsüne karşılık gelen pikselin etrafındaki 3'e 3 piksel alanının ortanca piksel değerini içeren bir filtreleme yapılmıştır. Kalan görüntü, 0.4 parlaklık oranında ikili görüntü sistemine dönüşmüştür. Eşik değeri 300 belirlenip bu değerin altındaki pikseller kaldırılmıştır.



Şekil 6. Tespit Edilen Alanlar Üzerinde Filtreleme İşleminin Uygulanması.

Şekil 7’de, kalan görüntü üzerinde nesnelerin merkez noktaları ve sınır kenarları çizilmiştir. Merkezleri tespit edilen alanlar elma kabul edilerek meyve sayımı gerçekleştirilmiştir.



Şekil 7. Görüntü İşleme ile Merkez Noktaları ve Kenar Sınırlarının Çizilmesi.

Toplamda 24 adet elma ağacı, görüntü işleme teknikleri ile geliştirilen yazılımda incelenmiştir. Bu görüntüler arasından 22 adet görüntüde kırmızı elma tespitinde yapraklar, ışık ve elmalardaki kümelenme tespiti olumsuz yönde etkilemiştir. 24 adet görüntüde göz ile toplam 288 adet kırmızı elma sayılmıştır. Bunlardan 226 adeti yazılım tarafından tespit edilmiştir.

6. SONUÇLAR

Literatürde yer alan çalışmalarda, genellikle önceden hazırlanmış düzenek ve platform üzerinden geçen meyveler bulma ve sayma işlemleri yapılmıştır. Doğal ortamlarda çekilen görüntülerde ise güneş ışınları görüntü çekimini olumsuz yönde etkilemiştir. Işığın meyve üzerine aynı açı ile gelmemesi ve gölgelenmeler ile rengin farklı tonda algılanmasına sebep olmaktadır. Aynı renk tonuna sahip meyvelerin farklı renk tonlarında algılanmasına sebep olan

bu faktörlerden dolayı görüntü işleminin düzgün yapılamadığından bahsedilmiştir. Yine literatürde yapılan çalışmalarda, ağaç üzerindeki meyvelerin tespitinde ve sayım işleminde; fotoğrafın fazla uzak mesafeden çekilmesi, ağaç üzerinde bulunan dalların veya yaprakların elmayı engellemesi, yaprakların elmanın arasında veya önünde görüntülenmesi, yan yana olan elmalar, güneş ışınları gibi unsurlar olumsuz etkilemiştir. Uygulama üzerinde görüntü işleme tekniği tespiti gerçekleşen görüntüde doğal koşullarda çekilmiş olmasından kaynaklı ışığın elmanın renk değerlerini ve tespitini olumsuz yönde etkilediği görülmektedir.

Uygulama sonucunda görüntülerde, gözle sayılan ancak yazılımın tespit edemediği elmaların bulunduğu görülmüştür. Yapılan çalışmada önceden herhangi bir düzenek hazırlanmamıştır. Uygulama önceden çekilen fotoğraflar üzerinde görüntü işleme yapabildiği gibi gerçek zamanlı kamera ile çekilen video ve anlık çekilen fotoğraf üzerinde de görüntü işleme yapabilmektedir. Ağaçtaki kırmızı renkli elmalar, renk bakımından %78,47 başarı oranı ile tespit edilmiştir. Bu durum, düzenek olmadan gerçekleştirilen görüntü işleme yöntemleri ile renk bakımından elma tespiti için başarılı sayılabilir.

Elma ağacı çekiminde ağaç harici nesnelere önlenmesi için geliştirilecek perde ve ışık düzeneği, görüntünün daha net elde edilmesini sağlayacaktır. Bu düzenekle sayesinde kırmızı elmaların renkleri daha belirgin olacaktır. Bu durum, çalışmadaki başarı oranına katkı sağlayacaktır. Elma ağaçlarındaki yapraklar, elmanın tespitini önemli ölçüde engellemektedir. Yaprak için geliştirilecek algoritma ile başarı oranı olumlu yönde etkilenecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Demir, B., Çetin, N., Kuş, Z. A. (2016). Görüntü İşleme Tekniği İle Yabancı Ot Renk Özelliklerinin Belirlenmesi. *Alnteri Ziraat Bilimler Dergisi*, 31(B), 59-64.
- [2] Bul, E., Gelen, G., Altun, H., Görüntü İşlemeye Dayalı Tarımsal Ürün Sınıflandırma, Researchgate, Linki:https://www.researchgate.net/publication/268257369_GORUNTU_DAYALI_TARIMSAL_URUN_SINIFLANDIRMA, Erişim Tarihi: 10.06.2019.
- [3] DOĞU, K. (2019), Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE), 2019 Tarım Ürünleri Piyasaları Elma Raporu, 10.
- [4] Taşçı, F. (2018), Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE), Ürün Raporu (Elma),
- [5] Er, O., Çetişli, B., Sofu, M. M., Kayacan, M. C. (2013). Gerçek Zamanlı Otomatik Elma Tasnifleme. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(2), 31-38.
- [6] Sofu, M. M., Er, O., Kayacan, M. C., Çetişli, B. (2013). Elmaların Görüntü İşleme Yöntemi İle Sınıflandırılması Ve Leke Tespiti. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(1), 12-25.
- [7] Kurtulmuş, F., Vardar, A., Kavdır, İ. (2013). Bahçe Koşullarında Alınmış Renkli Görüntülerde Doku ve Şekil Öznitelikleriyle Genç Şeftali Meyvelerinin Saptanması. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 10(4), 141-148.
- [8] Kahya, E., Arın, S. (2014). Görüntü İşleme Yardımıyla Meyvelerin Dal Üzerindeki Yerlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Namık Kemal Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(2), 110-118.
- [9] Sert, E. (2010). Görüntü İşleme Teknikleri İle Şeftali Ve Elma Sınıflandırma. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*.
- [10] Juman, M. A., Wong, Y. W., Rajkumar, R. K., Goh, L. J. (2016). A Novel Tree Trunk Detection Method For Oil-Palm Plantation Navigation., *Computers and Electronics in Agriculture*, 128, 172-180. doi:10.1016/j.compag.2016.09.002.

- [11] Sabancı, K., Ünlerşen, M. F., Dilay, Y. (2016). Karaman Yöresinde Yetiştirilen Elma Çeşitlerinin Sınıflandırma Parametrelerini Görüntü İşleme Teknikleri Kullanarak Belirlenmesi., Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 12(2), 133-139.
- [12] Varjovi, M. H., Talu, M. F. (2016). Kayısı İçin Otomatik Rekolte Tahmin Sistemi. Paper presented at the International conference on artificial intelligence and data processing IDAP.
- [13] Gongal, A., Silwal, A., Amatya, S., Karkee, M., Zhang, Q., Lewis, K. (2016). Apple Crop-Load Estimation With Over-The-Row Machine Vision System. Computers and Electronics in Agriculture, 120, 26-35.
- [14] Aquino, A., Millan, B., Diago, M., Tardaguila, J. (2018). Automated Early Yield Prediction In Vineyards From On-The-Go Image Acquisition. Computers and Electronics in Agriculture, 144,26-36.
- [15] Liu, T., Ehsanib, R., Toudeshkib, A., Zoua, X., Wanga H.(2018).Detection Of Citrus Fruit And Tree Trunks İn Natural Environments Using A Multi-Elliptical Boundary Model., Computers in Industry, 99, 9-16.