

GÖRÜNTÜ İŞLEME SUNUM ÖDEVİ

FURKAN AYHAN GÜLEKOĞLU

02205076084

Anlatılan sunum'da matematik işlemleri ve detaylar irdelenmeden özet şeklinde konsept anlatımı hedeflenmiştir. Eğer ilgili iseniz Aşağıdaki linkten daha detaylı inceleyebilirsiniz

<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1652878>

GİRİŞ

Diyabete bağlı retina bozuklukları kişilerde körlüğe sebep olan ve Diyabetik Retinopati (DR) olarak adlandırılan en önemli hastalıklardan biridir. Bu hastalığın erken teşhis edilmesi, kişilerde görme yetisinin kaybolmaması açısından önemlidir

Retina görüntülerinin tespit edilmesi için bilgisayar destekli sistemler geliştirilmiştir.

Ancak geleneksel yöntemler olarak adlandırılan denetimli/denetimsiz öğrenme yöntemleri [1-9], morfolojik yöntemler [10-12], uyum süzgeci [13] gibi yöntemler daha hızlı ve daha anlaşılabilir yöntemlerdir

Bu makalede geleneksel bir yöntem olan morfolojik tabanlı bir yöntem kullanılmıştır. Soares vd. Tarafından retina görüntülerinin Piksel parlaklık değerleri üzerinde farklı ölçeklerde Gabor dalgacık dönüşümü uygulanmıştır. Dalgacık dönüşüm çıktıları özellik Olarak kullanılmıştır.

Daha sonra tüm görüntüye Bayes Sınıflandırıcı uygulanarak fundus görüntüleri damar ya da damar olmayan bölgelere ayrılmıştır. Niemeijer vd. [5], piksel sınıflandırma yöntemini önermişlerdir. Önerdikleri bu sistemde Matematiksel Morfoloji, Bölge Büyütme, Eşleştirilmiş Filtre ve Doğrulama Tabanlı Yerel Eşik yaklaşımı karşılaştırılmıştır.

Makalenin organizasyonu şöyledir. İkinci bölümde Materyal ve Metot anlatılmaktadır. Üçüncü bölümde Kullanılan Yöntemden bahsedilir. Dördüncü bölümde Bulgular ve Tartışmadan bahsedilir. Son bölümde ise Sonuçlar bölümü bulunmaktadır.

Materyal ve Metot

Bu bölüm, önerilen yöntemin arkasındaki ilgili teorik materyal ve metotların kısa bir incelemesini içerir. İlgili her çalışma sonraki alt bölümlerde detaylandırılmıştır.

Morfolojik işlemlerin temel amacı, görüntünün temel özelliklerini korumak ve görüntüyü basitleştirmektir.

Bu çalışmada, üst-şapka ve alt-şapka dönüşümleri kan damarlarına belirginlik kazandırmak için kullanılır.

Eşikleme yöntemleri Görüntü eşikleme sadeliği ve sağlamlığı nedeni ile en sık kullanılan görüntü bölütleme yöntemlerinden biridir.

Eşikleme işlemi, gri ölçekli bir görünün yoğunluk seviyesine göre sınıflara ayrıldığı bir işlemdir.

Bu sınıflandırma işlemi için tanımlanmış kurallara uygun bir eşik değeri seçmek gerekir.

Bu çalışmada kullanılan eşikleme yöntemleri şöyledir;

Çok seviyeli eşikleme: Gri ölçekli görüntüyü birkaç farklı bölgeye ayırabilen bir işlemdir

Maksimum entropi tabanlı eşikleme: Entropi yöntemlerine bağlı eşikleme işlemi araştırmacılar tarafından tercih edilen bir yöntemdir.

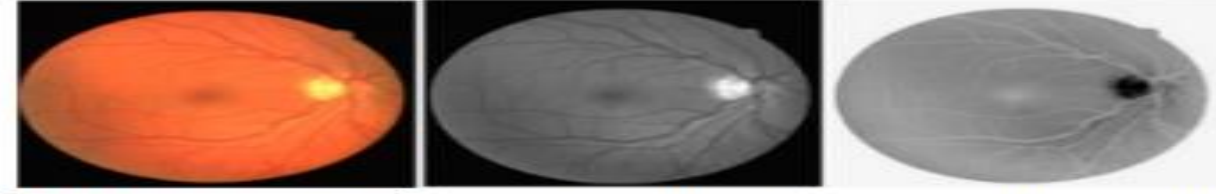
Otsu'nun eşikleme algoritmasından farklı olarak sınıflar arasındaki varyansı maksimize etmek ya da sınıf içi varyansı minimize etmek yerine sınıflar arası entropi maksimize edilir. Bu yöntemle göre, bir görüntüdeki yoğunluk değerlerinin olasılık dağılımına katkı veren ön ve arka plan görüntüsüne ait entropi değerleri ayrı ayrı hesaplanır ve toplamaları maksimize edilir.

Bulanık mantık tabanlı eşikleme: Bulanık kümeleme bir yumuşak kümeleme tekniğidir. Bu kümeleme yöntemi, nesnelerin kümelere olan aitliğini ifade etmek için bir derece kavramı kullanır [21]. Her nesne için, toplam derece 1'dir.

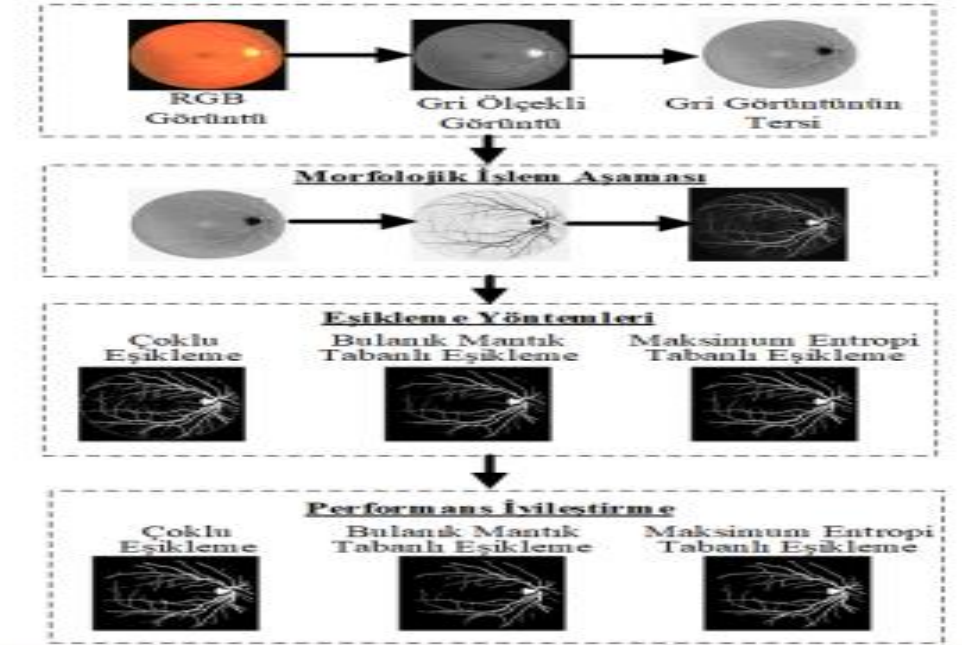
KULLANILAN YÖNTEM

Önerilen yöntemde, veri setinde bulunan fundus görüntülerine ait damarların bölütlenmesi sağlanmıştır. Öncelikle, veri setinde bulunan görüntüler RGB renk uzayından gri ölçekli görüntülere dönüştürülür. Gri ölçekli görüntülerin tersi üzerinde önerilen sistem uygulanır. Şekil 1’de veri setine ait bir görüntü ve bu görüntüye ait gri ölçekli görüntü ile gri ölçekli görüntünün tersi verilmiştir. Önerilen sistemin genel yapısı ise Şekil 2’de verildiği gibidir.

Veri seti Önerilen yöntem diğer yöntemlerle kıyaslanabilir olması açısından halka açık olarak sunulan DRIVE veri seti üzerinde test edilmiştir. DRIVE veri setindeki görüntüler 45°görüş alanında Canon 3CCD ile çekilmiştir. Görüntülerin her biri 565 × 584 piksel boyutunda 20 eğitim ve 20 test görüntüsünden oluşmaktadır. Veri setindeki damar pikselleri, deneyimli bir göz doktoru tarafından eğitilmiş üç gözlemci tarafından manuel olarak bölümlere ayrılmıştır. Test seti iki farklı gözlemci tarafından iki kez bölütlendirilmiş görüntülerden oluşur.

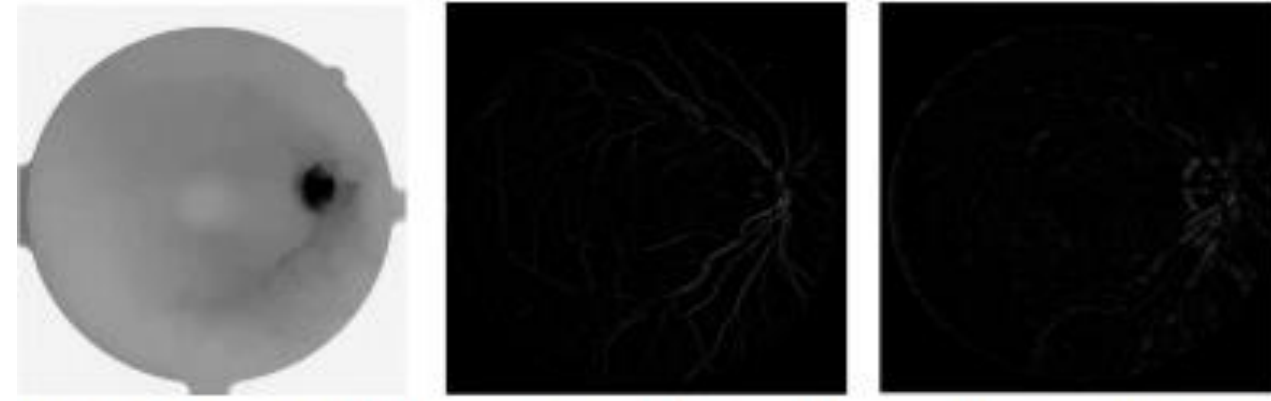


Şekil 1. Örnek veri seti görüntüsü, Sırasıyla, orijinal RGB görüntü, Gri-Ölçekli görüntü, Gri-Ölçekli görüntünün tersi



Morfolojik işlemler Retina kan damarları, retina arka planına göre daha koyu görünürler. Ancak, bazı durumlarda kan damarlarının merkez çizgisi bölgesinde parlaklık görünür. Bu görünüm yansılardan kaynaklanmaktadır. Bu durumu ortadan kaldırmak için ilk önce morfolojik açma işlemi uygulanır. Oluşturulan bu çizgisel yapı elemanı gri ölçekli görüntünün tersine uygulanarak üst-şapka ve alt-şapka dönüşümleri tamamlanmış olur. Şekil 3'de bu aşamaya kadar anlatılan işlemler görsel olarak ifade edilmiştir.

M. Fraz vd. [11] tarafından önerilen toplam üst şapka dönüşümünden esinlenerek her biri 21 piksel uzunluğunda bir çizgiyi temsil eden ve her 22.5° 'de döndürülen bir çizgi yapılandırma elemanı sadece üst şapkaya değil ayrıca alt şapka ve morfolojik açma işlemine uygulanmıştır. Denklem (10)'da toplam üst şapka işlemine dahil edilen toplam alt şapka ve toplam morfolojik açma işlemi matematiksel olarak ifade edilmiştir. Şekil 4'te bu aşamaya ait işlem sonuçları görsel olarak verilmiştir.

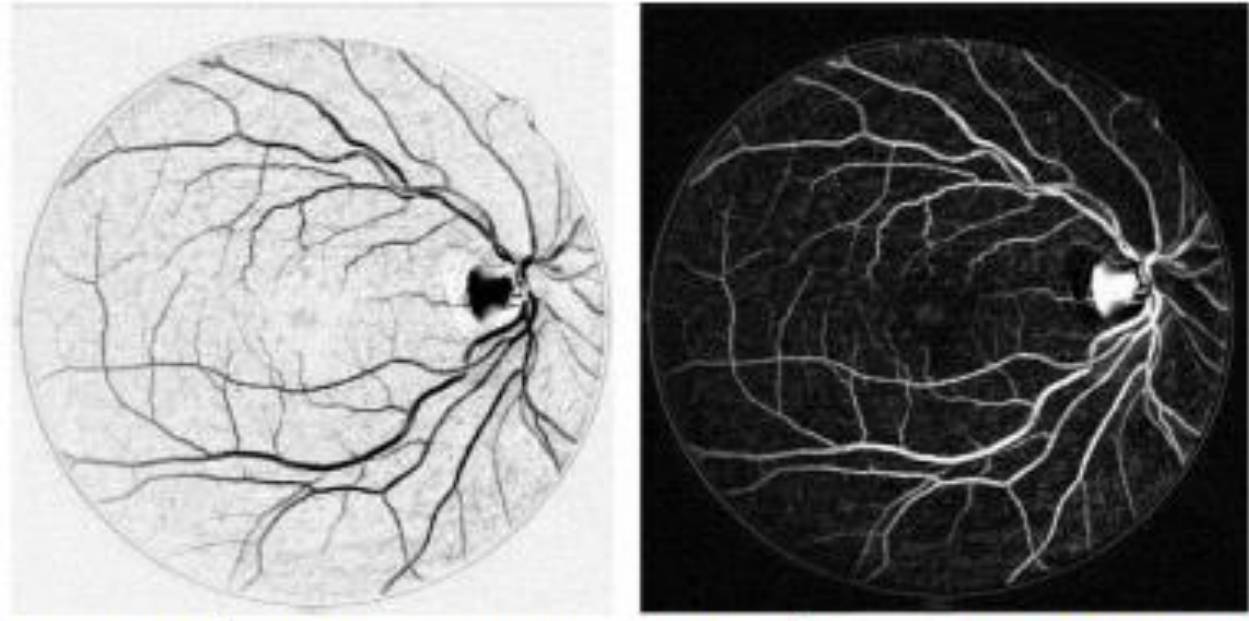


Şekil 3. Morfolojik işlemler. Sırası ile morfolojik açma, üst şapka ve alt şapka işlemleri



Şekil 4. Morfolojik işlem döngü sonucu. Sırasıyla morfolojik açma, üst-şapka ve alt-şapka sonuçları. (Bkz. [Denklem \(10\)](#))

Daha sonra, M. D. Saleh vd. [12] tarafından önerilen matematiksel ifade kullanılmış ve Denklem (10)' da elde edilen sonuçlar bu matematiksel ifadeye göre nihai sonuca ulaşmıştır. M. D. Saleh vd. [12]' de verilen matematiksel ifadede morfolojik açma işleminin üzerine üst-şapka sonucu eklenerek elde edilen sonuç alt-şapka sonucundan çıkarılır. Önerilen yöntemde Denklem (10)' dan elde edilen toplam morfolojik açma, toplam üst şapka ve toplam alt şapka sonuçları Denklem (11)'de ifade edildiği gibi işleme alınmıştır. Uzunluğu 21 piksel olan ve 22.5°'lik açılarla dönerek her açı için oluşturulan toplam morfolojik açma işlemi toplam üst şapka dönüşümüne eklenmiş ve elde edilen sonuç toplam alt şapka dönüşümünden çıkarılmıştır. Bu aşamaya ait görsel sonuçlar Şekil 5'de sunulmuştur.

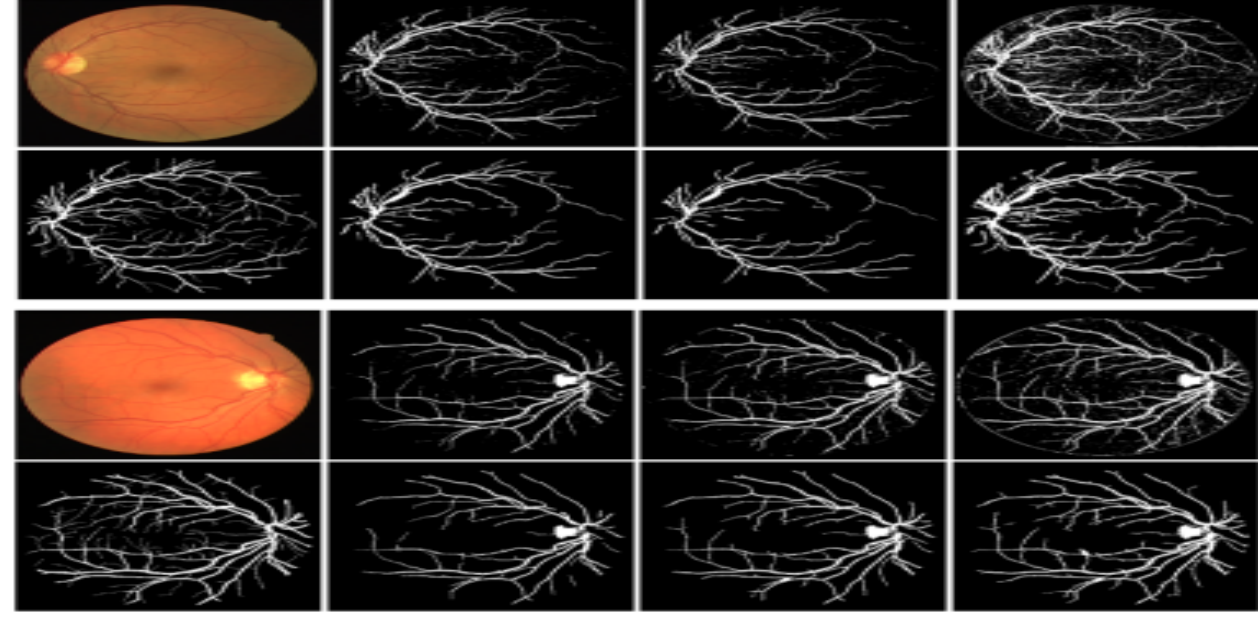


Şekil 5. Önerilen yöntem sonucu. İlk görüntü **Denklem (11)** sonucu, İkinci görüntü ilk görüntünün tersi alınmış halidir.

Bulgular ve Tartışma

Bölütleme sonuçları Üç farklı eşikleme algoritması iyileştirilmiş fundus görüntüleri üzerinde uygulanarak damar piksellerinin bölütlenmesi sağlanmıştır. İyileştirilmiş görüntüler eşiklemeişlemine tabi tutulduktan sonra çıktı görüntüleri üzerinde performans iyileştirilmesi yapılmıştır.

Şekil 6'da eşikleme algoritmalarının performans iyileştirme sonuçları görsel olarak sunulmuştur. Şekil 6'da ilk sütunda orijinal görüntüler, ikinci sütunda Bulanık Mantık Tabanlı Eşikleme yöntem sonuçları, üçüncü sütunda Maksimum Entropi Tabanlı Eşikleme yöntem sonuçları, son sütunda Çoklu Eşikleme yöntem sonuçları gösterilmiştir.



Şekil 6. Performans İyileştirme Sonuçları. Birinci satırlar eşikleme sonuçlarını, ikinci satırlar iyileştirme sonuçlarını göstermektedir. Orijinal görüntünün altındaki görüntüler 1.manuel bölütlenmiş gerçek zemin görüntüleridir.

Tablo 1’de uygulanan yöntem de kullanılan üç eşikleme yönteminden elde edilen sonuçlar gösterilmiştir. Uygulanan yöntem, DRIVE veri seti üzerinde hem test hem eğitim veri kümesi üzerinde denenmiş olup toplamda 40 görüntü üzerinde çalıştırılmıştır.

Tablo 1. Eşikleme yöntemlerinin doğruluk oran sonuçları			
Görüntü ismi	Bulanık Mantık Tabanlı Eşikleme	Maksimum Entropi Tabanlı Eşikleme	Çoklu Eşikleme Yöntemi
01_test	0.9610	0.95864	0.9550
02_test	0.9511	0.95653	0.9579
03_test	0.9522	0.93426	0.9301
04_test	0.9491	0.95705	0.9570
05_test	0.9526	0.94855	0.9450
06_test	0.9485	0.94221	0.9136
07_test	0.9505	0.94895	0.9444
08_test	0.9510	0.94043	0.9148
09_test	0.9530	0.94627	0.9345
10_test	0.9586	0.95376	0.9518
11_test	0.9494	0.94976	0.9479
12_test	0.9550	0.95244	0.9072
13_test	0.9500	0.94601	0.9460
14_test	0.9617	0.95821	0.9344
15_test	0.9636	0.96398	0.9493
16_test	0.9562	0.95520	0.9536
17_test	0.9574	0.95023	0.9290
18_test	0.9569	0.95723	0.9454
19_test	0.9713	0.96701	0.9561
20_test	0.9582	0.95505	0.9110
21_training	0.9582	0.95968	0.95930
22_training	0.9533	0.95464	0.9524
23_training	0.9173	0.95349	0.8338
24_training	0.9382	0.94285	0.9435
25_training	0.9459	0.92455	0.9161
26_training	0.9545	0.94524	0.8448
27_training	0.9479	0.95131	0.9504
28_training	0.9493	0.95311	0.9523
29_training	0.9589	0.95624	0.9478
30_training	0.9447	0.93437	0.5305
31_training	0.9464	0.94877	0.9505
32_training	0.9609	0.95895	0.9602
33_training	0.9588	0.95740	0.9563
34_training	0.9213	0.92242	0.8836
35_training	0.9574	0.95969	0.9567
36_training	0.9400	0.93858	0.9420
37_training	0.9542	0.95534	0.9527
38_training	0.9524	0.94959	0.9481
39_training	0.9507	0.94576	0.9114

Tablo 1’de verilen sonuçların alandaki birkaç yaygın yöntemden daha iyi performans gösterdiği görülebilir. DRIVE veri setindeki 40 görüntüye ait üç eşikleme yönteminin eşik değeri Tablo 2’de gösterilmiştir.Yapılan çalışmanın geleneksel yöntemlerle karşılaştırılması Tablo 3’de verilmiştir.Tablo2. Eşikleme yöntemlerinin değerleri

Tablo 2. Eşikleme yöntemlerinin değerleri			
Görüntü ismi	Bulanık Mantık Tabanlı Eşikleme	Maksimum Entropi Tabanlı Eşikleme	Çoklu Eşikleme Yöntemi
01_test	78	84	81
02_test	96	81	96
03_test	61	90	64
04_test	103	74	102
05_test	66	80	72
06_test	60	84	64
07_test	78	84	84
08_test	56	83	64
09_test	60	85	65
10_test	69	85	75
11_test	101	79	101
12_test	61	86	67
13_test	76	85	80
14_test	69	87	73
15_test	81	86	87
16_test	83	84	87
17_test	65	87	68
18_test	74	84	79
19_test	71	83	75
20_test	57	88	62
21_training	90	84	93
22_training	86	80	88
23_training	67	104	71
24_training	92	82	93
25_training	48	91	62
26_training	52	88	59
27_training	91	81	94
28_training	94	81	95
29_training	68	79	75
30_training	39	98	44
31_training	114	71	112
32_training	75	80	80
33_training	82	85	86
34_training	85	86	88
35_training	92	82	94
36_training	84	86	87
37_training	96	80	98
38_training	74	83	79
39_training	61	91	64
40_training	63	79	67

Tablo 3. Diğer yöntemlerle performans karşılaştırması	
Literatürdeki Yöntemler	Doğruluk Oranı
BenjunYin vd. [22]	0.943
B.Barkana vd. [23]	0.950
Peter Bankhead vd. [24]	0.937
M.M. Fraza vd. [11]	0.947
J.Zhang vd. [17]	0.943
Önerilen Yöntem	
Bulanık Mantık Tabanlı Doğruluk Oranı	0.952
Maksimum Entropi Tabanlı Doğruluk Oranı	0.950
Eşikleme Tabanlı Doğruluk Oranı	0.925

SONUÇLAR

Bu makalede, paylaşma açık olarak sunulan DRIVE veri seti üzerinde morfolojik işlemlere dayalı bir damar iyileştirme yöntemi kullanılmıştır. Damar iyileştirme aşamasından sonra Çoklu Eşikleme, Bulanık Mantık Tabanlı Eşikleme ve Maksimum Eşikleme yöntemleri kullanılarak damar bölütlemesi yapılmıştır. Bu yöntem temelde morfolojik işlemlere dayanmış olsa da asıl amaç eşikleme algoritmalarının yöntem üzerindeki performanslarının karşılaştırılmasıdır. Eşikleme yöntemleri, doğası ne olursa olsun tüm veriler üzerinde kullanılabilir. Ancak, farklı eşikleme yöntemlerinin aynı iyileştirilmiş görüntü üzerinde farklı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Bu makalede, Bulanık Mantık Tabanlı Eşikleme yönteminin ortalama doğruluk oranı 0.952 olarak hesaplanmış ve diğer iki eşikleme yönteminden daha yüksek bir değere sahip olmuştur. Bu makalede elde edilen deneysel sonuçlar tatmin edici bir seviyededir. Önerilen yöntem geliştirilmeye açıktır. Halka açık bir veri seti kullanıldığı için karşılaştırması ve doğruluğu test edilebilir durumdadır. İleriki çalışmalarımızda, bu makalede elde ettiğimiz eşikleme yöntemleri tecrübelerimizi kullanarak popüler algoritmalar ile görüntü eşikleme üzerinde çalışmayı hedeflemekteyiz.

GİRİŞ

Görüntü işleme ve bilgisayarlı görme uygulamaları son yıllarda ciddi bir artış göstermektedir.Farklı alanlarda ve farklı endüstriyel alanlarda kullanılmaktadır

Görüntü işleme teknikleri kullanılarak yapılan çalışmalarda, ilk olarak kameradan görüntüler alınmaktadır.

Ortamda bulunan nesnelerin doğru bir şekilde tespit edilmesi, özellik çıkarımı aşaması için çok önemlidir. Nesnelerin tespit edilmesi veya tanınması amacıyla yapılan çalışmalarda farklı yöntemler önerilmektedir. Nesnelere ait basit özellikler kullanılarak hızlı ve etkili nesne tanımaya yönelik çalışmalar [2], karmaşık arka plan çıkarımı ile tanıma [3], şekil tanıma, renk tanıma, kenar ve köşe tanıma, istatistiksel örüntü tanıma, şablon eşleme gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır

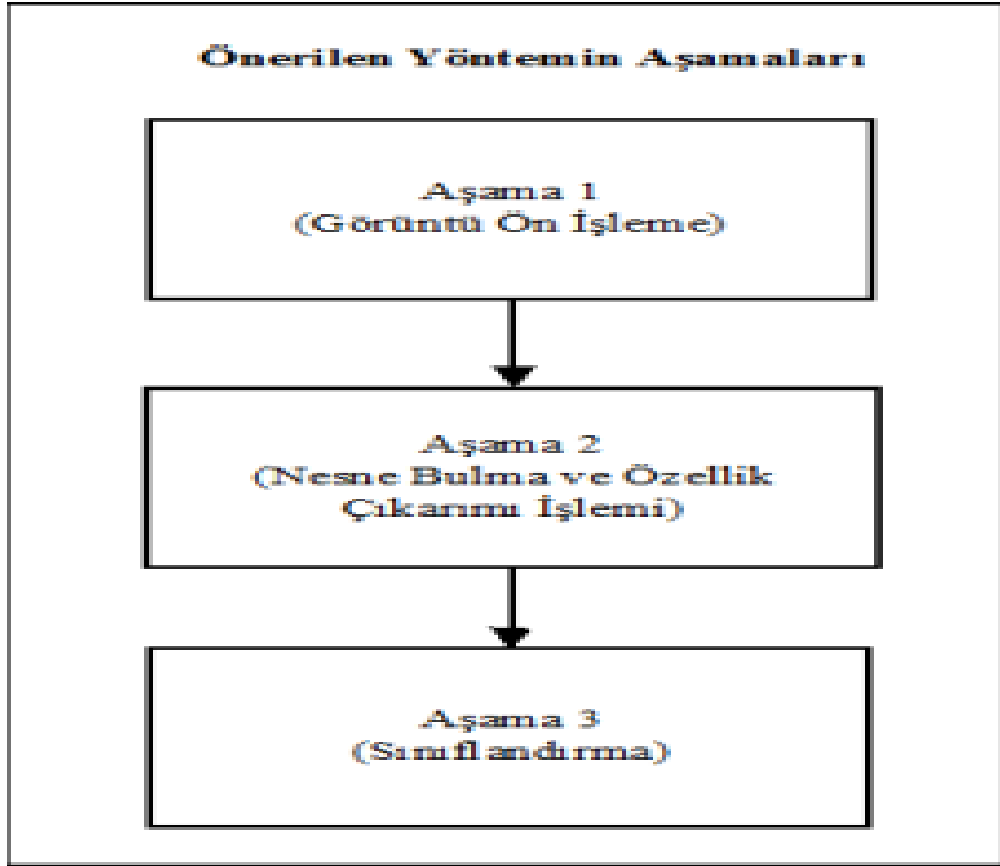
Bilgisayarlı görmenin yaygınlaşması sonucunda, tarım alanında ürün kalitesinin gözlenmesi [5], ürün sulama [6], ilaçlama, hasat, ürün sınıflandırma, ürün gelişimlerinin gözlenmesi gibi çalışmalar yapılmaktadır

K-means ve türevleri yaygın olarak kullanılmakta olan kümeleme algoritmalarıdır. K-means algoritması ile aynı türden nesneler farklı özelliklerine göre, benzer kümelere ayrılmaktadırlar [18]. Görüntü işleme süreci ile özellikleri belirlenmiş olan nesneler, benzerlik veya benzemezlik oranlarına göre farklı sınıflarda kümelenmektedirler.

Makalede, çalışma ortamında bulunan nesnelerin tespit edilmesi, özelliklerinin belirlenmesi ve sınıflandırmasına yönelik üç aşamalı bir sistem önerilmektedir

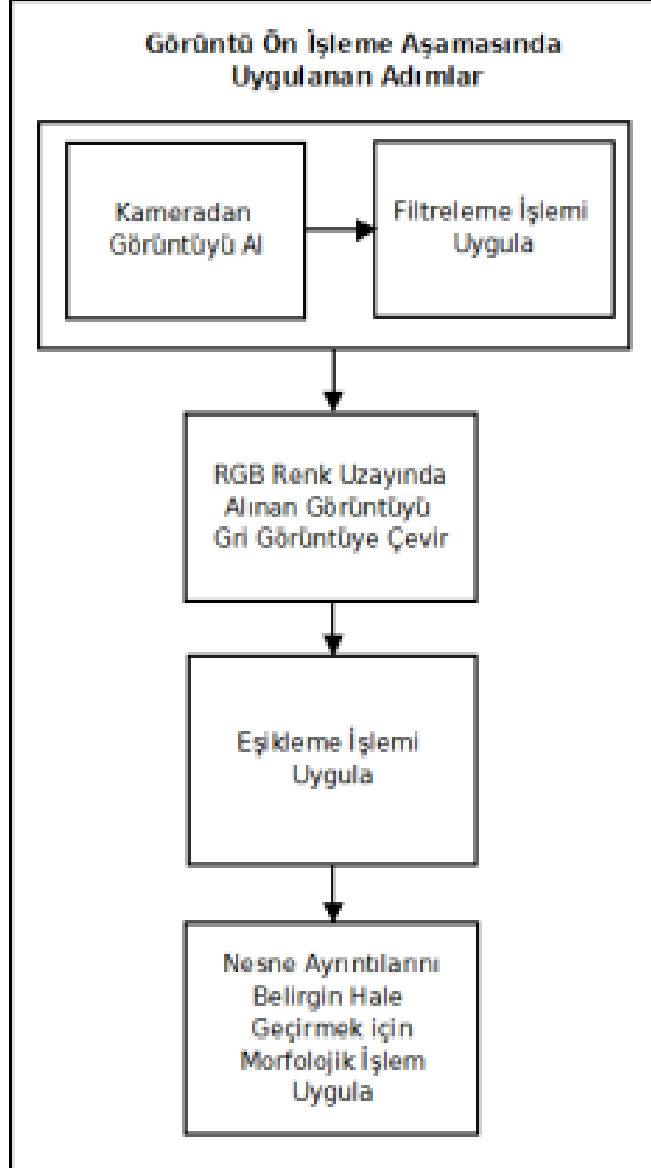
ÖNERİLEN YÖNTEM

Ortamda bulunan aynı nesnelerin tespit edilerek, sınıflandırılmasına yönelik yapılan çalışmada üç aşamalı bir yöntem önerilmektedir. Önerilen yönteme ait aşamalar



Nesnelerin bulunduğu ortamdan alınan görüntü, aşama 1 adımıyla yer alan “Görüntü Ön İşleme” işlemine tabi tutulmaktadır. Aşama 2’de “Nesne Bulma ve Özellik Çıkarımı İşlemi” ile ortamdaki nesnelerin, boyut ve alan gibi özellikleri çıkartılmaktadır. Son aşamada ise, aşama 2’de elde edilen veriler kullanılarak her bir nesnenin sınıflandırılması gerçekleştirilmektedir.

Görüntü ön işleme aşaması:Görüntü ön işleme aşamasında, kameradan alınan görüntü üzerinde sırasıyla filtreleme, resmin grileştirilmesi ve ikili resme çevrilmesi işlemleri uygulanmaktadır. Bu işlemlerin gerçekleştirilmesinden sonra görüntü üzerinde yer alan ve ilgilenilen nesneler daha belirgin ve kolay işlenebilir hale getirilmektedir. Şekil 2’de görüntü ön işleme aşamasında uygulanan adımlar sunulmaktadır.



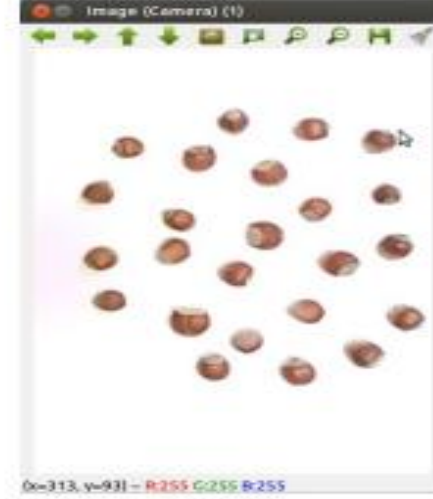
Çalışmada ortalama filtre uygulaması için seçilen çekirdek matris, denklem 1’de sunulmaktadır. Çekirdek matrisi, görüntü üzerinde kayan pencere yöntemi kullanılarak gezdirilmekte ve her bir piksel için, yeni değerler hesaplanmaktadır. Filtreleme sonunda oluşan yeni görüntü matrisini ifade etmektedir. Denklem 2’de her piksele ait yeni değerlerin hesaplanmasını gösteren formül sunulmaktadır.

Filtreleme işleminden sonra renkli görüntünün, grileştirilmesi adımı gerçekleştirilmektedir. Grileştirme işlemine ait formül denklem 3’te sunulmaktadır. Denklemden, IG grileştirilmiş yeni görüntü matrisini, I_{RK} , I_{RY} ve I_{RM} sırasıyla filtrelenmiş renkli görüntüdeki kırmızı, yeşil ve mavi renk değerini ifade etmektedir [19,20].

Eşikleme işleminde kullanılan en küçük (min) ve en büyük değerler (max) deneysel çalışmalar sonucunda belirlenmektedir. Gri görüntü içerisinde yer alan piksel değerleri min ve max değerleri arasında bulunup bulunmadığı karşılaştırılarak, ikili görüntü için yeni değer ataması gerçekleştirilmektedir.

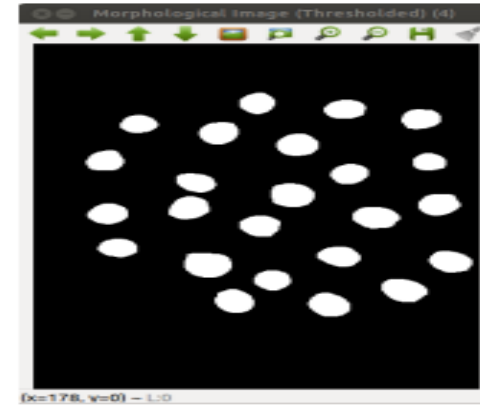
Nesne bulma ve özellik çıkarımı işlemi aşaması (Object detection and feature extraction stage) Nesne bulma ve özellik çıkarımı işlemi aşamasında, görüntü ön işleme aşamasından geçirilerek elde edilen ikili görüntü üzerinde nesnelerin bulunması ve her bir nesneye ait özelliklerin çıkarımı işlemleri gerçekleştirilmektedir. Nesnelerin görüntü düzleminde kaplamış olduğu alan, nesne boyları ve nesne merkezine ait koordinatlar özellik çıkarım vektörlerinde bulunmaktadır. Görüntü ön işleme sonunda elde edilen ikili resimde her bir nesneye ait dış hatlar, Suzuki ve Abe tarafından 1985 yılında geliştirilmiş olan algoritma kullanılarak bulunmuştur [20,22]. Her bir nesneye ait dış hatlar ve nesne numaraları belirlendikten sonra, nesnenin alanını hesaplamak için moment alma işlemi gerçekleştirilmektedir. Denklem 7'de moment alma işlemini gösteren genel formül sunulmaktadır [21]. Denklem 7'de $G(x,y)$, momenti alınacak ikili görüntüyü, mpq momenti, p ve q değerleri ise, momentin derecesini belirlemektedir. Denklemde yer alan x ve y değerleri, görüntüyü oluşturan matristeki satır ve sütunları ifade etmektedir

Şekil 3'de kameradan alınan ham görüntü gösterilmektedir.



Şekil 3. Görüntü ön işleme aşaması kamera görüntüsü (Image pre-processing camera image)

Şekil 4'te ise, filtreleme, grileştirme, eşikleme ve morfolojik işlemlerin kameradan alınan ham görüntüye uygulanması sonucunda oluşan görüntü sunulmaktadır. Elde edilen görüntü ile ortam da bulunan nesnelere ait kenarların belirlenmekte ve özellik çıkarımı için hazır duruma getirilmektedir.

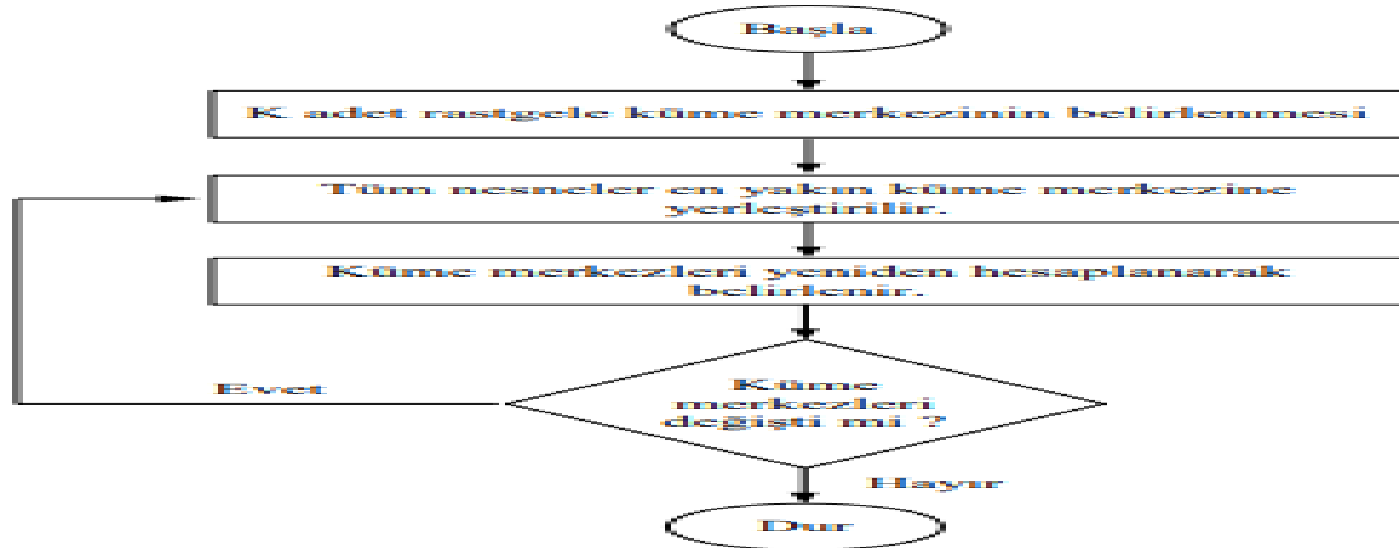


Şekil 4: Görüntü ön işleme adımından sonra oluşan görüntü (Image after pre-processing step.)

Sınıflandırma işlemi aşamasına ait adımlar(Classification stage steps) Kümeleme, fiziksel veya soyut nesneleri benzer nesne sınıfları içerisinde grupta sürecidir [23]. Veri kümeleme, küme analizi olarak da tanımlanmaktadır. Kümeleme analizinde desen, nokta veya nesnelerin doğal olarak gruplandırılması yapılmaktadır. Kümeleme analizi ile çok değişkenli özellikler içeren veriler kümelendirilebilmektedir. Kümeleme yöntemi örüntü tanıma, veri analizi, görüntü işleme, market araştırmaları, vb. gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

Ortalama tabanlı sınıflandırma (Meanbased classification) Önerilen ilk yöntemde ortamda bulunan nesneler kendi aralarında otomatik olarak 3 sınıfa ayrıştırılmaktadır. Sınıflandırma işleminde oluşturulan ilk küme merkezi hesaplanırken denklem 13'te sunulan formül kullanılmaktadır. Denklemden K_2 , ortanca (ikinci) küme merkezini, N ortamda bulunan nesne sayısını, A_x (m_{00}) x indisli nesnenin alanını ifade etmektedir.

K-means kümeleme yöntemi (K-means clustering method) K-means algoritması, N adet veri nesnesinin K adet kümeye bölünmesidir. K-means kümeleme, karesel hatayı en aza indirmek için N tane veriyi K adet kümeye bölümlenmeyi amaçlamaktadır [18, 24]. K-means algoritmasının temel amacı bölümlenme sonucunda elde edilen küme içindeki verilerin benzerliklerinin maksimum, kümeler arasındaki benzerliklerin ise minimum olmasıdır.

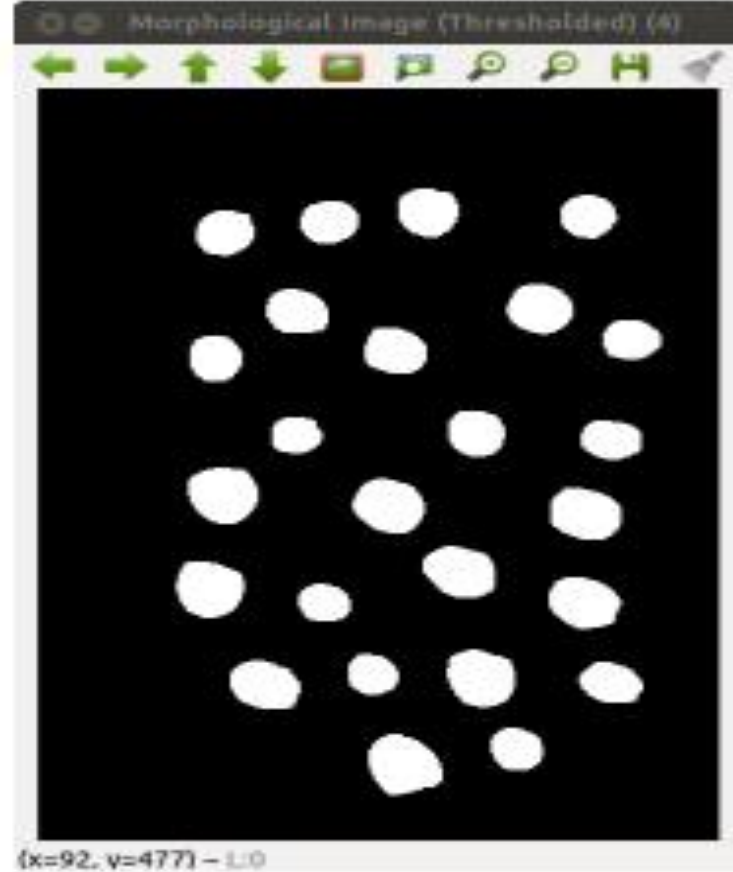


DENEYSEL ÇALIŞMA :Önerilen yöntem ile ortamda bulunan fındıkların tespit edilerek kümelenmesine yönelik deneysel çalışma yapılmaktadır. Çalışmada 1.3 Megapiksel CMOS, 640 x 480 çözünürlükteki Logitech C110 USB kamera kullanılarak görüntüler alınmaktadır. Alınan görüntüler, Ubuntu 12.04 işletim sistemine sahip bir bilgisayar üzerinde işlenmektedir. Görüntülerin işlenmesi ve sınıflandırılması aşamalarında OpenCV Kütüphanesi ve Weka yazılımları kullanılmaktadır. Şekil 6'da deneysel çalışmadan alınan örnek bir görüntü sunulmaktadır. Şekil 6 (a)'da kameradan alınan görüntüye ait ilgilenilen kısım sunulmaktadır. Kameradan alınan ham görüntüde, çalışma alanı dışında kalan dörtgenin bulunduğu alan kesilmiştir.

S.Solak, U.Altınışık /Görüntü İşleme Teknikleri ve Kümeleme
Yöntemleri Kullanılarak Fındık Meyvesinin Tespit ve Sınıflandırılması



(a)



(b)



(c)

Bu işlemden sonra görüntü ön işleme aşamasına geçilmektedir. Görüntü ön işleme aşamasında, resim üzerinde filtreleme, grileştirme, eşikleşme ve morfolojik işlem uygulanmaktadır. Bu işlem basamakları sonucunda elde edilen görüntü Şekil 6 (b)'de sunulmaktadır. Bu görüntü nesne bulma ve özellik belirleme aşamasına girdi olarak verilmektedir. Ortamda bulunan ve ilgilenilen nesnelerin dış hatları belirlenmektedir. Çalışmada kullanılacak alan, çap, yarıçap ve merkez noktasına ait koordinatlar elde edilmektedir. Şekil 6 (c)'de ortamda bulunan nesnelerin dış hatları ve indis numaraları sunulmaktadır

Tablo 2. Örnek Çalışma Verileri (Case study data)				
İndis No	Alan (piksel)	Alan (mm²)	Ortalama Tabanlı	K-means Algoritması
0	1041	385.355	K3	K3
1	534	197.765	K2	K2
2	603	223.295	K2	K2
3	826	305.620	K3	K3
4	489	181.115	K1	K1
5	946	350.020	K3	K3
6	478	177.045	K1	K1
7	871	322.270	K3	K3
8	939	347.615	K3	K3
9	888	328.745	K3	K3
10	909	336.515	K3	K3
11	924	341.880	K3	K3
12	969	358.715	K3	K3
13	584	216.080	K2	K2
14	461	170.755	K1	K1
15	644	238.465	K2	K2
16	597	220.890	K2	K2
17	713	263.995	K2	K3
18	567	209.790	K2	K2
19	689	255.115	K2	K2
20	778	287.860	K3	K3
21	642	237.540	K2	K2
22	612	226.625	K2	K2
23	572	211.825	K2	K2
24	720	266.585	K2	K3

Ortalama tabanlı ve K-means algoritmasına göre kümeleme işleminde, piksel cinsinden bulunan alan değerleri kullanılarak küme merkezleri elde edilmektedir. Küme merkezleri elde edilirken çalışma ortamına 150 adet fındık yerleştirilerek bilgi veritabanı oluşturulmaktadır. Ortalama tabanlı ve K-means algoritmaları kullanılarak elde edilen küme merkezleri tablo 1’de sunulmaktadır.

Tablo 1. Küme merkezleri (Cluster Centers)

Küme Merkezi	Küme Özelliği	Ortalama Tabanlı	K-means
K1	Küçük	388.510	462.560
K2	Orta	612.040	597.610
K3	Büyük	880.885	783.370

Deneysel çalışmada, ortalama tabanlı yöntem kullanılarak 3 adet küçük, 12 adet orta ve 10 adet büyük sınıf fındık bulunmaktadır. K-means algoritması kullanılarak yapılan kümelemede 3 adet küçük, 10 adet orta, 12 adet büyük fındık tespit edilmektedir. Tablo 2’de örnek çalışmada elde edilen bazı veriler sunulmaktadır. Bulunan fındıkların indis numarası, piksel cinsinden görüntü düzleminde kaplamış oldukları alan, mm2 cinsinden hesaplanan alan, ortalama tabanlı yöntem ve Kmeans algoritması kullanılarak hangi fındığın hangi kümeye girdiğini gösteren bilgiler sunulmaktadır. Sunulan örnek çalışmada, iki yöntem ile kümelemenin %92 oranda benzerlik gösterdiği gözlenmektedir. Tablo 3’te deneysel çalışma ortamına farklı sayıda fındıklar yerleştirilerek kümeleme işlemi gerçekleştirilmekte ve elde edilen sonuçlar özet halinde sunulmaktadır. Ortama yerleştirilen fındıkların görüntü işleme tekniği kullanılarak %100 oranında tespit edildiği gözlenmiştir. Kmeans ve ortalama tabanlı kümeleme yöntemleri kullanılarak yapılan sınıflama sonuçlarındaki benzeşen fındık sayısı ve iki yöntemin benzerlik oranları tablo 3’te sunulmaktadır.

Tablo 3: Örnek deneysel çalışmalar (Experimental work examples)

Durumlar	Ortamdaki Fındık	Tespit Edilen Fındık	Ortalama Tabanlı			K-means			Benzeşen Fındık	Benzerlik Oranı (%)
			K1	K2	K3	K1	K2	K3		
Durum 1	33	33	6	17	10	6	14	13	30	90.91
Durum 2	23	23	6	17	0	8	15	0	21	91.30
Durum 3	10	10	8	2	0	9	1	0	9	90.00
Durum 4	25	25	0	0	25	0	0	25	25	100.00
Durum 5	46	46	12	20	14	14	17	15	43	93.48
Durum 6	52	52	14	30	8	16	27	9	49	94.23
Durum 7	53	53	12	41	0	15	38	0	50	94.34

SONUÇLAR

Makalede, görüntü işleme teknikleri kullanılarak ortamda bulunan nesnelerin tespit ve sınıflandırılmasına yönelik çalışma sunulmaktadır. Çalışma ortamında bulunan nesnelerin tespit ve sınıflandırılması amacıyla üç aşamalı bir yöntem önerilmektedir. Önerilen yöntemin ilk aşaması olan görüntü ön işleme bölümünde kameradan alınan görüntü üzerinde filtreleme, grileştirme, ikili resme çevirme ve morfolojik işlemler uygulanmaktadır. Nesne tespiti ve özellik çıkarımı aşamasında ise, ortamda yer alan nesnelerin bulunması ve alan, boyut ve konum gibi özellik bilgileri elde edilmektedir. Sınıflandırma aşamasında, bilgi veritabanında bulunan veriler, ortalama tabanlı ve K-means algoritmaları kullanılarak sınıflandırılmaktadır.

Önerilen yöntem, açık kaynak kodlu yazılımlarla gerçekleştirildiğinden lisans maliyeti bulunmamaktadır. Ayrıca, tek kart bilgisayar sistemleri üzerinde gerçekleştirilebilir olarak hazırlanmıştır. Sonuç olarak, gömülü sistem uygulamaları için uygun olup, yüksek performans ve düşük maliyetli olarak gerçekleştirilmiştir. Önerilen yöntemin deneysel çalışmasında farklı nesneler kullanılarak tespit ve sınıflandırma işlemleri de gerçekleştirilebilmektedir.