

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 20.08.2014 tarihli ve 7 sayılı kararı ile kabul edilen Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırlanmıştır.

Bütün hakları saklıdır.  
Kaynak göstermek koşuluyla alıntı ve gönderme yapılabilir.

© Serap BEĞDAŞ, 2021

Bu tezimi canım oğlum ÖMER HALİD'e ithaf ediyorum.

## ETİK

Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- ✓ Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ✓ Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ✓ Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

2021

Serap BEĞDAŞ

## **KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR**

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde; değerli bilgilerini paylaşan, kullandığı her kelimenin hayatıma kattığı önemini asla unutmayacağım saygıdeğer danışman hocam; Dr. Öğr. Üyesi Emre ÜNSAL'a, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen aileme ve oğluma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## ÖZET

### GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ KULLANILARAK TÜM YÖNLÜ ARAÇ ALTI GÖRÜNTÜLERİNDEN YABANCI CİSİM TESPİTİ VE SINIFLANDIRILMASI

Serap BEĞDAŞ

Yüksek Lisans Tezi

Optik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr.Öğr. Üyesi Emre ÜNSAL

2021, 55+xv sayfa

Günümüzde yüksek güvenli ve askeri bölgeler, okullar, alışveriş merkezleri, gösteri veya konser alanları gibi insanların yoğun olarak bulunduğu alanlarda güvenlik riskleri bulunabilir. Bu güvenlik risklerinden biride araç altına gizlenmiş zarar verici yabancı cisimlerin bulunmasıdır. Bu kapsamda tüm yönlü kamera sistemleri ile görüntü işleme tekniklerinin birlikte kullanımı sağlanarak güvenlik tehdidi oluşturan unsurlar önceden tespit edilmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, araç altı görüntüleri üzerinde sayısal görüntü işleme teknikleri kullanarak araç altında gizlenmiş yabancı cisimleri tespit edilmesini sağlayan bir sistem geliştirmektir. Bu sayede, yüksek güvenlik önlemi gerektiren askeri bölgeler, alışveriş merkezleri, konser alanları veya iş yerleri gibi toplu yaşam alanlarında oluşabilecek bazı tehditlerin azaltılması sağlanmış olacaktır. Önerilen görüntüleme sistemi için öncelikle plakaya tanımlı araç altı referans görüntüleri kullanılarak bir veri tabanı oluşturulmuştur. Güvenlik noktasına gelen araçların tüm yönlü araç altı görüntüleri balıkgözü kamera sistemi ile düzeltilerek kaydedilmiştir. Öncelikle yeni alınan tüm yönlü araç altı görüntüsü üzerinde bir bozulma varsa bu bozulma giderilmeye çalışılmıştır. Bu noktada teğetsel bozukluk ve radyal bozukluk için kalibrasyon yöntemi kullanılmıştır. Yeni alınan araç altı görüntüsü üzerindeki bozulma düzeltildikten sonra veri tabanında kayıtlı görüntü ile boyutlarının da eşit hale gelmesi sağlanmıştır. Bu noktada görüntüler test edilerek risk durumu kontrol edilmektedir. Risk olması durumunda yabancı cisimi net olarak görebilmek için görüntüler üzerinde görüntü işleme teknikleri uygulanarak fark belirgin hale getirilmeye çalışılmaktadır. Bu noktada öncelikle görüntüler gri seviye resme dönüştürülmekte, ardından görüntüler üzerinde piksel kaymalarına

bağlı oluşan bozulmaların en aza indirgenmesi için her iki resim üzerinde histogram eşitleme algoritması uygulanarak gri seviye farklılıklarının en aza indirgenmesi sağlanmıştır. Daha sonra filtre yöntemlerinden yararlanılarak yabancı cisimlerin belirgin hale getirilmesi sağlanmıştır. Ardından SSIM uygulanarak hem yabancı cisim tespit edilmiş hem sınıflandırılma yapılmıştır. Daha sonra LOG transform uygulanarak bulunan yabancı cisim iyice belirgin hale getirilmiştir. Son olarak fark resim kaydedilerek işlem bitirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Görüntü İşleme, Kamera Sistemleri, Tüm Yönlü Görüntüleme, Histogram, Nesne Tespiti, Morfolojik İşlemler, SURF Algoritma , PSNR ve SSIM, Fast Fourier Dönüşümü, Sınıflandırma

## **ABSTRACT**

### **FOREIGN OBJECT DETECTION AND CLASSIFICATION FROM ALL-DIRECTIONAL UNDER VEHICLE IMAGES USING IMAGE PROCESSING TECHNIQUES**

**Serap BEĞDAŞ**

**Optical Engineering Department**

**Supervisor: Asst. Prof. Emre ÜNSAL**

**2020, 66+xvi pages**

Today, there may be security risks that are densely populated by people such as high security and military type, schools, shopping malls, shows or trips. One of these security risks is the use of damaging foreign objects hidden under the vehicle. In this context, all measured camera systems and image processing techniques are provided together and the security threat is tried to be determined in advance. The purpose of this use is to develop a system to find hidden foreign objects using exploratory imaging tools for exploratory purposes. In this way, some threats that may occur in public living areas such as military areas, shopping malls, concert areas or workplaces that require high security measures will be reduced. For the proposed imaging system, a database was created using under vehicle reference images defined on the plate. All directional under vehicle images of vehicles arriving at the security point were corrected and recorded with a fisheye camera system. First of all, if there is a deterioration on the newly acquired all-round under vehicle image, this deterioration has been tried to be removed. At this point, the interpolation method for tangential distortion and the calibration method for radial distortion were used. After correcting the distortion on the newly taken under vehicle image, the image recorded in the database and its dimensions are also equalized. At this point, images are tested and the risk status is checked. In case of risk, the difference is tried to be made clear by applying image processing techniques on the images in order to see the foreign body clearly. At this point, firstly the images are transformed into gray-level images, then the histogram equalization algorithm is applied on both images in order to minimize the distortions caused by pixel shifts on the images, thereby minimizing the gray level differences. Then, by using filter methods, foreign objects were made visible. Then, by applying SSIM, the foreign



body was detected and classified. Then, by applying LOG transform, the found foreign body has been made clear. Finally, the difference picture was saved and the process was completed.

**Key Words:** Image processing, Camera Systems, Omnidirectional Imaging, Histogram, Object Detection, Morphological Procedures., SURF Algorithm, PSNR and SSIM, Fast Fourier Transform, Classification

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfalar</u>
ETİK.....	iv
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
TABLolar DİZİNİ.....	xiii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
SİMGELER DİZİNİ.....	xv
GİRİŞ.....	1
<b>1. GÖRÜNTÜ İŞLEME.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Gri Seviye.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Görüntü İyileştirme.....</b>	<b>5</b>
1.2.1 Histogram.....	5
<b>1.3 Filtreler.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4 Kenar Belirleme Yöntemleri.....</b>	<b>12</b>
<b>2. KAMERA SİSTEMLERİ.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 Lens Çeşitleri.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 Görüntü Elde Etme Teknikleri.....</b>	<b>20</b>
.....	<b>23</b>
<b>2.3 Görüntü Bozulmaları ve Kalibrasyon.....</b>	<b>23</b>
2.3.1 Distorsiyon.....	23
2.3.2 Kalibrasyon.....	25
<b>3. ÖZİNİTELİK ÇIKARMA VE SINIFLANDIRMA.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1 Öznitelik Çıkarımı.....</b>	<b>26</b>
<b>3.2 SURF Algoritması.....</b>	<b>26</b>
<b>3.3 Sınıflandırma.....</b>	<b>28</b>
3.3.1 Tepe Sinyal Gürültü Oranı (Peak Signal to Noise Ratio, PSNR).....	28
3.3.2 Yapısal benzerlik (Structural Similarity Index, SSIM).....	29
<b>4. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>30</b>
<b>5. DENEYSEL BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>36</b>

<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>46</b>
<b>7. KAYNAKÇA.....</b>	<b>47</b>
<b>8. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>54</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Görüntü yakalama ve sayısallaştırma aşamaları .....	3
Şekil 1.2 $N \times M$ boyutunda üç matrisin birleşimi .....	4
Şekil 1.3 Görüntü İşleme Uygulama Alanları .....	4
Şekil 1.4 Filtre Boyutu [39] .....	6
Şekil 1.5 Gauss Filtre Çıktısı .....	7
Şekil 1.6 AVERAGE Filtre Çıktısı .....	8
Şekil 1.7 Medyan Filtre Çıktısı .....	9
Şekil 1.8 Disk Filtre Çıktısı .....	9
Şekil 1.9 8 Bitlik Bir Görüntü İçin, Log Dönüşümü .....	10
Şekil 1.10 Log Transform Filtre Çıktısı .....	11
Şekil 1.11 Fast Fourier Dönüşümü .....	12
Şekil 1.12 Sobel Kenar Belirleme Filtre Çıktısı .....	14
Şekil 1.13 Laplace Kenar Belirleme Filtre Çıktısı .....	15
Şekil 1.14 Prewitt Kenar Belirleme Filtre Çıktısı .....	16
Şekil 1.15 Log Kenar Belirleme Filtre Çıktısı .....	16
Şekil 1.16 Canny Kenar Belirleme Filtre Çıktısı .....	18
Şekil 2.1 Lens Seçimi Ve Görüş Alanı [11] .....	20
Şekil 2.2 Yansımali Ve Yansimasiz Kameralar .....	21
Şekil 2.3 Panoramik görüntü elde etme teknikleri .....	21
Şekil 2.4 Balıkgözü görüntü algılayıcıda iz düşüm modeli [34] .....	23
Şekil 2.5 Barel distorsiyon mercek görüntüsü .....	24
Şekil 2.6 Teğetsel Distorsiyon .....	25
Şekil 3.1 Kesiklileştirilmiş ve kırılmış gauss ikinci derece kısmi türevleri $L_{yy}$ , $L_{xy}$ [29] ..	27
Şekil 4.1 Matlab Arayüzü .....	30
Şekil 4.2 Kalibrasyon İşlemi .....	32
Şekil 4.3 Çalışma Test Akış Diyagramı .....	33
Şekil 4.4 Test Uygulama Aşaması .....	34
Şekil 4.5 Histogram Eşitleme Uygulama .....	34
Şekil 4.6 SSIM Sistem Uygulama Görüntüsü .....	35
Şekil 5.1 Ana Ekran .....	36
Şekil 5.2 LOG filtresiz SURF .....	40
Şekil 5.3 LOG filtreli SURF .....	40
Şekil 5.4 Sistem Üzerinde Surf Uygulama Çıktısı .....	41
Şekil 5.5 Deney-1 Sonucu .....	43

## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo 5.1</b> Görüntü bozukluğunun düzeltilmesi için belirlenen katsayılar.....	37
<b>Tablo 5.2</b> Kalibrasyonda Düzeltme Faktörünün Etkisi .....	38
<b>Tablo 5.3</b> PSNR-SSIM Karşılaştırılması.....	42
<b>Tablo 5.4</b> Deneyde Kullanılan Kamera Görüntüleri Deneyleri İçin PSNR-SSIM Değerleri..	42

## KISALTMALAR DİZİNİ

- SIFT** : Ölçek Değişimsiz Özellik Dönüşümü ( Scale Invariant Feature Transform)
- SURF** : Hızlandırılmış Dayanıklı Öznitelikler (Speed up Robust Feature)
- MSE** : Ortalama Karesel Hata(Mean Square Error)
- PSNR** : Tepe Sinyali Gürültü Oranı(Peak Signal to Noise Ratio)
- RGB** : Kırmızı, Yeşil, Mavi (Red, Green, Blue)
- LOG** : Gauss üzerine Laplacian (Laplacian of Gaussian)
- TIFF** : Etiketli Resim Dosyası Biçimi (Tagged Image File Format)
- JPEG** : Birleşmiş Fotoğraf Uzmanları Grubu (Joint Photographic Experts Group)
- MATLAB** : Matris Laboratuvarı(Matrix Laboratory)
- CMOS** : Bütünleyici Metal-Oksit Yarıiletken(Complementary Metal-Oxide-Semiconductor)
- CCD** : Çift cihazlı Şarj (Charge Couple Device)
- FAB-MAP** : Hızlı Görünüm Tabanlı Haritalama
- FFT** : Hızlı Fourier Dönüşümü(Fast Fourier Transform)
- CCTV** : Kapalı Devre Televizyon
- RMSE** : Ortalama Karesel Hatanın Karekökü (Root Mean Squared Error)
- MAE** : Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error)
- EMF** : İyileştirme Ölçüm Faktörü (Measure of Enhancement Factor)
- UIQI** : Evrensel Resim Kalite İndeksi (Universal Image Quality Index)
- DVR** : Dijital Kayıt Cihazı(Digital Video Recorder)
- NVR** : Ağ video kaydedici(Network Video Recorder)

## SİMGELER DİZİNİ

<b>r</b>	Korelasyon değeri
<b><math>n_i</math></b>	i. seviyedeki piksel sayısı
<b>L</b>	istenilen gri seviye sayısı
<b><math>h(i, j)</math></b>	Set alanı, m <sup>2</sup>
<b><math>H(x, \sigma)</math></b>	Hessian matrisi
<b>w</b>	Ağırlık Katsayısı
<b><math>\mu_x, \mu_y</math></b>	Piksel yoğunluk ortalaması
<b><math>\sigma_x</math></b>	Standart sapma
<b>dB</b>	Desibel
<b>Df</b>	Düzeltilme Faktörü
<b>I</b>	Grilik seviyesi
<b>H</b>	Histogram fonksiyonu
<b><math>r_k</math></b>	Grilik değeri
<b>f</b>	Geleneksel kümelerde fonksiyon
<b><math>f(x, y)</math></b>	Giriş görüntüsü
<b><math>g(x, y)</math></b>	İşlenmiş görüntü
<b>T</b>	Operator
<b>LoG(x, y)</b>	Laplacian of Gaussian
<b>I[i, j]</b>	Original görüntü
<b>G[i, j, <math>\sigma</math>]</b>	Gaussian yumuşatıcı filter
<b>M[i, j]</b>	Gradyanın büyüklüğü

## GİRİŞ

Günümüzde askeri bölgeler, okul bölgeleri, alışveriş merkezleri; gösteri, konser gibi etkinliğin yapıldığı yerler ve bunlar gibi yoğun insan topluluklarının bulunduğu mekânlarda güvenlik tehditleri oluşmaktadır. Bu güvenlik tehditlerinden biri de araç altına gizlenmiş zarar verici yabancı cisimlerin olmasıdır. Bu kapsamda tüm yönlü kamera sistemleri ile görüntü işleme tekniklerinin birlikte kullanımı sağlanarak güvenlik tehditi oluşturan unsurlar önceden tespit edilmeye başlanmıştır.

Literatürde bu konu ile ilgili daha önce bazı çalışmalar yapılmış olup mevcut çalışmalar burada özetlenmiştir. Şahin ve Ünel tarafından 2013 yılında yapılmış olan çalışmada; araç alt gövdelerinin kontrol edilmesi amacıyla tüm yönlü kamera kullanan bir görüntüleme sistemi tasarlanmış, kamera bir mobil robotun gövdesine monte edilmiş ve 360 derece görüntü alabilmek için dışbükey bir ayna ile hizalanarak birleştirilmiştir. Bu sayede araç alt gövdelerinde bulunan yabancı nesnelere tanınması ve sınıflandırılması da amaçlanmıştır. Yapılan çalışmada nesne tespiti için Hızlandırılmış Gürbüz Özneliklerden (SURF) algoritması sınıflandırmak içinse Hızlı Görünüm Tabanlı Haritalama (FAB-MAP) algoritmasından faydalanılmıştı[1] .

Yabancı cisim tespit yöntemine benzer çalışmalar başka alanlarda da, benzer görüntü işleme teknikleri kullanılarak yapılmıştır. Atmaca tarafından yapılan çalışmada, örme kumaşlardaki hataların tespiti ve sınıflandırılması yapılmış, görüntü işleme tekniklerinden yararlanılarak makinelerin örme işlemini gerçekleştirirken eşzamanlı olarak hataların tespit edilmesi amaçlanmıştır [2].

Bir başka çalışmada; Onat tarafından betonun kırılmadan önceki potansiyelinin dijital görüntü işleme teknikleriyle incelenmesi amaçlanmış prizma şeklinde lifli beton numuneleri hazırlanarak 28 gün sonra üç noktalı eğilme deneyi yapılmış ve basınca karşı ölçüm yapılarak deney anında betonların görüntüleri kamera ile alınmış ve önceki görüntülerle karşılaştırılma yapılmıştır.[3].

Yine benzer bir çalışmada Karakoç tarafından görüntü içinde hızlı görüntü tespiti için çalışılmış görüntü işleme kütüphane fonksiyonları ile görüntü eşleme algoritmaları kullanılmıştır [4].

Bu çalışma daha önceki çalışmalara ek olarak balıkgözü (fisheye) kamera ile farklı zamanlarda alınan aynı görüntülerin karşılaştırılıp, yabancı cisim tespiti ve sınıflandırılmasını sistem kullanıcılarına sunmaktadır. Çalışmada daha önceden alınan ve sistemde kayıtlı, plakaya tanımlı



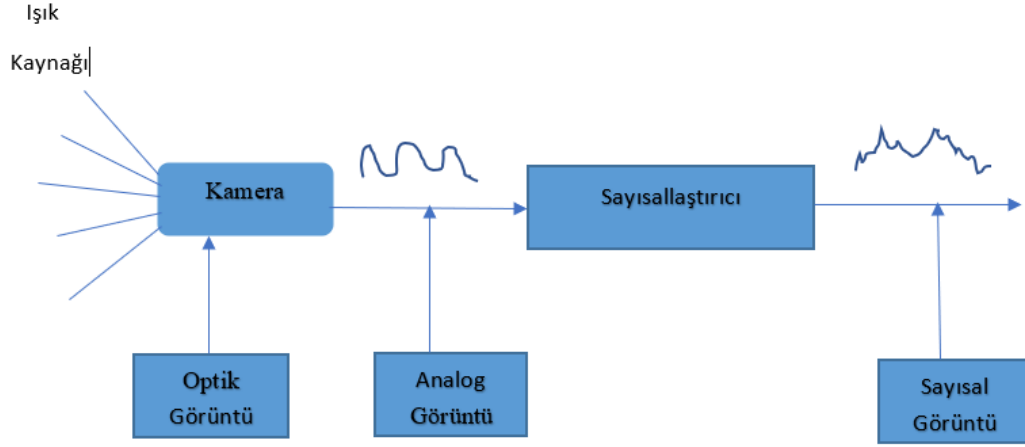
bulunan referans görüntü ile balıkgözü (fisheye) kamera sistemleri kullanılarak, araç altından alınan yeni görüntü karşılaştırılarak çıkarma işlemi uygulanmış ve görüntüler ilk olarak gri seviye resme dönüştürülmüş, ardından üzerinde piksel kaymalarına bağlı oluşan bozulmaların en aza indirgenmesi için her iki resim üzerinde histogram eşitleme algoritması uygulanarak gri seviye farklılıklarının en aza indirgenmesi sağlanmıştır. Daha sonra kenar belirleme yöntemlerinden yararlanılarak görüntü çerçeveleri belirlenmiştir. Görüntü çerçeveleri belirlendikten sonra görüntü üzerinde bazı morfolojik işlemler uygulanarak yabancı cisimlerin belirgin hale getirilmesi sağlanmıştır. Tüm-yönlü görüntüleme sistemlerinde karşılaşılan en büyük zorluklardan bir tanesi görüntü üzerinde meydana gelen fiçı (barel) bozunumlarıdır. Çalışmada balıkgözü (fisheye) kamera ile alınan görüntülerde oluşan fiçı bozunumunun giderilmesi amacıyla kalibrasyon işlemi uygulanarak görüntü üzerinde meydana gelen piksel kaymaları giderilmeye çalışılmaktadır. Bu sayede iki görüntü arasındaki farktan yola çıkarak nesne tespiti daha yüksek oranlarda tespit edilmesi hedeflenmektedir.

İkinci bölümde çalışmaya ait kullanılan materyal ve metot ele alınmıştır. Üçüncü bölümde deneysel çalışmalar işlenmiştir. Dördüncü bölümde sonuç ve tartışma kısmında önemli sonuçlarla birlikte devam eden çalışmalar belirtilmiştir.

## 1. GÖRÜNTÜ İŞLEME

Görüntü; genişlik, yükseklik ve kanal sayısına sahip olan üç boyutlu nesnelere üzerine düşen ışıklarla algılanan görünümün iki boyutlu haritasının çıkarımıdır.

Sayısal görüntü; görüntünün ikilik sayı sistemi ile iki boyutlu dizi şeklinde ifade edilerek tanımlanmasıdır. Şekil 1.1’de görüntü işleme aşamaları gösterilmiştir.



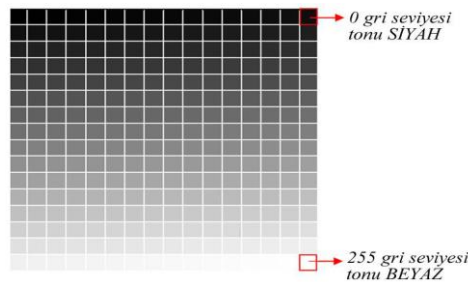
Şekil 1.1 Görüntü yakalama ve sayısallaştırma aşamaları

Piksel, Picture Element kelimesinin ilk hecelerinden oluşan piksel, sayısal görüntünün iki boyutlu dizi elemanlarının her biridir. Her sayısal görüntü  $M \times N$  tane piksel e sahiptir.

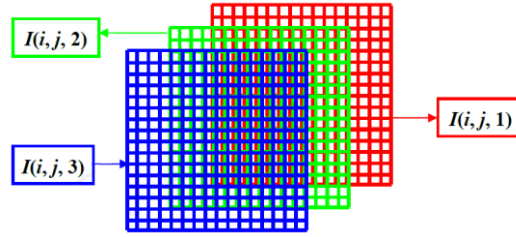
Sayısal Görüntü işleme, sayısal görüntü haline getirilmiş olan analog bir görüntünün bilgisayar yardımıyla analiz edilerek amaçlanan bilgilerin elde edilmesi yönetimine verilen isimdir [5].

### 1.1 Gri Seviye

Gri Görüntü, Sayısallaştırılmış görüntünün her pikselinin ışık yoğunluk değeri gri seviyeler (gray scale) olarak karşımıza çıkar. Her pikseldeki bit sayısına göre gri ton aralığı bulunur. Gri ton aralığı siyah ve beyaz arasındadır. Her piksel 8 bit ile ikili kodlama ile olduğundan skala  $2^8=256$  farklı ton taşır. 0 gri seviye siyah anlamına gelirken 255 beyaz anlamına gelir. Şekil 3.3  $N \times M = 16 \times 16$  'lık bir gride 256 gri seviye gösterilmiştir [2].



Renkli görüntü, Red(Kırmızı), Green(Yeşil) ve Blue(Mavi) kodlanmış üç gri seviye görüntünün üst üste çakıştırılmasıyla elde edilir ve RGB olarak adlandırılır. Renkli görüntülerde her piksel 3x8 den 24 bit veri ile kodlanır. RGB bir görüntü,  $N \times M$  boyutunda üç matrisin birleşimi demektir [3]. Bu birleşim Şekil 1.2’ de gösterilmiştir.



Şekil 1.2  $N \times M$  boyutunda üç matrisin birleşimi

**Görüntü İşlemenin Kullanım Alanları:** Görüntü işleme; askeri endüstri alanında, tıp alanında, genetik ve biyoloji alanında, fizik-kimya ana bilim dallarında, yeraltı bilimlerinde, güvenlik alanında, astronomi ve uzay bilimlerinde, tekstil alanında, gıda sektöründe, mühendislik bilimlerinde, elektronik haberleşmede, inşaat sektöründe ve hatta spor dallarında uygulanır [5]. Şekil 1.3’te gösterilmiştir.



Şekil 1.3 Görüntü İşleme Uygulama Alanları

Görüntü işleme temel olarak üç adımdan oluşmaktadır:

- Gerekli araçlar ile imajın aktarılması
- Görüntünün analiz edilerek istenilen doğrultuda işlenmesi
- Analiz edilip işlenen veri raporu ve çıktısının sonucunun alınması

## 1.2 Görüntü İyileştirme

### 1.2.1 Histogram

Histogram, görüntüyü oluşturan ikili kodların piksel değerlerinin yoğunluğunu gösteren ve sık kullanılan bir grafik yöntemidir. Görüntü işleme yöntemlerinde histogramlarla görüntü kalitesi artırılarak ,piksel kaymaları azaltılır ve görüntünün daha belirginleştirilmesi sağlanabilir. Görüntünün netlik kazanması için histogramın daha ayırık ve düzgün bir yapıya gelmesi sağlanmalıdır. Bu işleme histogram eşitleme (histogram equalisation) denir. [6]Histogram eşitleme resimde bir yerde toplanan, düzgün dağılımlı olmayan renk seviye değerlerini dağıtarak renk bozukluğunu gideren bir tür görüntü iyileştirme tekniğidir. Bu işlem

$$S(k) = \sum_{i=0}^k \frac{n_i}{n} * (L - 1), \quad k = 0,1,2,3 \dots, L - 1 \quad (1.1)$$

formülü ile ifade edilir.

$n_i$  = i. seviyedeki piksel sayısı (i. tondan resimde kaç adet var?)

L: istenilen gri seviye sayısı ( 8 bit için 256-1=255 olur)

n = toplam piksel sayısıdır

### 1.3 Filtreler

Görüntü işlemede görüntüler değiştirildikten sonra gelen görüntüdeki istenmeyen veri ve desenleri silme işlemine filtreleme denilir. Bu filtreleme yöntemlerini, gürültüyü azaltanlar, yokedenler, kenar ve köşeleri belirtenler olarak ayırabiliriz. Filtrelerle işlenecek görüntü üzerine çalışılarak değişik efektlerle yeni resim elde edilir. Filtreleme işlemi şu formülle elde edilebilir: Burada h fonksiyonu filtredir.

$$f'(x, y) = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} \sum_{j=-\infty}^{+\infty} h(i, j)xf(x - i, y - j) \quad (1.2)$$

Filtremizi görüntüdeki piksel değerleri ile matrise denk gelenleri çarparak çarpım toplamlarını alırız ve ulaştığımız bu tek değeri filtrenin görüntüdeki merkez pikseli ile yer değiştiririz. Filtre

matrisimizi, resmin ilk satır ve sütuna, son satır ve sütuna uygulamayacak şekilde hareket ettirmemiz gerekir. Şekil 1.4’’te matris üzerinde filtre boyutu gösterilmiştir.



Şekil 1.4 Filtre Boyutu [39]

Yapılan işlemlerde filtredeki katsayılar ve filtrenin boyutu yapılan önemli bir yere sahiptir. Genelde filtrelerin boyutu 3×3 matris şeklinde alınır. Yapılan işlemde filtre boyutu ne kadar büyükse aslında hesaplanması gereken değerde artar ve detaylar kaybolur. Bu yüzden görüntü işlemede büyük boyutlu filtrelerle çalışılmak genelde tercih edilmez.

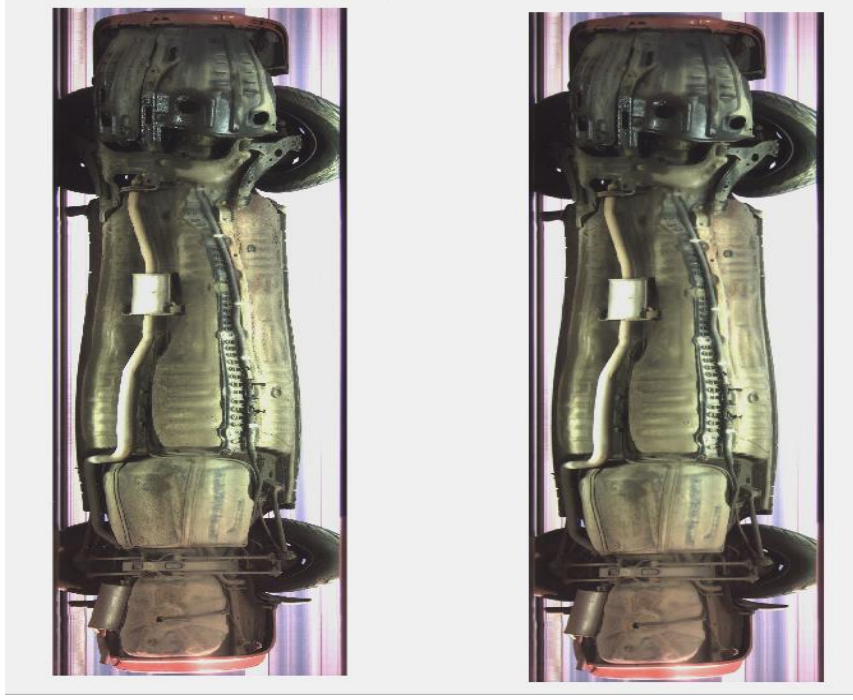
Filtrelerin katsayıları toplamı bizlere görüntü hakkında ipuçları vermektedir. Bulunan katsayılar 1 ise görüntünün parlaklığını dengede tuttuğunu , 0 ise görüntünün parlaklığının azaldığı sonucuna varırız. Katsayılar + ve – değerler bulunduruyorsa (örneğin -5,+5) kenar bilgilerini kuvvetlendirir. Eğer katsayı değerleri + değerlerden (örneğin 3,8,16... gibi ) meydana gelmişse görüntü bulanıklık meydana getirir.[6].

Litaratürde gürültüyü azaltmak ya da yok etmek için gauss, averange (mean), medyan, disk, log transform, fast fourier ,motion, unsharp gibi birçok filtreler kullanılır.

**Gauss:** Gaussian filtresi aslında Ortalama filtrenin Gaussian dağılımını kullanarak biraz daha değiştirilmiş halidir. Gaussian filtrelemeye aynı zamanda bir fourier dönüşümüdür diyebiliriz. Gauss filtre ile sonsuz bir transfer fonksiyonuna karşılık, mekansal alanda , tarama penceresinde filtreleme yapılabilir. Bu da filtrelemenin temel problemini daha kolay çözülmesini mümkün kılar. Gauss filtresinin matematiksel ifadesi şu şekildedir:

$$e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}} = e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} * e^{-\frac{y^2}{2\sigma^2}} \quad (1.3)$$

Gauss filtrenin sistemde uygulama çıktı görüntüsü Şekil 1.5'te verilmektedir.

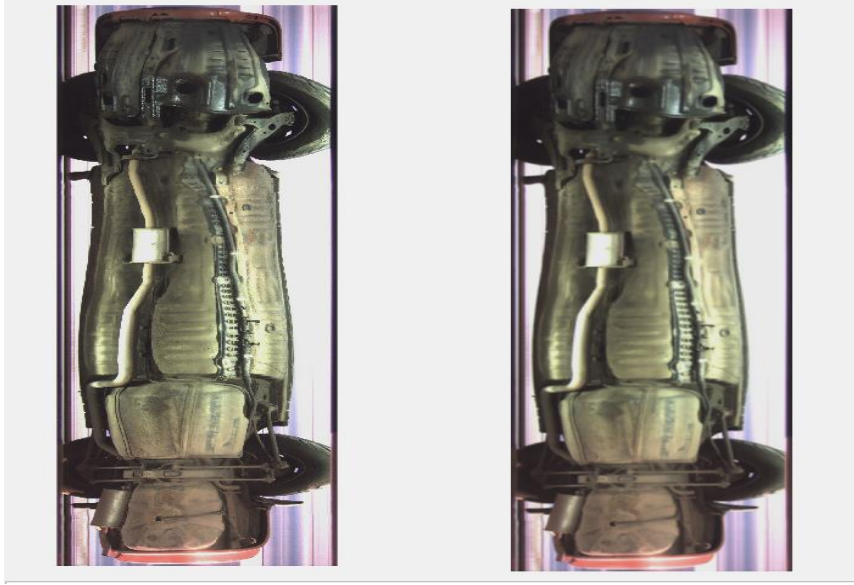


Şekil 1.5 Gauss Filtre Çıktısı

**Average:** Average Filtre ortalama filtre olarak adlandırılan filtredir. Bu filtre alçak geçiren filtrelerden biridir. (Şekil 2.18). Görüntü üzerinde piksellerin gri ton değerlerinin değişmediği bir bölgeye filtre yerleştirildiğinde merkezdeki gri ton değeri aynı kalır. Aynı filtre, gri ton değerlerinde büyük değişiklikler olan bir bölgeye yerleştirildiğinde, merkez pikseline etrafındaki piksellerin gri ton değerlerinin ortalaması atanacağından merkez ile çevre pikseller arasındaki fark azalmış olacaktır. Bu yüzden bu tür filtreler görüntüdeki gürültüleri ortadan kaldırırlar fakat aynı zamanda görüntüyü bulanıklaştırırlar [20].

$$\frac{1}{9} = \begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

Average filtrenin sistemde uygulama çıktı görüntüsü Şekil 1.6'da verilmektedir.



**Şekil 1.6** Average Filtre Çıktısı

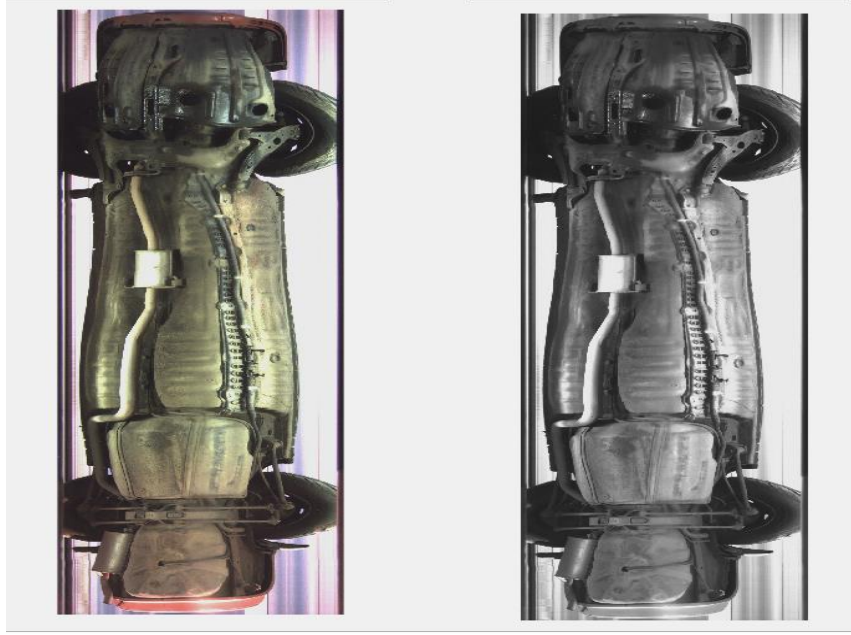
**Medyan:** Medyan filtresi seçimdeki piksellerin parlaklığını harmanlayarak katmandaki gürültüleri azaltan filtredir. Filtrede maske matris benzer parlaklıkta pikseller arar, bitişik piksellerden çok fazla farklılık gösteren pikselleri bulur ve merkez pikselin yerine aranan piksellerin ortalama değerini yerleştirir. Bu filtre taranan görüntüdeki hareket görünümünü veya matrisin taradığı görüntüde oluşabilecek istenmeyen desenleri ortadan kaldırmak veya azaltmak için başarılı bir filtredir. Özellikle tuz biber gürültüsünü ortadan kaldırmada çok başarılı olduğu literatürlerde ispatlanmıştır. Görüntü ve sinyal işleme konularında, gürültüyü ortadan kaldırmak amacıyla sıkça kullanılan yöntemlerden birisidir. Filtrenin hedefi belirli bir pencere aralığındaki sayıların ortancasını alarak aşırı büyük atlamaları kaldırmak ve fark aralığını düşürmektir. Yani filtre uygulandıktan sonra resimde belirgin şekilde diğerlerinden ayrılan pikseller tespit edilerek temizlenmiş olur.

24	28	34	*	*
45	41	58	*	*
38	46	29	*	*
*	*	*	*	*
*	*	*	*	*

24	28	29	34	38	41	45	46	58
----	----	----	----	----	----	----	----	----

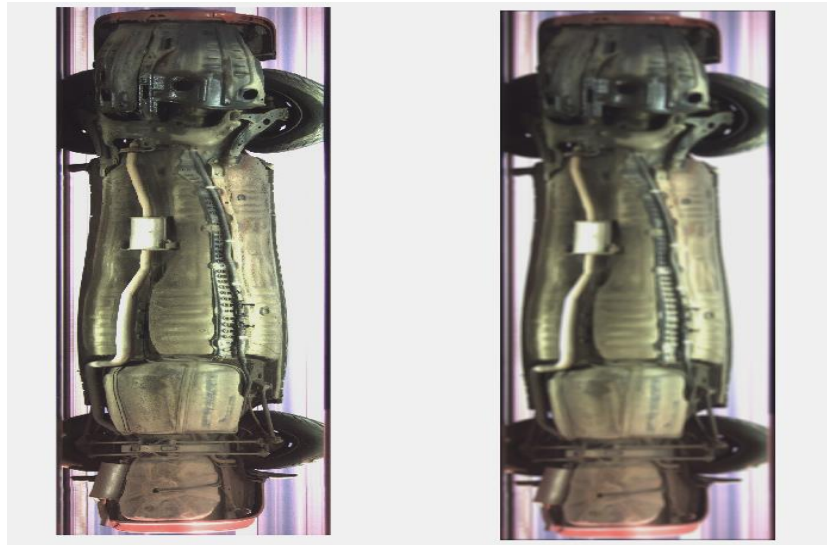
Yeni piksel değeri

Medyan filtrenin sistemde uygulama çıktı görüntüsü Şekil 1.7’de verilmektedir.



Şekil 1.7 Medyan Filtre Çıktısı

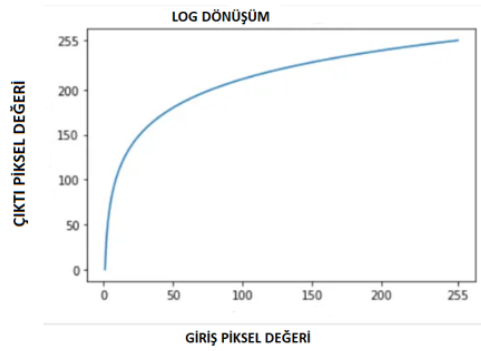
**Disk:** Bu filtre dairesel ortalama alma filtresi (pillbox) olarak da söylenebilir. Disk filtre uygulaması dairesel bir şeklin ortalama hesaplanarak yapılır. Her pikselin değeri, bu pikselin çevresindeki bir daire içinde kalan tüm piksel değerlerinin ortalaması ile değiştirilir. Kenar  $2 * \text{yarıçap} + 1$ 'in kare matrisi içinde dairesel bir ortalama alma filtresi döndürür. Disk filtre Gauss alçak geçiren filtre olarak da tanımlanır. Varsayılan yarıçap genelde 5 tir. Fakat biz çalışmamızda 10 aldık. Matlab kodu : “ `h = fspecial('disk',radius)`” olarak verilir. Çalışmada uygulanan DISK filtre çıktısı Şekil 1.8’de verilmiştir.



Şekil 1.8 Disk Filtre Çıktısı

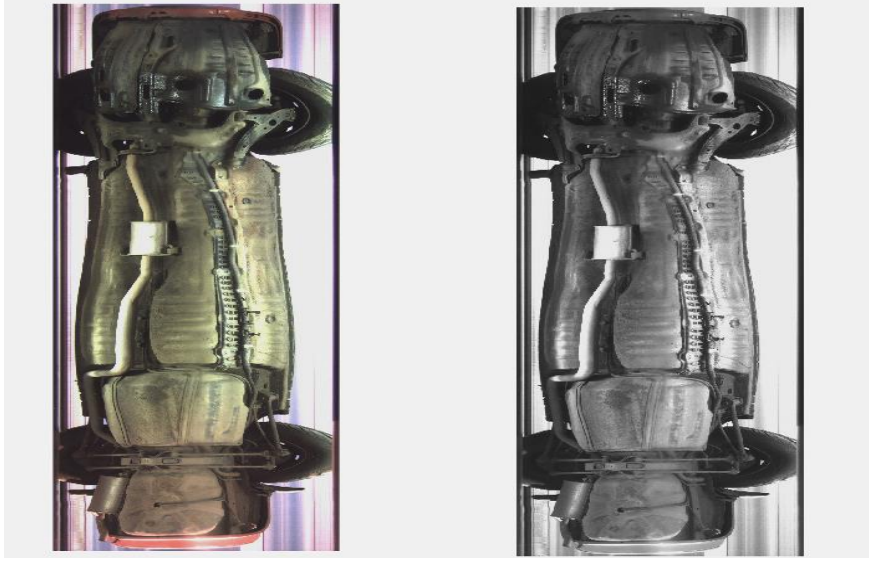


**Log Transform:** Logaritmik dönüşüm her piksel değerini logaritmasıyla değiştirmek anlamına gelir. İki tür dönüşüm içerir. Log dönüşümü ve ters log dönüşümü. Log dönüşümünün formülü  $s = T(r) = c \cdot \log(1+r)$  dir. Burada  $s$  ve  $r$ , çıktının ve girdi görüntüsünün piksel değerleridir ve  $c$  sabit bir ölçüm değeridir.  $c = 255 / (\log(1 + \max\_input\_pixel\_value))$  Burada  $C$ 'nin değeri, kullanılan bit boyutuna karşılık gelen maksimum çıktı değerini alacak şekilde seçilir. Örneğin, 8 bitlik görüntü için, maksimum değeri 255'e eşit alacak şekilde  $c$  seçilir. Girdi görüntüsünün piksel değerlerinin her birine 1 değeri eklenir çünkü görüntüde 0 piksel yoğunluğu varsa,  $\log(0)$  sonsuz demektir. Yani minimum değeri en az 1 yapmak için 1 değeri eklenir. Log dönüşümü sırasında, bir görüntüdeki koyu pikseller, kendi değerlerinden daha yüksek piksel değerlerine kıyasla genişletilir. Daha yüksek piksel değerleri, log dönüşümünde aslında bir şekilde sıkıştırılır. Log dönüşümündeki  $c$  değeri, aradığınız geliştirme türünü işleme göre ayarlar.



**Şekil 1.9** 8 Bitlik Bir Görüntü İçin, Log Dönüşümü

Bu yöntem sonucunda sistemde elde edilen görüntü çıktısı Şekil 1.10'da verilmiştir.



**Şekil 1.10** Log Transform Filtre Çıktısı

**Fast Fourier Dönüşümü(FFT)** : Görüntü işlemede, piksel konumunu temsil etmenin en bilinen yolu görsel etki alanında sütun (x), satır (y) ve z (değer) 'değerleridir. Fakat bazen görüntü işleme kalıpları, uzamsal alanda yavaş hatta verimsiz bir hal alabilir ve sıkıştırma avantajları sunan farklı bir alana dönüşüm gerektirebilir. Aslında yaygın bir dönüşüm, uzaysaldan frekans alanına doğru bir yapıdır. Frekans alanı, gürültüleri gidermek, bir görüntüyü keskinleştirmek, tekrar eden desenleri analiz etmek veya özellikleri çıkarmak için, literatürde kullanılan birçok görüntü filtresinin özünü oluşturur. Frekans alanında piksel konumu, x ve y frekansları ile temsil edilir ve değeri, genlik ile ifade edilir. [36]

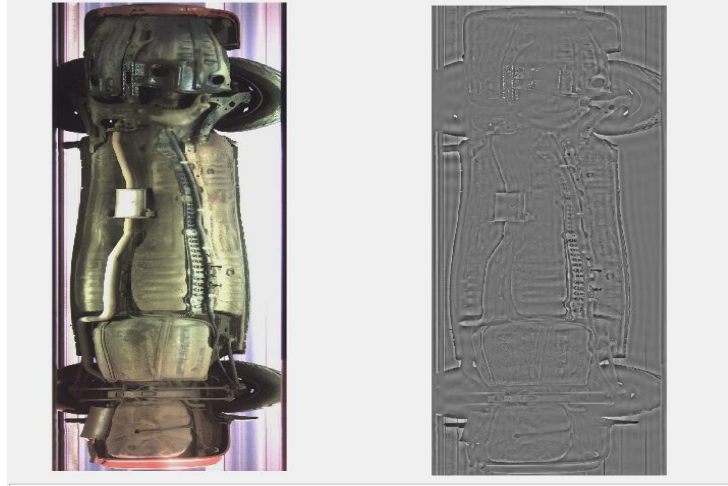
Fourier Dönüşümü, bir sinyalin alanını zamandan frekansa doğru değiştiren matematiksel bir yöntemdir. Özellikle, çok sayıda saf frekanstan oluşan bir sinyalin ayrıştırılması için faydalı bir metottur. Hızlı Fourier Dönüşümü (FFT), bir görüntüyü uzamsal ve frekans alanı arasında dönüştürmek için yaygın olarak kullanılan ve bilinen bir yöntemdir. Matlab uygulama ortamında Fourier dönüşümü için `fft()` fonksiyonu, ters Fourier dönüşümü içinse `iff()` komutu kullanılmaktadır. Fourier dönüşümü temel olarak N tane kompleks  $x(n)$  veri serisini N tane  $X(k)$  serisine aşağıdaki eşitliği kullanarak çevirmektedir.[7]

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)W_N^{kn} \quad , \quad 0 \leq k \leq N-1 \quad (1.4)$$

Burada faz faktörü olarak ifade edilen  $W_N$  aşağıdaki şekilde yazılmaktadır.

$$W_N = e^{-j2\pi/N} \quad (1.5)$$

Eşitlik (1)'den anlaşılacağı üzere her  $k$  değerini hesaplamak için  $N$  tane kompleks çarpma,  $N-1$  tanede kompleks toplama gerekmektedir. Bu yüzden  $N$  tane  $k$  değerini hesaplamak için  $N^2$  tane kompleks çarpma ve  $N^2 - N$  tane kompleks toplama gerekmektedir. Ayrıca hesaplanan sonuçların hafızada tutulabilmesi için  $2N$  tane hafıza bölgesine ihtiyaç vardır. [8] Şekil 1.11'de araç altı görüntüsüne uygulanan Fast Fourier Dönüşümü etkisi görülmektedir.



Şekil 1.11 Fast Fourier Dönüşümü

#### 1.4 Kenar Belirleme Yöntemleri

Görüntü üzerinde kenar tespiti yapmak; o görüntüdeki nesnelere tespit etmek, nesnelere saymak ve görüntünün özelliklerini belirlemek amacıyla kullanılan 2 boyutlu doğrusal filtrelerdir. Kenar belirleme algoritmaları, görüntü üzerindeki piksellerin renk değerlerinin birbirlerinden ayrıştırılmasıyla işlem yapar. Kenar belirleme algoritmalarına Prewitt, sobel, canny, log ve laplacian gibi birçok filtre örnek olarak verilebilir.

**Sobel:** Sobel kenar algılama algoritması verilen herhangi bir görüntüdeki kenarları elde etmeye yarayan, literatürde en çok kullanılan en temel filtrelerden biridir. Bu filtre kullanılarak görüntü içerisinde isteğe yönelik nesnelere algılanması, belirlenmesi sağlanabilir. Sobel algoritmasında iki adet konvolüsyon yani evrişim çekirdek şablonu kullanılır. Bunlardan birisi yatayda tarayarak kenarları bulurken diğeri dikeyde tarayarak kenarları bulmaya yarar. Bu şablonlar görüntü içerisinde ışık yoğunluğunun fazla olduğu yerleri belirlememizi sağlar. Doğru bir metodla, 1-D analize dayanarak 2-D bir görüntünün türevi hesaplanabilir. Sobel işlemi uygulanırken bir görüntüde 2-boyutlu özel bir eğim ölçümü gerektirir. Bu işlem taranan görüntüde her bir noktada eğim genliğini bulmak için kullanılır. Sobel kenar belirleyici ; biri x-

yönündeki eğimi, diğeri y-yönündeki eğimi hesaplamak için 3x3'lük bir konvolüsyon maske çifti kullanır. Konvolüsyon maskesi hesaplamalar için görüntü boyutundan daha küçük seçilir. Maske mantık olarak bir kerede bir pikseli işleyerek görüntüde hareket eder ve görüntüyü tarar böylece x ve y yönünde filtre yapılır.

$$S_x = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \quad S_y = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

Görüntünün üst köşesine yerleştirilen maske, merkezine denk gelen pikselin değerini değiştirerek bir adım atlar ve sonraki piksele geçer. Aşağıdaki örnek görüntüde, maskenin merkezi değiştirilecek pikselin etrafına gelecek şekilde yerleştirilir. Satır, sütun değerlerini ifade eden (i, j) değerlerinin değiştirilmesi ile maske hareket ettirilir. 3x3'lük maske ile ilk ve son satır ve ilk ve son sütundaki piksellerin işlenemeyeceği şekilden görülmektedir. Eğer maske ilk satırdaki piksele yerleştirilseydi, tabii olarak bu görüntü sınırlarının dışına taşacaktı. Bu durumu çözmek için görüntüye birer satır ve sütun eklenebilir.

$$b_{22} = (a_{11} * m_{11}) + (a_{12} * m_{12}) + (a_{13} * m_{13}) + (a_{21} * m_{21}) + (a_{22} * m_{22}) + (a_{23} * m_{23}) + (a_{31} * m_{31}) + (a_{32} * m_{32}) + (a_{33} * m_{33}) \quad (1.6)$$

G<sub>x</sub> maskesi yatay yöndeki kenarları, G<sub>y</sub> maskesi dikey yöndeki kenarları vurgular.

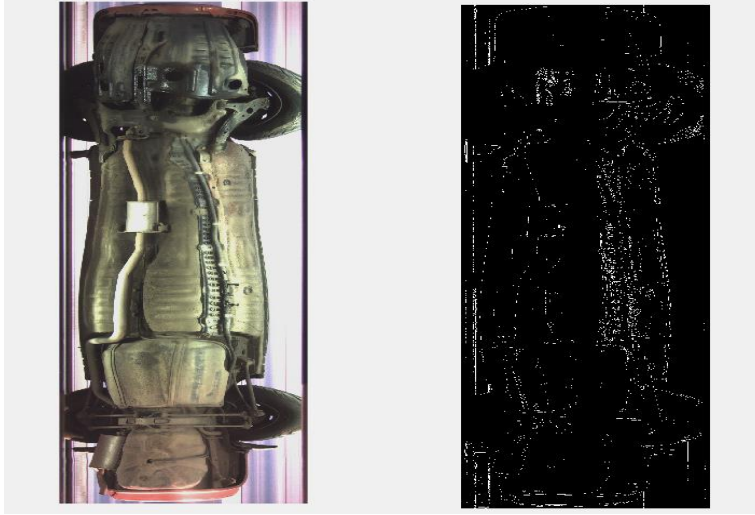
Bunların toplanması ile her iki yöndeki kenarlar tespit edilir.

x <sub>11</sub>	x <sub>11</sub>	x <sub>13</sub>	--	x <sub>1n</sub>
x <sub>21</sub>	x <sub>12</sub>	x <sub>23</sub>	--	x <sub>2n</sub>
x <sub>31</sub>	x <sub>32</sub>	x <sub>33</sub>	--	x <sub>3n</sub>
--	--	--	--	--
--	--	--	--	--

m <sub>11</sub>	m <sub>12</sub>	m <sub>13</sub>
m <sub>21</sub>	m <sub>22</sub>	m <sub>23</sub>
m <sub>31</sub>	m <sub>32</sub>	m <sub>33</sub>

y <sub>12</sub>	y <sub>12</sub>	y <sub>13</sub>	--	y <sub>1n</sub>
y <sub>21</sub>	y <sub>22</sub>	y <sub>23</sub>	--	y <sub>2n</sub>
y <sub>31</sub>	y <sub>31</sub>	y <sub>33</sub>	--	y <sub>3n</sub>
--	--	--	--	--
--	--	--	--	--

Sobel kenar bulma filtre uygulama çıktı görüntüsü Şekil 1.12'de verilmektedir.



Şekil 1.12 Sobel Kenar Belirleme Filtre Çıktısı

**Laplacian:** Görüntü işlemede sınır belirleme ve netleştirme amacıyla farklı yönlerdeki kenarlara aynı tepkiyi veren Laplace yöntemi kullanılmaktadır .Bu yöntem ikinci türev operatörü olan bir metottur. [9].

$f(x,y)$  fonksiyonu şeklindeki bir görüntüye Laplace uygulandığında;

$$\Delta^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \quad (1.7)$$

ifadesi, x ve y yönleri için ayrı ayrı hesaplandığında, aşağıdaki eşitlikler elde edilir.

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = f(x + 1, y) + f(x - 1, y) - 2f(x, y) \quad (1.8)$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = f(x, y + 1) + f(x, y - 1) - 2f(x, y) \quad (1.9)$$

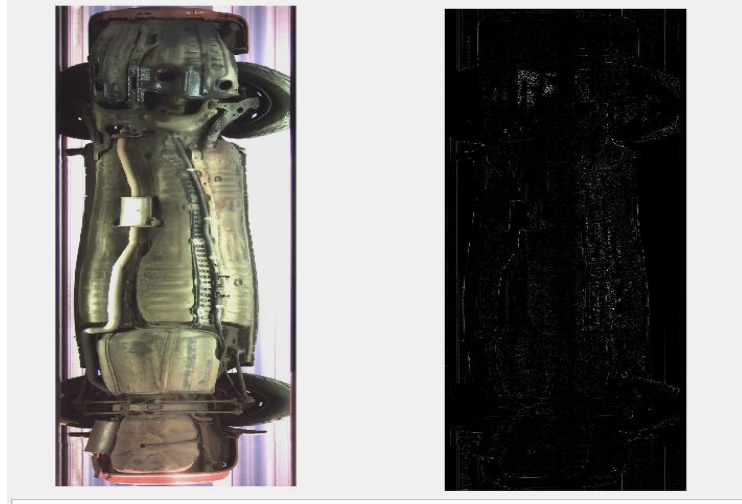
İlk eşitlikte gösterilen ifadenin açık halini tekrar ele etmek üzere yukarıdaki eşitlikler toplanarak elde edilen eşitlik 1.10 daki gibidir.

$$\Delta^2 f = [f(x + 1, y) + f(x - 1, y) + f(x, y - 1)] - 4f(x, y) \quad (1.10)$$

Laplace filtresinin matrisleri;

$$\begin{matrix} 0 & 1 & 0 \\ L=1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{matrix} \quad \begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ L=1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix} \text{ kullanılır.}$$

Laplace kenar bulma filtresinin sistemde uygulama çıktı görüntüsü Şekil 1.13'te verilmektedir.



Şekil 1.13 Laplace Kenar Belirleme Filtre Çıktısı

**Prewitt:** Prewitt birinci derece türevlerine eşit olan  $G_x$  ve  $G_y$  maskelerini kullanarak görüntüyü filtreleyen bir kenar belirleme yöntemidir. Diğer filtrelere göre görüntü üzerinde filtreleme işlemini daha kısa sürede tamamlayan bir filtredir. Ama sobele göre daha gürültülü sonuçlar verebilir.[10].

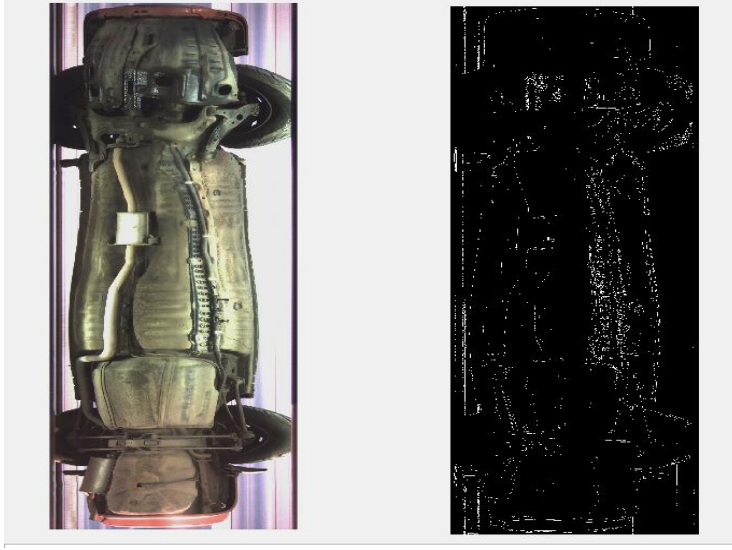
-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

$G_x$  Maske

-1	0	1
0	0	0
-1	0	1

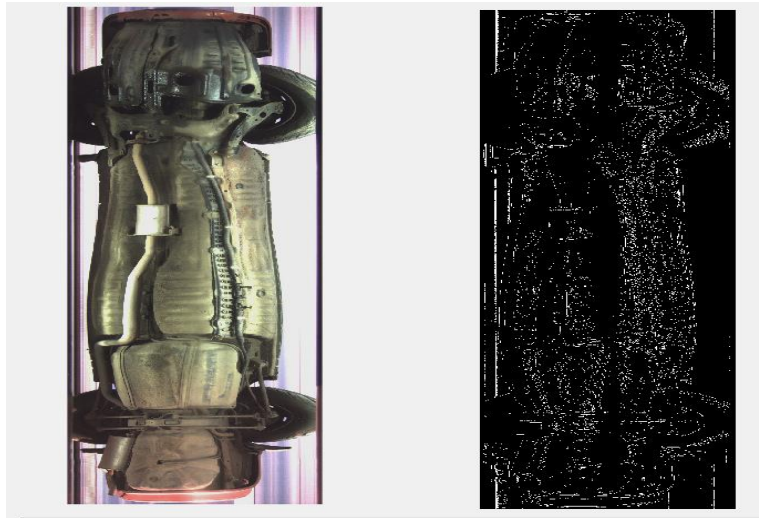
$G_y$  Maske

Prewitt kenar bulma filtresinin sistemdeki uygulama çıktı görüntüsü Şekil 1.14'de verilmektedir.



Şekil 1.14 Prewitt Kenar Belirleme Filtre Çıktısı

**Log:** Laplacian of Gauss olarak bilinen bu filtre Laplace operatörünün ikinci türevine göre çalışır ve ayrıca yönden bağımsız bir filtredir. Laplace işlecine dayalı yöntemler gürültüler için hassas olduğu için kenar belirleme işlemi gerçekleşmeden önce filtre ile temizlenmesi iyi sonuçlar alınmasını sağlar. Bu amaçla bu noktada Gauss filtresi kullanılırsa LoG (Laplacian of Gauss) kenar belirleme operatörü elde edilmiş olur. Bu yöntem kullanılarak, Gauss filtresi  $g(x,y)$  ile görüntü  $f(x,y)$  katlanarak yumuşatılmış olur. Böylece gürültülü noktalar ve istenmeyen desenler izole edilmiş olur ama yumuşatma ile birlikte kenarlarda yayılma gözlemlenir. Görüntüyü iyileştirmek için gauss filtresi, ikinci türev elde etme bölümünde de kullanılır. Böylece gürültülü noktalar ve desenler izole edilir. Log filtresinin uygulama çıktı görüntüsü şekilde verilmektedir.



Şekil 1.15 Log Kenar Belirleme Filtre Çıktısı

**Canny:** Canny kenar belirleme yöntemi çok adımlı bir olan bir işlemdir. İlk önce görüntü bir Gauss filtre ile yumuşatılır daha sonra yumuşatılmış görüntüye bölgelerini belirlemek üzere iki boyutlu basit bir türev operatörü uygulanır. Böylece eğim yoğunluklu görüntüde kenarlar da belirginleştirilmiş olur. Ardından tepe noktalar takip edilerek tepe olmayan bütün noktalar 0 yapılır. Böylece çıkış görüntüde ince bir çizgi verilmiş olur.[11] Bu yöntemde kullanılan 2x2'lik maskeleme, x ve y eksen bileşenleri aşağıdaki gibi belirtilebilir.

1	-1
0	-a

x eksen maskesi

1	0
-1	-a

y eksen maskesi

Bir I görüntüsü üzerindeki I(x,y) pikseli için yapılan Canny kenar tespit maskeleme işlemine ait gradyan değer çiftinin hesaplanması 1.11 de verilen denklemlerdeki gibi olmaktadır:

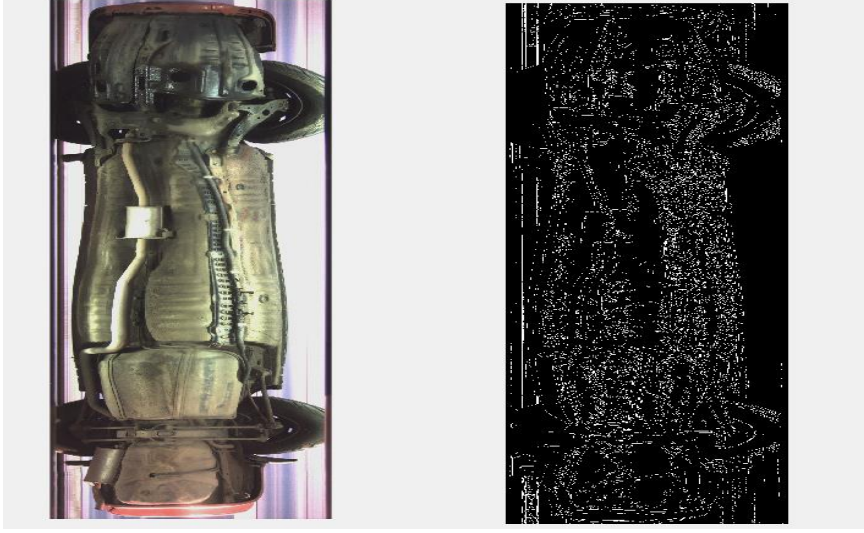
$$D_x = I(x, y) - I(x + 1, y) - aI(x + 1, y + 1) \quad (1.11)$$

$$D_y = I(x, y) - I(x, y + 1) - aI(x + 1, y + 1)$$

Buradaki a değeri sıfır veya sıfırdan farklı değer olabilir. Literatürde Canny kenar tespit yönteminde genelde a için yaklaşık "0,707 (1/√2)" değeri tercih edilmektedir.[12]

Şekilde canny kenar bulma algoritmasının araç altı görüntüsüne uygulanmış çıktısı verilmektedir.





**Şekil 1.16** Canny Kenar Belirleme Filtre Çıktısı

## 2. KAMERA SİSTEMLERİ

Kamera kelime olarak alıcı demektir. Kamera sistemi görüntüden yansıyan ışığı kaydeden, ileten ve ekrana yansıtan elektronik bir sistemdir.

Kamera sistemi görüntüden yansıyan ışığı, mercek veya objektiften faydalanarak bir düzlemde toplayan ve topladığı düzleme yerleştirilen film yada ışığa duyarlı olan elektronik devre elemanları ile ışık enerjisini, elektrik enerjisine çevirip bir çıkış sinyali veren ve hatta manyetik banda kaydeden cihaza kamera denir .[13]

CCTV ise bu kameralar ile yakaladığımız görüntü dizininin bir konuma ileildiği sistemdir. CCTV nin açılımı “Kapalı Devre Televizyon” dur. CCTV nin televizyondan farkı, yayın yapmak yerine belli bir alandaki görüntüyü izleme sistemidir ve sisteme dışarıdan erişim yoktur. Çünkü sinyaller erişime kapalıdır. Günümüzde CCTV, genellikle güvenlik kamera sistemlerinde kullanılıyor.[14]

Gelişmiş bir CCTV sisteminde kamera ve monitörün yanı sıra lens, kayıt cihazı (DVR, NVR vb.) switch gibi eklentilerde olabilir. Kameraya entegre edilecek bir mikrofon ile ses kaydı da yine sağlanabilir. [15]

CCTV sistemlerinde ışığın yeterli düzeyde olması, kamera sisteminin amacına göre iyi bir kamera lens uyumu yakalanması, monitöründe iyi seçilmesi gerekir.

### 2.1 Lens Çeşitleri

Görüntü sistemine uygun kamera ve lens seçiminde bazı noktaların dikkate alınması gerekir. Görüntü sistemi; uygulamanın amacı, kamera hassasiyeti, ortamda bulunan ışık miktarı, kameranın bulunacağı ortam, görüş alanı, netlik, lens diyafram açıklığı, odak noktası maliyet gibi parametreler dikkate alınarak hazırlanmalıdır.

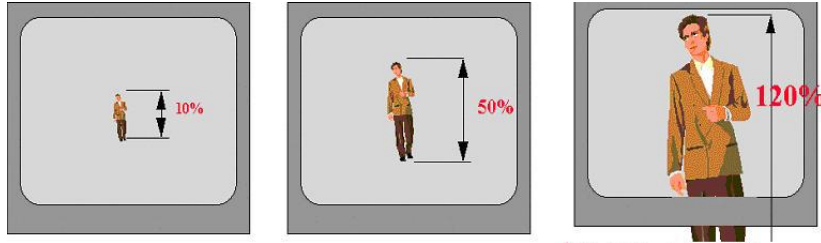
Lensler bir CCTV sistemin tasarımında önemli bir rol oynamaktadır. Lenslerin temel amacı bir alandan yansıyan ışığı toplamak ve kameranın görüntüleyici ünitesinde net, berrak bir görüntü odaklamaktır. Lensler yakalanan görüş alanını elektronik sinyale çeviren donanım birimleridir. Lensler çevirdikleri sinyali de ekrana yansıtır. Genellikle, bir lensten geçen ışık ne kadar fazla olursa resim kalitesi de o kadar yüksek olur. [13]

Bir kamerayla görüntülenmek istenilen alan ve görüş mesafesi kullanılan lense bağlıdır. Görüntülenmek istenilen alan hem yakın hem geniş olmaz. Bu noktada lenslerde görüş alanının

önemi devreye girer. Görüş alanı lens in oluşturduğu resim boyutu, kamera düzeneğinin boyutu ve nesneye olan mesafenin bileşiminden oluşur. [13]

Eğer, görüş alanı istediğimiz gibi değilse görüş alanını artırmak ve azaltmak için farklı bir lens türü kullanmanız gerekebilir. İstenilen bir görüş alanı meydana getirmek için birtakım hesaplamalar gerekir. Görüntüleyici boyutu, lens mesafe ayarı gibi. Bu hesaplamalardan oluşturulan tablolardan yararlanılabilir.

Aşağıda verilen Şekil 2.1’ de görüş alanı ve lens seçiminin önemi vurgulanmak istenmiştir. Şekli incelediğimizde ilk resimde uzaktaki kişinin tam olarak tanınmadığı, sadece bir silüet görünür. İkinci resimde ise gelen kişinin tanımlanabildiği ancak yüzünün belirlenemediği görülüyor. Son resimde ise kişinin tam olarak tanınabildiği görülüyor.



Şekil 2.1 Lens Seçimi Ve Görüş Alanı [11]

## 2.2 Görüntü Elde Etme Teknikleri

Çok yönlü (omni directional) görüntüler elde etmek için kullanılan farklı teknikler vardır. [16] Bunlar;

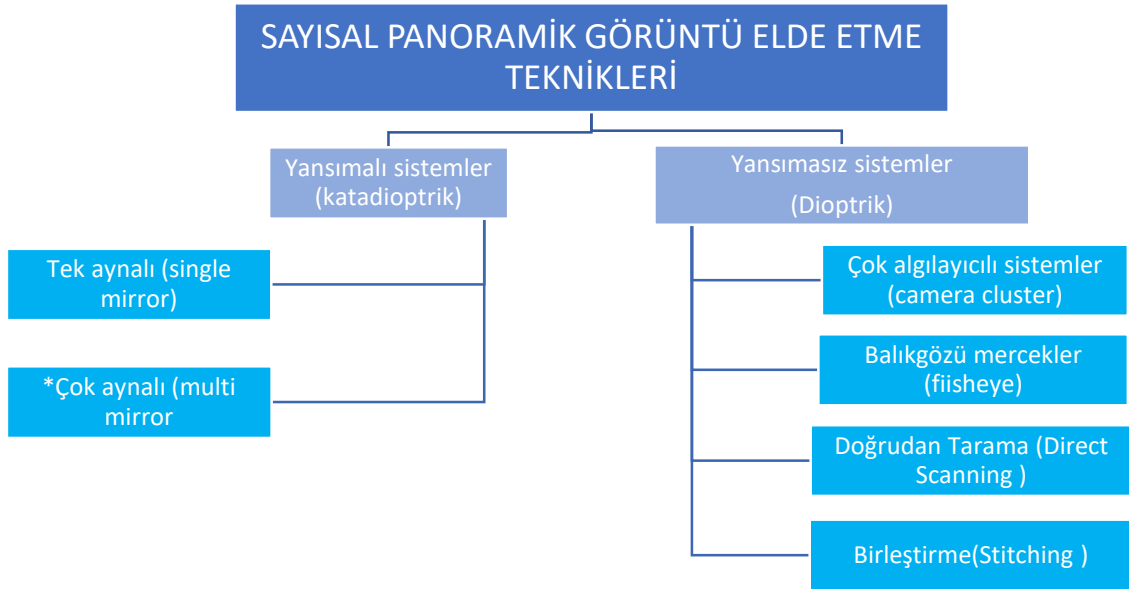
- Özel mercekli(lens) kamera kullanımı,
- Çoklu standart kamera kullanımı (bileşik kameralar),
- Bir ayna ile birlikte geleneksel kamera kullanımı,
- Yansımali (katadioptrik) algılayıcı tekniğidir.

Şekil 2.2’ de Yansımali ve yansısız kamera çeşitlerine örnek verilmiştir.



Şekil 2.2 Yansımali Ve Yansısız Kameralar

**Panoramik görüntüler:** “Panorama” Yunanca iki kelimenin birleştirilmesi ile oluşan bir kelimedir. “pan” bütün, “horama” görüş anlamında olan bir kelimedir. Teknolojideki gelişmeler, geniş görüş açısı elde edebilmek için kameralar ile birlikte özel aynaların ya da özel merceklerin (balıkgözü gibi) kullanıldığı yeni modern yöntemler sunmaktadır. Tek bir görüntü ile bize geniş ölçüde bilgi vermesi, bu bilginin işlenebilirliğinin olması, üretimi kolaylaştırması ve sürecini hızlandırması bu sistemleri seçilir duruma getirmektedir. Şekil 2.3’te günümüzde kullanılan panoramik görüntü elde etme teknikleri verilmiştir. [17]



Şekil 2.3 Panoramik görüntü elde etme teknikleri

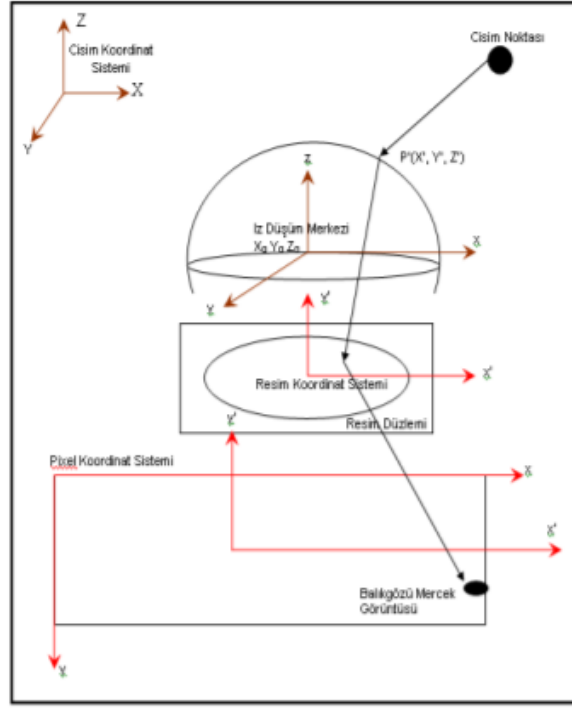
**Yansımali (Katadioptrik) sistemler:** Kamera merceği ve aynalardan oluşan görüntüleme sistemleri için yansımali terimi kullanılmaktadır. Işını yansıtıkları için yansımali denilmiştir. Dolayısıyla yansımali sistem, yansıtıcı-kıran bir optik sistem olarak tanımlanabilir. Yansımali sistemler tek merkezli ve çok merkezli olarak iki ana sınıfa ayrılabilirler. Tek merkezli yansımali sistemden anlatılmak istenen; ışık ışınlarının ayna üzerinde bir noktayı hedef almasındandır [14].

**Yansımaz (Dioptrik) sistemler:** Yansımaz sistemler ışını kıran elemanlar için kullanılır. Proje de yansımaz sistemlerden balıkgözü mercekler tercih edilmiştir.

### **1-Balıkgözü Mercekler (Fisheye-Lens)**

Balıkgözü mercekler; görüş açısı 100 derecenin üzerindeki geniş açılı objektiflere verilen genel bir isimdir. Bu sistemde tek balıkgözü mercek görüntüsü manzaranın büyük bir parçasını temsil etmektedir[18]. Balıkgözü mercekler; aslında perspektif olmayan merceklerdir ve bu merceklerde görüntü çözünürlüğü sabit değildir, ayrıca bu sistemlerde aydınlatma homojen bir yapıda dağılmaz. Balıkgözü mercekler tek bir kamera ile tek bir noktadan bir anda geniş görüş açılı görüntüler sağlarlar. Balıkgözü optikler CCD (Charge Couple Device) ya da CMOS kameraların üzerine okta maliyet olmadan yerleştirilebilirler. Harici ayna ya da dönme aygıtı da gerektirmezler. Bu yüzden bu optikler küçük boyutlardadır ve herhangi bir bakım gerektirmezler [19]. Alan tarayan kameralar genellikle merkezi izdüşüm geometrisi kullanılarak tanımlanırlar ama bu balıkgözü mercekler için kullanılamaz. Balıkgözü mercekler aşırı küçük odak uzaklıklı ve 180 dereceye yakın ya da daha fazla görüş alanına sahip merceklerdir. 180 derece görüş açısına sahip olan balıkgözü mercekler ile alınan görüntülerde küresel görüntüler olarak bilinirler. Balıkgözü mercekler geniş görüş alanı yüzünden, başlangıçta çok sayıda fotogrametrik olmayan uygulamaya açılmıştır. Halka açık binaların ya da toplu ulaşım araçlarının gzetlenmesinde, i meknların ya da caddelerin genel görüntülerinin elde edilmesi gibi birçok güvenlik gerektiren alanda kullanılmaktadır. Balıkgözü görüntüler sıklıkla gördüğümüz görüntülerdir. Bu görüntüler oluşurken 360 derece görüntü elde edebilmek için silindirik bir yüzey üzerine iz dşrlrler. “Gerçek panoramik kameralar” ile karşılaştırıldığında, balıkgözü mercekler düşük fiyata sahiptirler çünkü geleneksel çizgi dizi kameralarla birleştirilebilirler. Dezavantajları ise düşük çözünürlüğe sahip olmalarıdır. Bunun sebebi ise; genellikle düşük görüntüleme kalitesini ve sınırlı bir alan içerisine geniş görüş açısına sahip görüntülerin alınmasıdır [18].

Günümüzde genellikle güvenlik denetlemeleri ve izleme alanlarında panoramik görüntü sistemlerinin kullanımı yaygınlaşmaktadır. Panoramik görüntü sistemlerinden en çok kullanılan balık gözü mercekler, özellikle nesnelerin konum, şekil ve büyüklük bakımından incelenmesi için kullanılan fotogrametrik ölçümlerde, iç ve dış mekan tasarımlarında, üç boyutlu modellemelerde yerini almaya başlamıştır. Bu sistemlerden küresel bir görüntü elde edebilmek için en az iki görüntüye ihtiyaç vardır. Balıkgözü mercekler hareketli objeleride yakalar fakat görüntü kalitesi elde edilen panoramik görüntüye göre düşük olur. [20].



Şekil 2.4 Balıkgözü görüntü algılayıcıda iz düşüm modeli [34]

## 2.3 Görüntü Bozulmaları ve Kalibrasyon

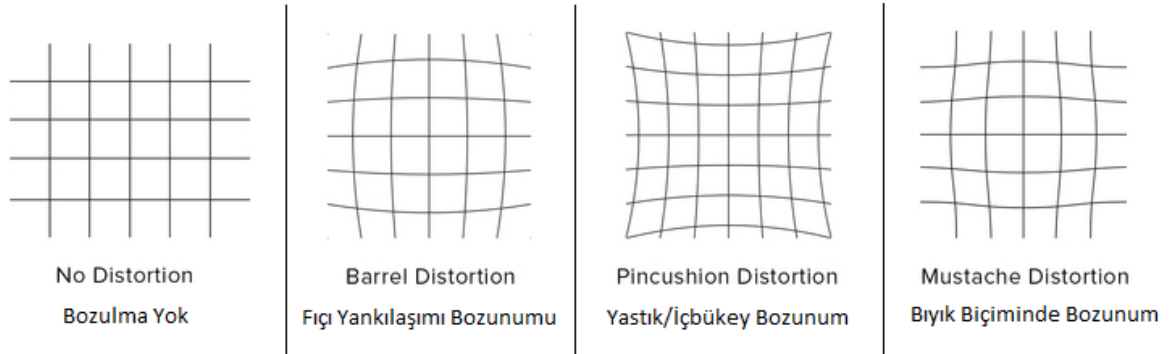
### 2.3.1 Distorsiyon

Distorsiyon; fotoğraf makinesi objektiflerinde, katot tüplü ekranlarda ve optik elemanlar içeren görüntüleme sistemlerinde, sistem elemanlarının fiziksel hatalarından ve yetersizliklerinden kaynaklanan görüntü bozulmalarıdır.

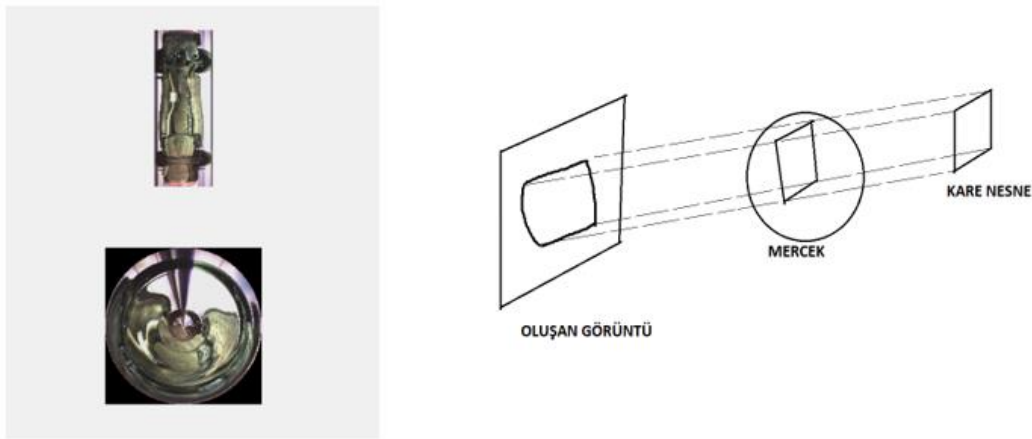
Görüntü bozukluklarının ortamdaki ışık miktarına, kullanılan kameranın donanımına, açıya, kamerada kullanılan lense bağlı olarak değişen birçok türü vardır. En çok görülen bozulmalar ise radyal olarak adlandırılan açısal bozulmalardır.

Açısal bozulmalar genellikle kamera lensi, kamera kalitesi, kameranın yerleştirildiği yer gibi dış etkenlere bağlı olarak üç başlık altında incelenen bozulmalardır ; [37]

- Fıçı Yaklaşımı Varil Bozunumu olarak adlandırılan Barrel Distortion
- Yastık/İçbükey Bozunumu olarak adlandırılan Pincushion Distortion
- Bıyık Biçiminde Bozunum olarak adlandırılan Mustache Distortion



**Fıçı Bozunumu(Barrel Distortion):** En çok balıkgözü lenslerde rastlanan bu bozunum fıçı yaklaşımı veya da varil bozunumu olarak adlandırılır. Bu kameralarda bulunan lens oval şeklindedir ve şeklinden dolayı merceğe gelen ışınlar Şekil 2.5 de verilen düzenekte görüldüğü gibi nesneye çarptıktan sonra kenarlarından kırılırlar ve nesnelere merkeze doğru yaklaşırken büyürken kenarlarından daralmaya başlarlar. [21]

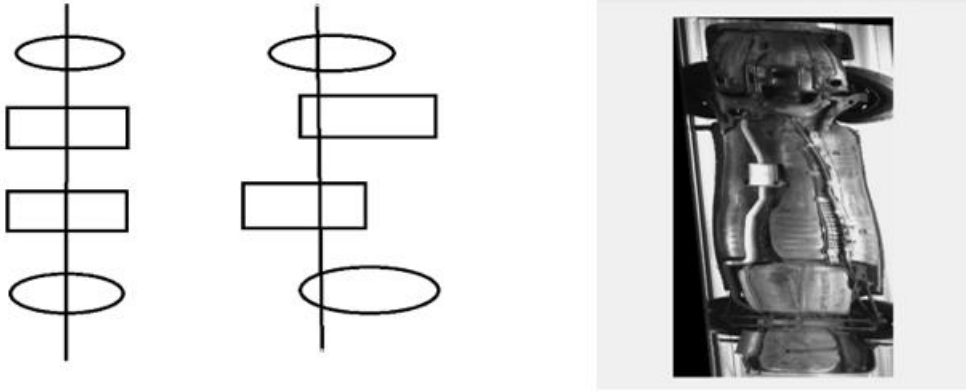


Şekil 2.5 Barel distorsiyon mercek görüntüsü

**İç Bükey Bozunum(Pincushion Distortion):** Merkezden kenarlara doğru çizgiler eğilerek yastık gibi oluyor iç bükey şeklini alıyorsa bu bozulma iç bükey bozunum olarak adlandırılır. Aldığı şekilden dolayı da yastık bozunum olarak denilir.

**Bıyık Şeklinde Bozunum(Mustache Distortion):** Bu bozunumda bozulma çizgileri sanki bir gidon bıyık gibi merkezden köşelere doğru eğildiği için bıyık şeklinde bozunum denmiştir. Genellikle görüntüler üzerinde çok fark edilmeyen bir bozunumdur fakat olduğu takdirde lens değişimi ile problem çözülebilmektedir.

**Teğetsel Bozunum;** Tanjant bozunum olarak da bilinen bu bozunumda fotoğraf makinelerinde bulunan çoklu mercek sistemindeki merceklerin aynı eksen üzerinde olmaması neden olmaktadır. Aslında buna üretim esnasında özellikle dikkat edilmelidir. Aksi durumda aynı doğrultuda olmayacağı için merceklerde sapmaların etkisiyle bozunum meydana gelecektir. Elde edilen görüntüde geometrik yer değiştirmeye sebep olan teğetsel bozunum olacağı Şekil 2.6'da gösterilmiştir.[22]



Şekil 2.6 Teğetsel Distorsiyon

### 2.3.2 Kalibrasyon

Kalibrasyon, bozulan görüntünün düzeltilmesi için kullanılan kameradan elde edilen verilerle, yani bozuk görüntü kaynağı olan kameradan elde edilen verilerle, görüntü bozukluğunun giderilmesi işlemidir. Diğer bir tanım; kamera donanımı, kamera açısı, mevsim şartları, günün farklı zaman dilimlerinin neden olduğu ışık yoğunluğu gibi dış faktörler nedeniyle bozulmuş olan görüntünün matematiksel işlemler ile düzeltilerek görüntü işlemeye hazır duruma getirilmesi işlemidir. [23] Burada kullanılan kameradan elde edilen verilerden kamera matrisleri ve düzeltme faktörleri elde edilir. Daha sonra bu verilerle görüntüler düzeltilebilir.

Kalibre edilmemiş görüntü ile gerçekleştirilen görüntü işleme ve görüntü analiz çalışmalarında hata payı artmakta ve yanlış, eksik sonuçlar elde edilmektedir.



### 3. ÖZNETELİK ÇIKARMA VE SINIFLANDIRMA

#### 3.1 Öznitelik Çıkarımı

Görüntü işleme yöntemlerinin temelinde yer alan öznitelik tespiti bu alanda önemli bir yer kaplar. Temel anlamda öznitelikler insanların da görüp ayırt edebileceği köşeler, kenarlar, çizgiler, eğriler, nesnelere gibi görüntüdeki bir bölgeyi diğer görüntülerdeki bölgelerden ayıran farklı, ilgi çeken kısımlardır. [24] Örneğin görüntülerdeki bir derginin ismi, bir yolun kenar çizgileri, bir balkonun demirleri gibi hem insanlar için hem de bilgisayarlar için anlamlandırılabilir veri kaynaklarını oluşturmaktadır. Bunun gibi öznitelikleri elde etmek için türev tabanlı köşe tespit yöntemleri ve görüntüde kendisini çevreleyen bölgelere kıyasla renk, karşıtlık, netlik, cisim gibi özelliklerde farklılık gösteren kısımları tespit etmek için kabarcık tespit yöntemleri mevcuttur. Kabarcık tipindeki öznitelikleri tespit etmek için genelde evrişim tabanlı algoritmalar kullanılmaktadır. [25]

Özniteliklerin tekrar edilebilirliği yani aynı görüntünün farklı açılardan, ışık koşullarından, gece veya gündüz alınmasından, görüntülerdeki özniteliklerinin aynı olması ve hızlı tespit edilebilmesi algoritmalar açısından önemli bir başarı noktasıdır. Özniteliklerin tespit edilmesi için literatürde en çok kullanılan kabarcık tespit yöntemlerinden ikisi SIFT (Scale Invariant Feature Transform)[26] ve SURF (Speed Up Robust Features) algoritmalarıdır.[26] SURF algoritmasının SIFT algoritmasının daha hızlandırılmış bir yaklaşımı olduğu bilinmektedir. Bu nedenle bu çalışmada değişim tespiti için iki ayrı görüntü alınmış ve bu iki görüntü üzerinde öz nitelik çıkarmada SURF algoritması denenmiştir.

#### 3.2 SURF Algoritması

SURF kelime anlamı “Hızlandırılmış Güçlü Öznitelikler” anlamına gelmektedir. SURF görüntü işlemede kullanılan hızlı ve sağlam nokta detektörüdür diyebiliriz. SURF algoritması dönüklük, ölçek ve gürültüye karşı değişmeyen yerel özellik noktalarını; hızlı, doğru, sağlam bir şekilde elde eden bir algoritmadır. SURF algoritması ile her bir resimdeki özellik noktaları bulduktan sonra eşlenik noktalar en yakın komşuluk yöntemi ile elde edilir.[27]

SURF algoritması, ölçekleme ve rotasyondan bağımsız bir algoritmadır. Bu yüzden değişik bakış açılara, farklı ışınal açılara, farklı zaman dilimlerine karşı dirençli olmasından dolayı nesneyi algılamada doğruluk oranı oldukça yüksek ve performanslıdır.

SIFT algoritması ölçekten bağımsız çalışan bir algoritmadır fakat yavaştır.[28] Bu nedenle SIFT’in dönmeden etkilenmemesi ve ölçekten bağımsız olma gibi özelliklerine sahip ve aynı

zamanda hızlı çalışan bir algoritmaya olan ihtiyaç “Hızlandırılmış Güçlü Öznitelikler” (SURF) algoritmasının geliştirilmesini sağlamıştır. SURF algoritması SIFT’in hızlandırılmış versiyonudur diyebiliriz. [29]

SURF algoritmasında nesne tanımlama temelde üç aşamadan oluşur;

- Özellik çıkarma,
- Özellik açıklaması,
- Özellik eşleştirme.

**Özellik çıkarma:** Bu adımda farklı noktalar otomatik olarak tespit edilir ve benzer özellikler bakış açısına göre çıkarılır.

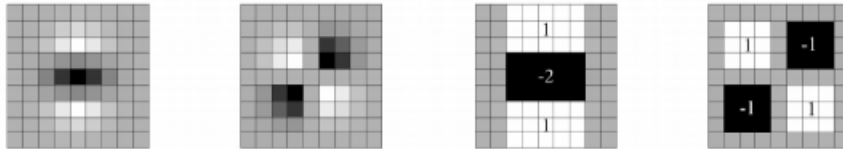
**Özellik açıklaması:** Her ilgi noktası, özellik rotasyonuna bağlı kalmadan farklı bir açıklamadan meydana gelir.

**Özellik eşleştirme:** Alınan görüntü, orijinal nesneyi belirlemek için eşleştirilir.[35]

Bu yöntemde ilgi noktası tespiti Hessian matrisi tabanlıdır. Herhangi bir görüntüde verilen  $\mathbf{x} = (x, y)$  noktası için  $\sigma$  ölçeğinde Hessian matrisi 3.1 denkleminde verilmiştir.

$$H(x, \sigma) = \begin{bmatrix} L_{xx}(x, \sigma) & L_{xy}(x, \sigma) \\ L_{xy}(x, \sigma) & L_{yy}(x, \sigma) \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

Eşitlikte  $L_{xx}(x, \sigma)$ , X noktasındaki görüntü ile Gaussian ikinci dereceden türevinin (LoG) konvolüsyonunu ifade etmektedir. Şekil 3.1’de gösterilmektedir.



**Şekil 3.1** Kesiklileştirilmiş ve kırılmış gauss ikinci derece kısmi türevleri  $L_{yy}$ ,  $L_{xy}$  [29]

Elde edilen Hessian matrisinin determinanı denklemler 3.2 deki gibi hesaplanmaktadır. Burada filtre çıktıların göreceli ağırlık katsayısı  $w$  Hessian determinantını dengelemek için kullanılır. Bu değer Bay tarafından 0,9 olarak önerilmektedir.

$$\det(H_{yaklaşık}) = D_{xx}D_{yy} - (wD_{xy})^2 \quad (3.2)$$

Verilen eşitlikte  $D_{xx}$ ,  $D_{yy}$  ve  $D_{xy}$  kutu filtre kullanılarak yaklaşık değerleri hesaplanan  $L_{xx}$ ,  $L_{yy}$  ve  $L_{xy}$  Hessian matris elemanlarını ifade etmektedir.

Algoritmada görüntü üzerinde bulunan ilgi noktalarının üzerinde  $3 \times 3 \times 3$  komşuluğunda eliminasyon tekniği uygulanmaktadır. Daha sonra Hessian matrisinin determinantının azami noktasında ölçek ve görüntü uzayında doğrusal interpolasyon tekniği uygulanmaktadır. SURF algoritmasının akış diyagramı EK2 de verilmiştir.

### 3.3 Sınıflandırma

Sınıflandırma, bir görüntüdeki her bir piksel değerinin ait olduğu özellik grubunu belirleme işlemidir. Eldeki veri gruplarından, o verilerin geldiği nesnelere ya da sınıfların bulunması işlemidir. Sınıflandırma yeni gelen veri hakkında tahminleme yapılabilmesine imkan verir. Amaç veri kümesi üzerinde tanımlı olan sınıflar arasında bu veriyi dağıtabilmektir. [30] Sınıflandırma iyileştirilmiş görüntülerin kalite analizlerinin nicel olarak yapılması amacıyla yapılmaktadır. Literatürde Ortalama Karese Hata (Mean Squared Error, MSE), Ortalama Karese Hatanın Karekökü (Root Mean Squared Error, RMSE), Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error, MAE), Pik Sinyal Gürültü Oranı (Peak Signal to Noise Ratio, PSNR), İyileştirme Ölçüm Faktörü (Measure of Enhancement Factor, EMF), Evrensel Resim Kalite İndeksi (Universal Image Quality Index, UIQI), Yapısal Benzerlik İndeksi Ölçütü (Structural Similarity Index Measurement, SSIM) gibi kalite ölçüm metodları kullanılmıştır. Literatürde yapılan çalışmalarda PSNR ve SSIM in sınıflandırma da yüksek performans sağladığı bilinmektedir. Bu nedenle bu çalışmada iki başlık ele alınmıştır. PSNR ve SSIM gibi metrikler kullanılırken aynı formata sahip görüntülerin karşılaştırılması, karşılaştırmanın objektifliği açısından önemlidir. Bu yüzden PSNR ve SSIM ölçümleri yapılırken yeni araç altı görüntüsü ve veritabanındaki araç altı görüntüsünün aynı formatta TIFF olmasına dikkat edilmiştir.

#### 3.3.1 Tepe Sinyal Gürültü Oranı (Peak Signal to Noise Ratio, PSNR)

PSNR, iki görüntü arasında desibel cinsinden tepe sinyal gürültü oranını hesaplayan metrik bir yöntemdir. [31] PSNR bir işaretin olası maksimum gücünün işaret üzerindeki gürültünün

gücüne oranını gösteren bir mühendislik terimidir. Buradaki işaret orijinal veriyi ifade ederken gürültü hatayı temsil etmektedir. PSNR nin hesaplanabilmesi için öncelikle MSE nin hesaplanması gerekmektedir. Ortalama kare hatası değerinin hesaplayan formül, Denklem 3.3 'de gösterilmektedir.

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} [I(i,j) - K(i,j)]^2$$

M ve N, girdi görüntülerdeki satır ve sütunların sayısıdır. MSE hesaplandıktan sonra PSNR hesabı denklem 3.4 de verilmiştir.

$$PSNR = 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{MAX^2_I}{MSE} \right) \quad (3.4)$$

Bu yöntem Matlabda psnr() komutu ile hesaplanmaktadır.

$$\begin{aligned} ort &= \sum_{i=0}^n g(i,j) / rowsA * colsA \\ psnr &= 10 * (\log 10(256^2) / ort) \end{aligned} \quad (3.5)$$

### 3.3.2 Yapısal benzerlik (Structural Similarity Index, SSIM)

Yapısal benzerlik (SSIM) indeksi görüntülerin birbirine benzerliğini yapısal olarak ölçen bir metottur. Bir görüntünün diğerine benzerliğinin ölçülmesi için referans olarak sıkıştırılmamış ya da gürültüsüz görüntü kullanılmaktadır. [32]PSNR ve MSE metotlarının insan göz algısına uygun olmadığı ispatlandığı için SSIM bu geleneksel metotları geliştirmek adına geliştirilmiştir. PSNR algılanabilir hatayı tahmin eden bir yöntemdir ancak SSIM görüntüdeki bozulmayı yapısal bilgideki algılanan değişiklik olarak tanımlar. Yapısal bilgi uzamsal olarak yakın piksellerin bağımlılığın daha güçlü olduğunu gösterir. Bu bağımlılıklarsa görüntüdeki nesnelere yapıları hakkında önemli bilgi verirler.[33]

Aynı boyuta sahip iki görüntü x ve y olmak üzere SSIM ölçütü denklem 3.6 ile elde edilmektedir.

$$SSIM(x,y) = \frac{(2 \mu_x \mu_y + c_1)(2 \sigma_{xy} + c_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)} \quad (3.6)$$

Denklemden verilen  $\mu_x$ ,  $\mu_y$ ,  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$ ,  $\sigma_{xy}$  görüntünün piksel yoğunluk ortalamasını, standart sapmasını ve varyansını göstermektedir.

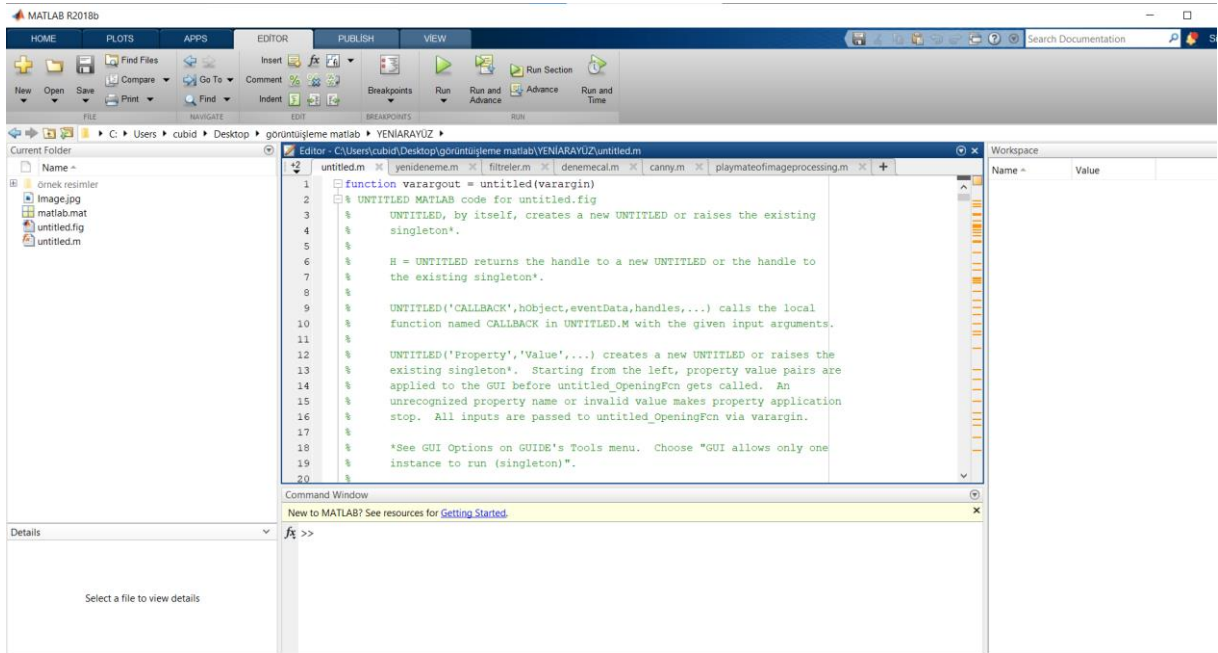
Bu yöntem Matlabda ssim () komutu ile hesaplanmaktadır.

[ssimval,ssimmap] = ssim(x,y);

#### 4. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada araç altı görüntüleri üzerinde sayısal görüntü işleme teknikleri kullanarak araç altında gizlenmiş yabancı cisimleri tespit edilmesini sağlayan bir sistem geliştirilmiştir. Sistem daha önce veritabanına kaydedilmiş plakaya tanımlı araç altı görüntüsü ile balıkgözü kamera ile alınan yeni araç atlı görüntüsünün karşılaştırılması esasına dayanmaktadır. Çalışmada sayısal görüntü işlemede en çok kullanılan dillerden biri olan MATLAB ortamı üzerinde ve sayısal görüntü işleme tekniklerinin ön işleme aşamaları, kenar belirleme teknikleri, sınıflandırma işlemleri, kalibrasyon yöntemleri kullanılmış ve uygulanmıştır. MATLAB; teknik hesaplamalar, matematiksel problemlerin çözümü ve analizi için tasarlanmış bir yazılım geliştirme aracıdır. MATLAB'ın kelime anlamı MATrix LABoratory'dir. Matris veya vektör işlemlerini aktif olarak yapmak için kullanışlı bir programdır.

MATLAB; JPEG, JPG, PCX, HDF4, JPE , TIFF, TIF, PNG, PBM, PGM, PPM, SR, RAS,DIB, GIF, XWD, ICO ,BMP gibi birçok farklı uzantılı görüntüleri desteklemektedir. Bu çalışmada, kullanılan dosya formatı TIFF uzantılıdır.



Şekil 4.1 Matlab Arayüzü

Çalışma esnasında kullanılan resimler balık-gözü kamera sisteminden alınmıştır.

İşlenecek olan görüntülerin, günün farklı saatlerinde, farklı ışık yoğunluğunda ve farklı açılardan çekilmesine önem verilmiştir.

Bu çalışmada, araç altı görüntüleme ve yabancı nesne tespiti dört ana başlık altında ele alınmıştır;

1. Görüntü bozunumlarının düzeltilmesi,
2. Görüntülerin iyileştirilmesi,
3. Nesne Tespiti,
4. Sınıflandırma.

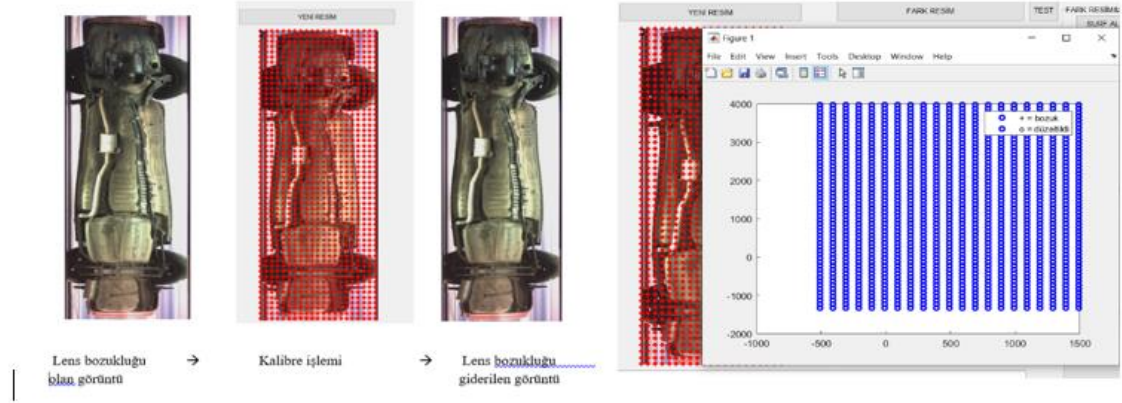
### **Görüntü bozunumlarının düzeltilmesi**

Belirtilen sistemde ilk olarak yüklenen görüntülerde teğetsel veya radyal bozunum varsa onlar düzeltilmektedir. Radyal bozulma genelde balıkgözü kamera kullanımından dolayı fiçı bozunumu olmaktadır. Teğetsel bozunum ise genelde aracın geliş açısından veya kamera merceğinde bulunan üretim hatası veya yanlış lens seçiminden dolayı eksen kaymasından kaynaklanmaktadır. Bu bozulma durumlarında doğrusal interpolasyon tekniğinden yararlanılarak bozulmalar giderilmeye çalışılmıştır. Teğetsel bozunum konusu bölüm2.2 de verilmiştir.

Çalışmada; teğetsel bozulmaya karşı görüntüyü düzgün koordinata yerleştirmek için doğrusal enterpolasyon yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde düzeltme katsayısı tahmini değer : 0,003 alınarak uygulanmıştır.

```
[x, y] = meshgrid(1:size(griResim,2), 1:size(griResim,1));  
  
% deney  
vx = 0.003*y;  
vy = 0.003*x;  
  
% çarpık görüntüyü hesaplayarak yeni resimde kayan pikselin nereden geldiğini belirliyoruz.  
  
DogruResim = interp2(double(griResim), x-vx, y-vy);  
  
imshow(DogruResim, []);
```

Aşağıdaki Şekil 4.22’de kalibrasyon yönteminin sistem uygulaması görülmektedir.



Şekil 4.2 Kalibrasyon İşlemi

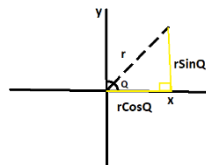
Kalibrasyon yönteminin uygulanması;

```
% DÜZELTME FAKTÖRÜNÜ BELİRTİYORUZ.
% ÇARPIK YERLERİ DÜZELTİP İÇERİ ALIYORUZ.
% barel bozulmaları içeri doğru itiyoruz.
df = -0.5;
xMerkez = columns / 2; % optik ekseni görüntünün merkezi varsayıyoruz.
yMerkez = rows / 2;
ornekOran = 50;
[xBozuk, yBozuk] = meshgrid(1 : ornekOran : columns), (1: ornekOran : rows));

for r = 1 : size(xBozuk, 1)
    for c = 1 : size(xBozuk, 2)
        x = xBozuk(r, c);
        y = yBozuk(r, c);
        % optik eksenden gerçek mesafeyi alıyoruz.
        rbozuk = sqrt((x - xMerkez)^2 + (y - yMerkez)^2);
        % taşınan delta R-yarıçap aralığını alıyoruz.
        deltaR = df * rbozuk / (1 + df);
        rDuzgun = rbozuk - deltaR;
        aci = atan2((y - yMerkez), (x - xMerkez)); %atan2 metodu ile açığı buluyoruz.
        xDuzgun(r, c) = xMerkez + rDuzgun * cos(aci);
        yDuzgun(r, c) = yMerkez + rDuzgun * sin(aci);

        D = interp2(double(griResim), x-xDuzgun, y-yDuzgun); %dogrusal interpolasyon
```

Yapılan bu çalışmada oluşan radyal bozunum, diğer bir deyişle merkezden uzaklaşan bozunumun düzeltilmesi için uygulanan kalibre yönteminde, **EK1** de akış diyagramında belirtildiği üzere, matlab “atan2” metodu ile merkezden uzaklaşan radyal açı yakalanmaya çalışılmıştır. Atan2 metodu vektör ve skaler nokta çarpımı oluşturmamıza, 2-3B vektör arasındaki açığı hesaplamak için sin ve kosinüsü atamamıza izin verir. atan2 X,Y değerlerini kullanarak X eksene göre açığı hesaplar ve [0 - 360] derece arasında bir değer verir.



$$x=r\cos(Q) \quad y=r\sin(Q)$$

$$r=\sqrt{(x)^2 + (y)^2} \quad \Theta= \text{atan2}(y,x)$$

(4.1)

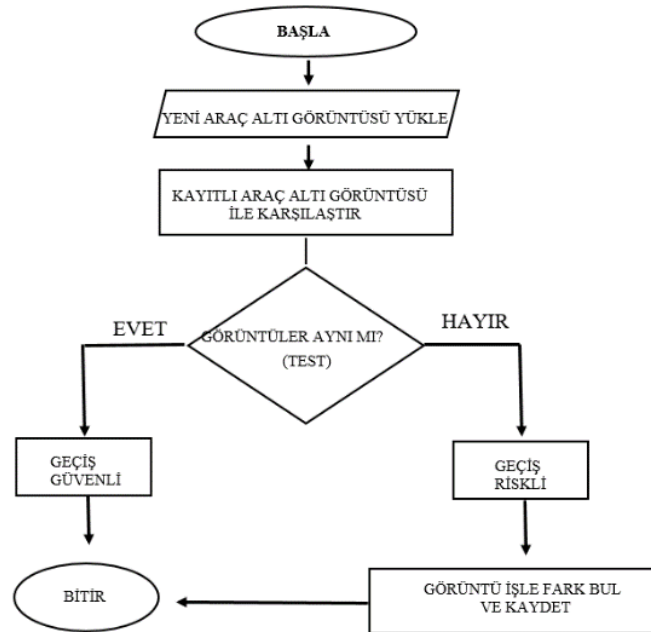
Elde edilen bu Q değere göre interpolasyon uygulanır. Düzeltme faktörü fisheye kamera ile çekilen görüntülerin kalibre edilerek elde edilen parametrelerinden otomatik olarak elde edilebilir veya tahmini bir değer alınabilir. Bu çalışmada tahmini değer olarak düzeltme faktörü -0.5 olarak uygulanmıştır.

### Test Aşaması

Kalibre çalışmalarından sonra belirtilen sistemde araç altı görüntüleri aynı merkeze yerleştirilmiş ve aynı boyuta hizalanmış olduğu için görüntü işlemeye hazır hale gelmiştir. Bu noktada öncelikle test aşaması uygulanarak risk durumunun olup olmadığı tespit edilmiştir.

Çalışmada Şekil 4.3'te verilen test aşamaları uygulanmıştır. Bu aşamada görüntüler arasında korelasyon değerleri denklem 4.2 de hesaplanarak görüntülerde risk durumu tespit edilmiştir.

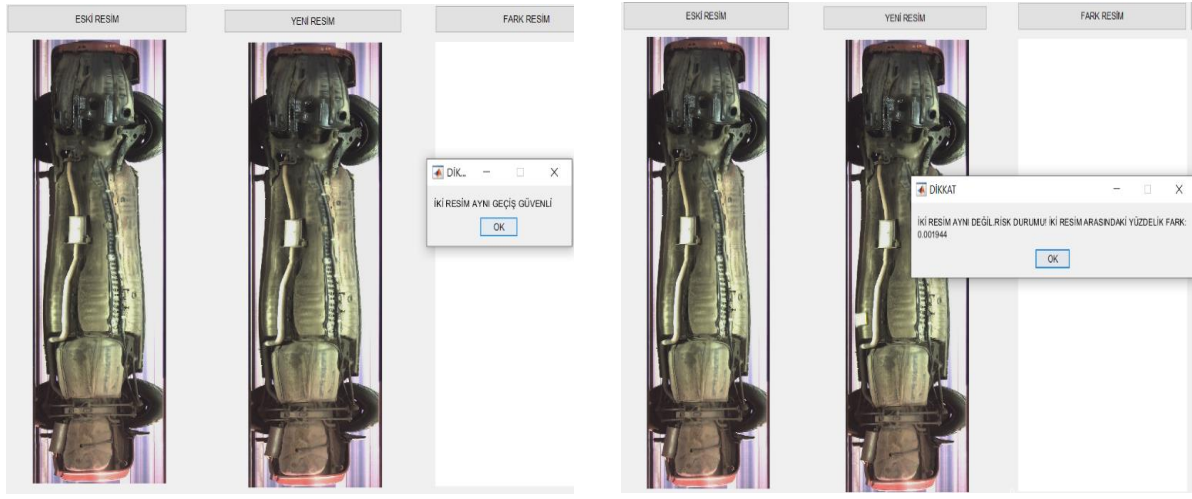
$$r = \frac{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})(B_{mn} - \bar{B})}{\sqrt{(\sum_m \sum_n ((A_{mn} - \bar{A})^2))} \sqrt{(\sum_m \sum_n ((B_{mn} - \bar{B})^2))}} \quad \begin{array}{l} \bar{A} = \text{mean2}(A), \\ \bar{B} = \text{mean2}(B) \end{array} \quad (4.2)$$



Şekil 4.3 Çalışma Test Akış Diyagramı

Şekil 4.4'te örnek bir senaryo için test uygulaması görülmektedir.



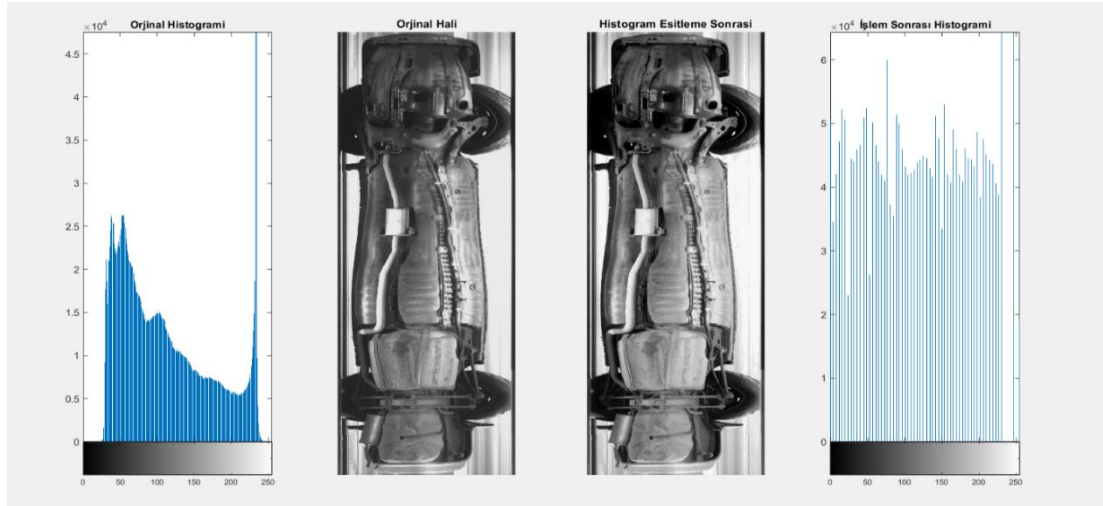


Şekil 4.4 Test Uygulama Aşaması

Uygulanan örnek araç altı resminde 2771x1024 görüntüler kullanılmış ve iki resim arasındaki korelasyon değerine göre sistem risk olduğunu bildirmiştir.

### Görüntü iyileştirme aşaması

Test aşamasından sonra fark bulma işlemine ilk olarak piksel kaymalarına bağlı oluşan renk dağılımı bozulmalarının en aza indirgenmesi için araç altı görüntüleri gri resme dönüştürüldükten sonra görüntüler üzerinde histogram eşitleme algoritması uygulanıp, gri seviye farklılıklarının en aza indirgenmesi sağlanmıştır. Histogram eşitleme bölüm 1.1 ve 1.2 de anlatılmıştır.

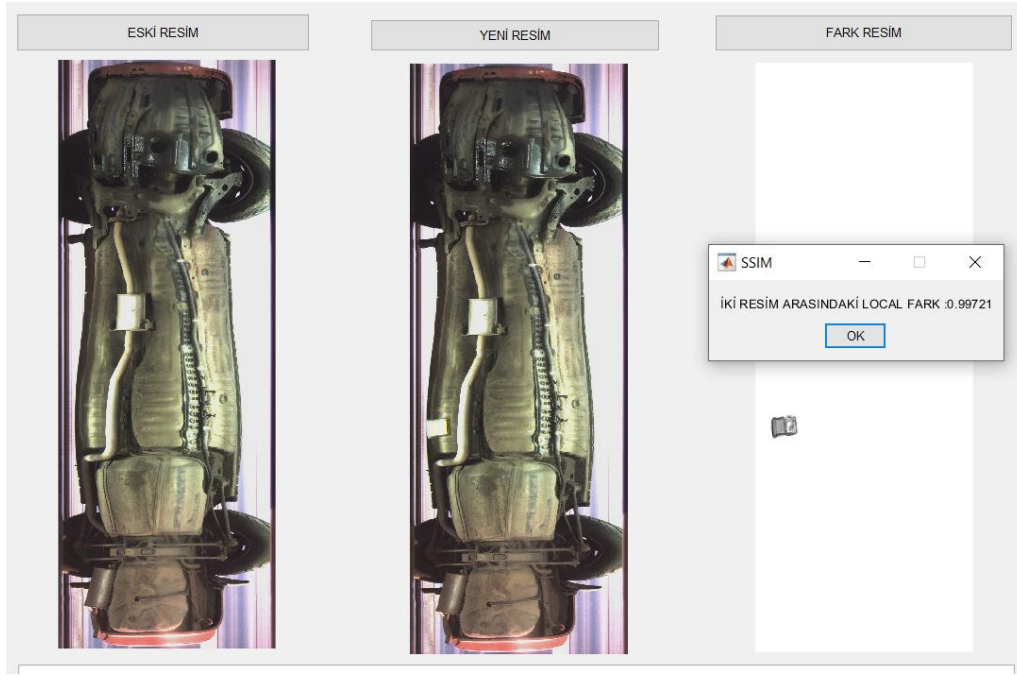


Şekil 4.5 Histogram Eşitleme Uygulama

### Nesne Tespiti ve Sınıflandırma Tekniği

Nesne tespiti ve sınıflandırma için giriş bölümünde açıklanan yapısal benzerlik algoritması SSIM kullanılmıştır. SSIM algoritması bölüm 3.2 de anlatılmıştır.

Çalışmada girdi olarak alınan ilk ve son araç altı görüntüleri üzerinde uygulanan SSIM değeri 0,99721 olarak ölçülmüştür. Çıktı görüntü Şekil 4.6 'da verilmiştir.



Şekil 4.6 SSIM Sistem Uygulama Görüntüsü

SSIM değeri  $[0,1]$  aralığında değerler almakta ve yapısal benzerlik metriği olduğundan elde edilen sonuçların bire yakın olması hedeflenmektedir. Burada verilen görüntüler incelendiğinde  $2771 \times 1024$  görüntüler için hesaplanan SSIM değerlerinin 0.8 ve üzerinde ortalama değerlere sahip olduğu görülmektedir. Araç altında bulunan cismin araç altı görüntüsüne oranla ne kadar küçükse SSIM değerinde o kadar 1 e yaklaştığı deneyler sonucunda elde edilmiştir. Burada bulunan değer yabancı bir cismin bulunduğunu ama küçük olduğunu belirtmektedir.

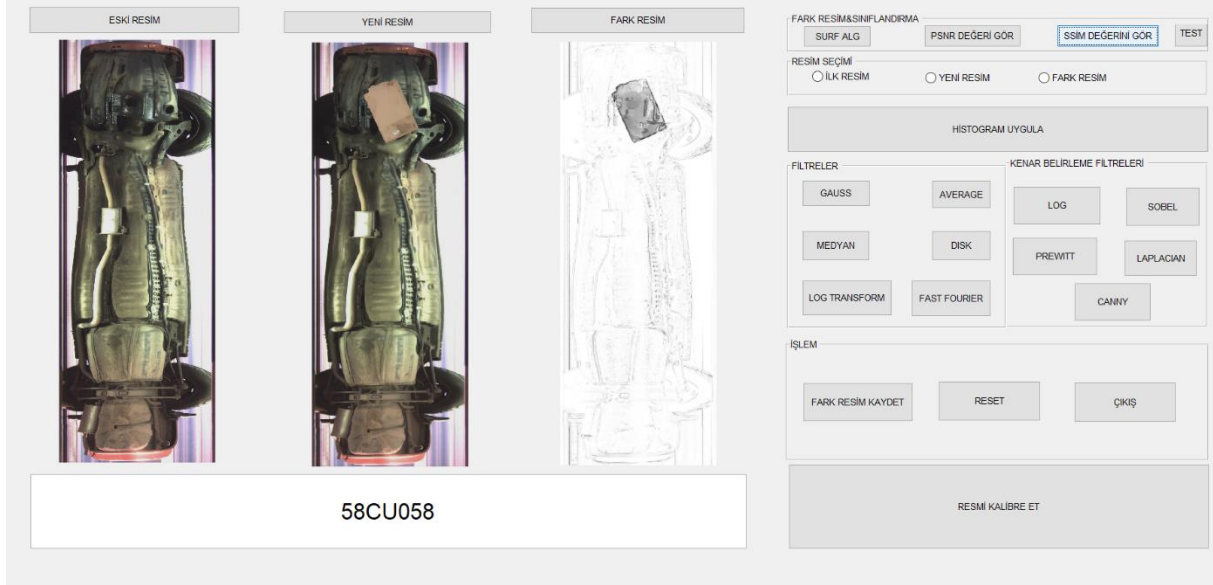
### Nesne Belirginleştirme

Son olarak bulunan yabancı cismin belirginleştirilmesi için arka fonun beyazlatılıp cismin siyahlaştırılması için SSIM metodu üzerine Logaritmik Transform uygulanmıştır. Uygulamada logaritma katsayısı denenerek yaklaşık 1.5 olarak belirlenmiştir. Logaritmik Transform bölüm 1.2 de anlatılmıştır.

Son olarak resim kaydedilerek işlem bitirilir. Uygulanan metod **EK3** de verilmiştir.

## 5. DENEYSEL BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan sistemde nonlinear filtrelerden, 2D linear filtrelerden, 3D linear filtrelere, fast fourier dönüşümüne, logaritmik transform gibi birçok filtreye yer verilmiş böylece tüm yönlü görüntüleme sisteminde yabancı cisim yakalamak için en uygun algoritma yakalanmaya çalışılmıştır. Yapılan çalışmada kullanılan yöntemler Şekil 4.1’de verilen sistem arayüzünde görülmektedir.



Şekil 5.1 Ana Ekran

Yapılan uygulamada; eski resim butonu ile bilgisayarda plakaya kayıtlı olan araç altı görüntüsü yüklendikten sonra balıkgözü kameradan alınan yeni araç altı görüntüsü yükleniyor ve bu aşamada yeni alınan araç altı görüntüsünde teğetsel bozukluk (burada kat sayı tahmini 0,003 olarak uygulanmıştır.) veya radyal bozunum var (burada düzeltme faktörü DF tahmini -0,5 olarak uygulanmıştır.) ise kalibre butonu ile giderilmektedir. Böylelikle görüntüler aynı koordinata ve aynı boyuta ayarlanmış olarak işlemlere hazır hale getirilir. Bu noktada test yapılarak risk durumu kontrol edilir. Riskli durumlar da yabancı cisim tespiti için gerekli işlemler ve filtre seçimi yapıldıktan sonra SSIM algoritması çalıştırılarak yapısal benzerlik karşılaştırılır ve yabancı cisim tespit edilir ve sınıflandırma yapılarak risk seviyesi kontrol edilir. En son aşamada resim kaydet butonu ile alınan fark resim çıktı olarak kayıt edilir. Uygulamaya ait genel akış diyagramı **EK3** de verilmiştir.

Yapılan deneylerden en belirgin, en gerçekçi ve en hızlı yabancı cisim tespitinin uygulama aşamaları **EK4** de genel yöntem akış diyagramında belirtilmiştir.


## Distorsiyon ve Kalibre Denemeleri

Yapılan çalışmalarda öncelikle ilk işlem olan kalibre ve distorsiyon kısmında çalışmalar yapılmıştır. Veritabanında bulunan görüntülerden yola çıkarak teğetsel distorsiyon da uygulanacak olan doğrusal interpolasyon katsayıları üzerinde denemeler yapıldıktan sonra yaklaşık olarak 0.003 bulunmuştur. Gerçekte interpolasyon katsayısı kameradan alınan görüntüler üzerinde kamera parametreleri bulunduktan sonra belirlenebilir fakat bu çalışmada yetersiz donanım bilgilerinden dolayı denemeler sonucunda tahmini değer uygulanmıştır.

Tablo 5.1’de görüntülerde olan sapma miktarlarına bağlı olarak uygulanan katsayılar belirtilmiştir.

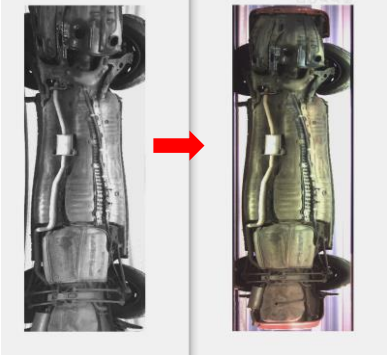
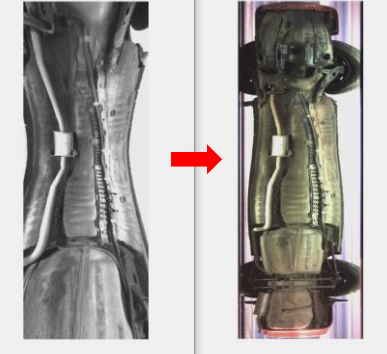
**Tablo 5.1** Görüntü bozukluğunun düzeltilmesi için belirlenen katsayılar

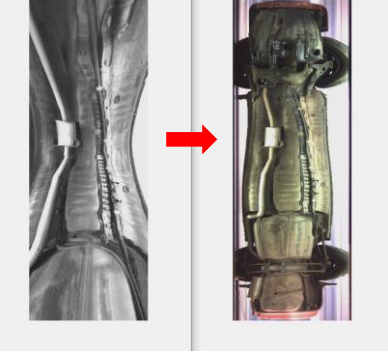
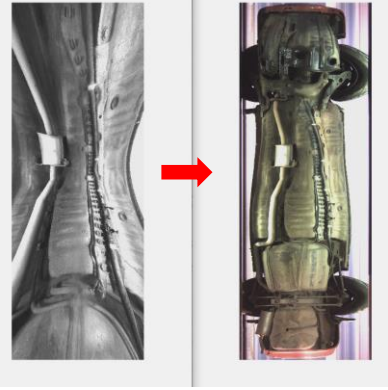
GÖRÜNTÜ	SAPMA MİKTARI ve KATSAYI
	Tekerin kıyıya yakınlığı : 125.99 birim olarak ölçüldüğünde bozulmayı düzeltecek interpolasyon katsayısı 0.003 olarak belirlenmiştir.
	Tekerin kıyıya yakınlığı: 264.18 birim olarak ölçüldüğünde bozulmayı düzeltecek interpolasyon katsayısı 0.03 olarak belirlenmiştir.

	<p>Tekerin kıyıya yakınlığı: 942.88 birim olarak ölçüldüğünde bozulmayı düzeltecek interpolasyon katsayısı 0.3 olarak belirlenmiştir.</p>
---	---

Çalışmada radyal bozukluk için fiçı bozunumlarını düzeltecek yaklaşık düzeltme faktörünü bulmak amacıyla denemeler yapılmıştır. Yapılan çalışmalara göre giderilen bozukluk açışına uygun düzeltme faktörleri tahmini olarak denenmiştir. Bilgiler tabloda verilmiştir. Gerçekte düzeltme faktörü kamera ve lens parametrelerine göre belirlenir ve görüntüdeki bozuk açılar matris işlemlerinden geçerek bulunur ve bu açının düzeltme faktörüne bölünmesiyle fiçı bozunumu görülen eksenler düzeltilmiş olur. Fakat burada donanım eksiklerinden dolayı düzeltme faktörü denemelerle tahmini olarak belirlenmiştir.

**Tablo 5.2** Kalibrasyonda Düzeltme Faktörünün Etkisi

Görüntüde Bulunan Bozuk Açıya Göre Uygulanan Düzeltme Faktörleri	
<p>BELİRLENEN BOZUK AÇI : 1.476433963982135e+03</p> <p>UYGULANAN DÜZELTME FAKTÖRÜ :2</p>	
<p>BELİRLENEN BOZUK AÇI : 5.905735855928540e+02</p> <p>UYGULANAN DÜZELTME FAKTÖRÜ :4</p>	

<p>BELİRLENEN BOZUK AÇI :</p> <p>4.921446546607116e+02</p> <p>UYGULANAN DÜZELTME FAKTÖRÜ :5</p>	
<p>BELİRLENEN BOZUK AÇI :</p> <p>4.218382754234671e+02</p> <p>UYGULANAN DÜZELTME FAKTÖRÜ :7</p>	

Yapılan deneylerde görüntü boyutu, ışık miktarı, geliş açısı ,zoom miktarı ...gibi birçok çevresel faktöre bağlı bozukluğa oranla artan bir açısal düzeltme faktörü görülmüştür. Çalışmada görüntülerin double formatına çevriminden dolayı açılar double formatta görülmektedir.

Çalışmada , **EK1** de belirtilen akış diyagramına göre işlem yapılmış, tahmini değer düzeltme faktörü : -0.5 olarak uygulanmıştır.

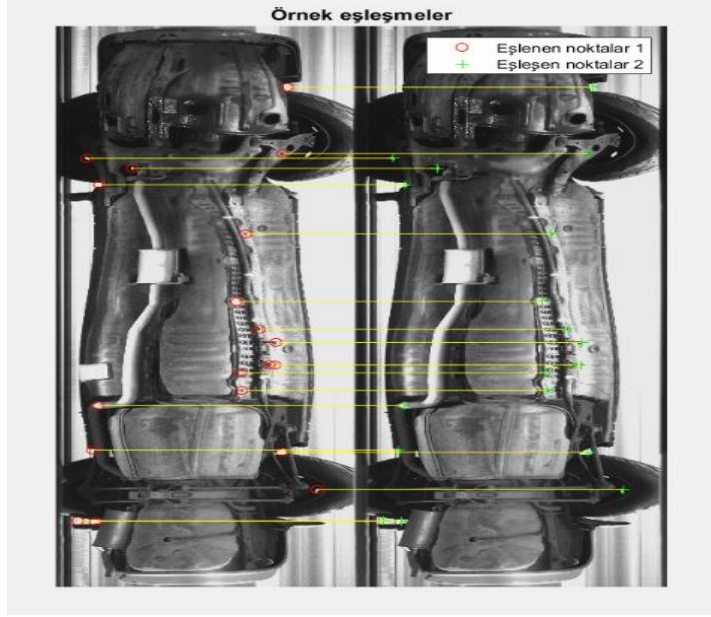
## 2.Nesne Tespiti Denemeleri

Literatürde en fazla kullanılan detay çıkarım algoritmalarından SURF, PSNR ve SSIM üzerinde denemeler yapılmıştır.

### Surf Algoritma Denemeleri

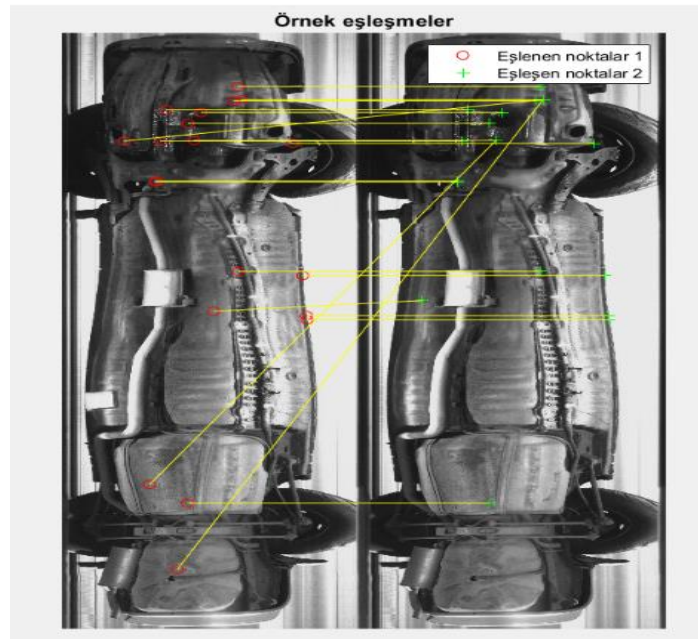
Öncelikle literatürde %98 başarı sağlayan SURF algoritması denenmiştir. Surf, Hızlandırılmış Gürbüz Öznitelikler algoritması iki görüntü arasında karşılaştırma yaparak noktaları eşleştirmektedir.

Görüntülere LoG filtre uygulanmadan yapılan SURF uygulamasında elde edilen veriler Şekil 5.2’de verilmiştir.



Şekil 5.2 LOG filtresiz SURF

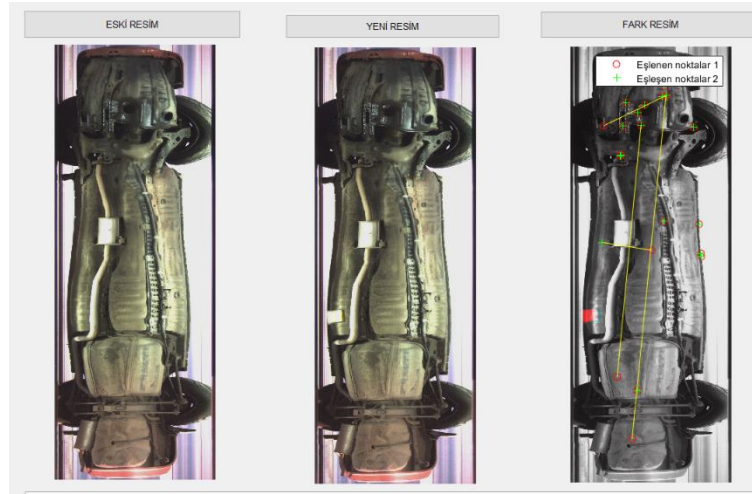
Görüntülere LoG filtre uygulandıktan sonra yapılan SURF uygulamasında elde edilen veriler Şekil 5.3’te verilmiştir.



Şekil 5.3 LOG filtreli SURF

Yapılan çalışmada kullanılan kameradan alınan 1024x2071 boyutunda deneme görüntüsüne göre eşlenen nokta sayıları LoG uygulanmadan 2189 x 2123 anahtar noktalar iken LoG

uygulandıktan sonra 10102 x 9376 anahtar noktalar elde edilmiştir. Bu nedenle SURF algoritmasında LoG filtrenin daha başarılı sonuç verdiği görülmüştür.



Şekil 5.4 Sistem Üzerinde Surf Uygulama Çıktısı

### PSNR ve SSIM denemeleri

Literatürde yapılan çalışmalarda kayıplı görüntü ve video sıkıştırmada PSNR için tipik değerler, bit derinliğinin 8 bit olması şartıyla, daha yüksek ve daha iyi olması durumunda 30 ile 50 dB arasında, 16 bitlik veriler için PSNR için tipik değerler 60 ile 80 dB arasında olduğu tespit edilmiştir. Görüntü veri kaybı için kabul edilebilir değerlerin yaklaşık 20 dB ila 25 dB olduğu kabul edilir. [38]. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda çeşitli piksel değerlerinde, yapılarda, histogramlarda değişiklikler üreterek veya görüntülerde ek gürültü oluşturularak zorunlu olarak algılanamazlık ölçümü gerekli kılınmıştır. Bu çalışmalarda, PSNR ve SSIM'in açıklaması normatif olarak açıklanmış ve sadece kabul edilebilecek PSNR değerinin en az 30 dB'nin veya daha iyisi 40 dB'nin üzerinde olduğunu açıklamışlardır. Literatürde yapılan çalışmalarda SSIM değeri [0,1] aralığında değerler almakta ve yapısal benzerlik metriği olduğundan elde edilen sonuçların bire yakın olması hedeflenmektedir. Aynı boyutta olan fakat birinin altına yabancı cisimler gizlenmiş görüntüler üzerinde yapılan karşılaştırma deney sonuçları tabloda verilmiştir.

GÖRÜNTÜ BOYUTU	PSNR DEĞERİ	SSIM DEĞERİ
1024x2771	26,62	0,99721
1024x2771	18,60	0,94859



1024x2873	24,62	0,94836
560x1600	23,03	0,95274
560x1600	18,87	0,94191

**Tablo 5.3** PSNR-SSIM Karşılaştırılması

Ortalama 1000x2000 boyutlarında aynı kameradan alınan görüntüler üzerinde yapılan deneye yabancı cisimli görüntülerin karşılaştırılmasına göre PSNR değerinin ortalama 25dB civarında olduğu, SSIM değerinin ise 0.8 ve üzerinde ortalama değerlere sahip olduğu görülmektedir. Araç altında bulunan cismin araç altı görüntüsüne oranla ne kadar küçükse SSIM değerinde bir o kadar 1 e yaklaştığı deneyler sonucunda elde edilmiştir. Her ikisinde de bulunan değerler küçük seviyede veri kaybı yaşadığını göstermektedir. Buda araç altında cisim bulunduğu ve risk durumunu ifade etmektedir. 1024x2771 aynı boyutta olan görüntülerden birinde diğer araç altına göre biraz daha küçük nesne eklenerek karşılaştırma yapıldığında PSNR nin ve SSIM in değerinin azaldığı görülmektedir. Bu durumda araç altında bulunan yabancı nesne ne kadar büyürse veya sayısı artarsa değerlerinde o oranla azalacağı söylenebilir. Benzer şekilde orijinal görüntü için elde edilen sonuçlar incelendiğinde gerçekleştirilen uygulama sonucunda elde edilen ortalama SSIM değerinin 1 olduğu görülmektedir.

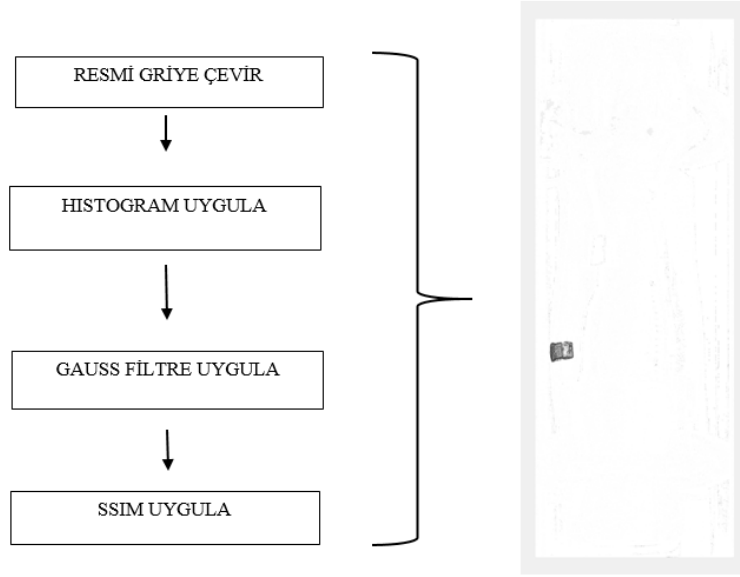
	PSNR 500x1500	PSNR 1000x2000	SSIM 500x1500	SSIM 1000x2000
Düşük Risk	27dB	28dB	0,98	0,97
Orta Risk	23dB	25dB	0,95	0,94
Yüksek Risk	18dB	21dB	0,92	0,93

**Tablo 5.4** Deneyde Kullanılan Kamera Görüntüleri Deneyleri İçin PSNR-SSIM Değerleri

### 3.Fark cisim görüntüleme deneyleri

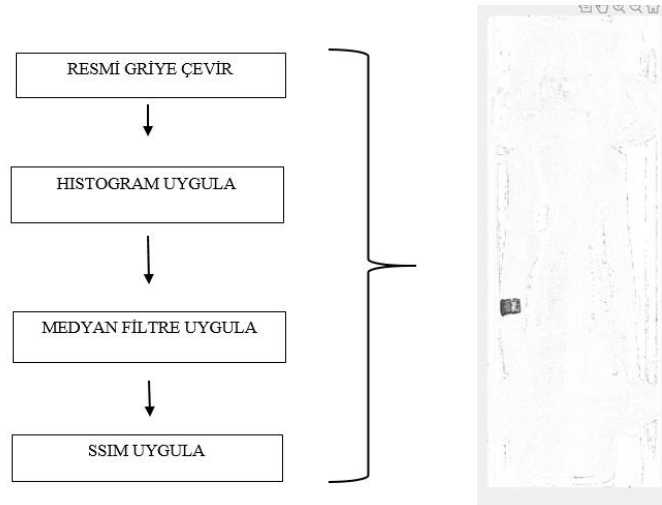
En uygun algoritma bulunana kadar arayüzde görünen filtrelerin ve görüntü işleme tekniklerinin veritabanında plakaya tanımlı araç altı görüntüsü ve yeni alınan araç altı görüntüsü üzerinde tüm kombinasyonları denenmiştir.

İlk deneyde görüntüler griye çevrilmiş ardından histogram uygulanmış ardından gauss filter uygulanarak görüntüler keskinleştirilmiş ardına SSIM yapısal benzerlik algoritması uygulanmıştır. Yabancı cisim başarılı bir şekilde bulunmuştur.



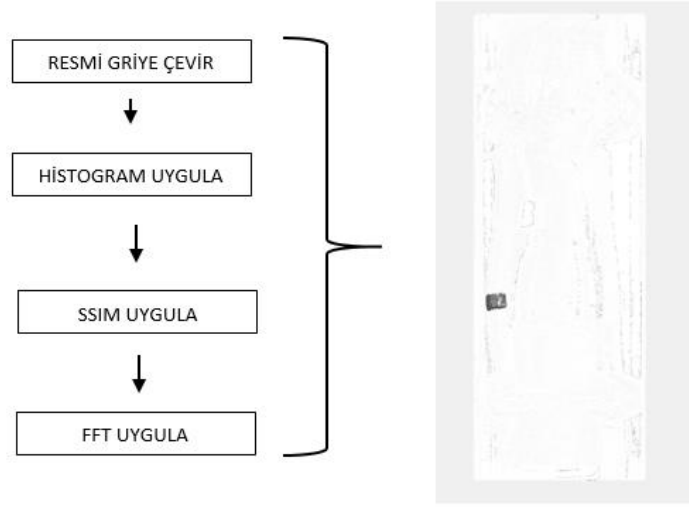
**Şekil 5.5** Deney-1 Sonucu

Bu deneyde görüntüler griye çevrilmiş ardından histogram uygulanmış ardından medyan filter uygulanmış ardına SSIM yapısal benzerlik algoritması uygulanmıştır. Yabancı cisim başarılı bir şekilde bulunmuştur. Fakat burada araç altı görüntüsünden de kesitler olduğu görülmüştür.



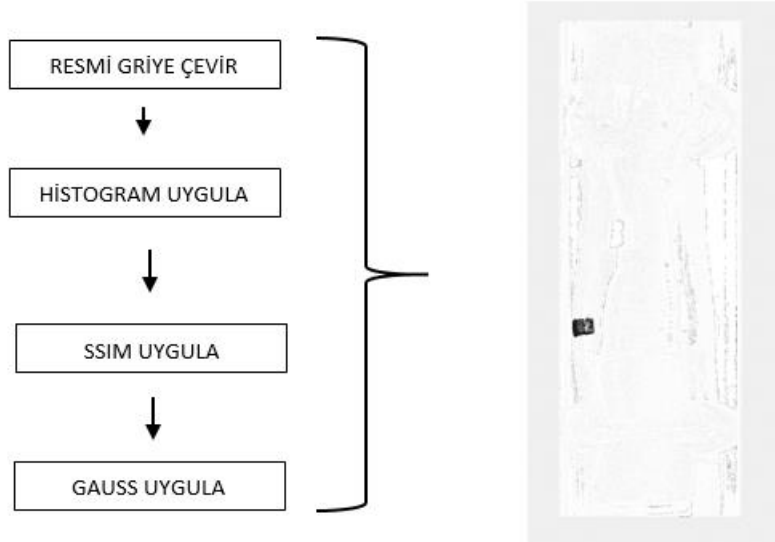
**Şekil 5.6** Deney-2 Sonucu

Bu deneyde görüntüler griye çevrilmiş ardından histogram uygulanmış ardından SSIM uygulanarak bu kez yabancı cisim üzerine Fast Fourier uygulanmıştır. Fakat bi öncekilere göre gürültü arttığı görülmüştür.



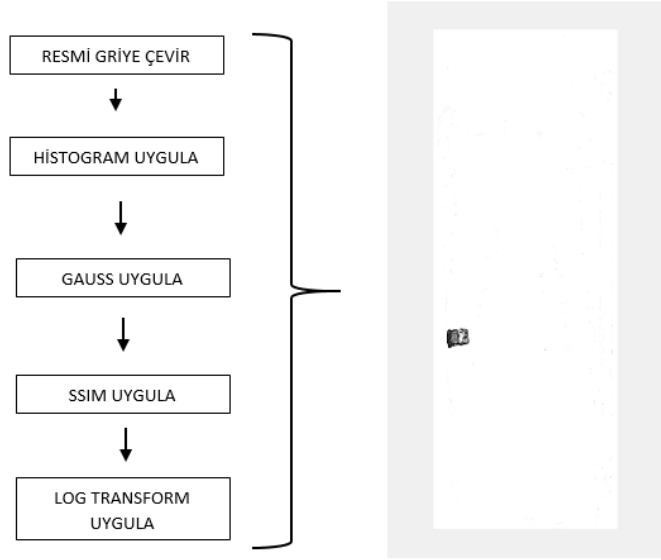
**Şekil 5.7** Deney-3 Sonucu

Bu deneyde görüntüler griye çevrilmiş ardından histogram uygulanmış ardından SSIM uygulanarak yabancı cisim üzerine Gauss Filtre uygulanmıştır. Fark cismin daha belirgin olduğu görülmüştür.



**Şekil 5.8** Deney-4 Sonucu

Bu deneyde görüntüler griye çevrilmiş ardından histogram uygulanmış sonra gauss uygulanarak görüntü netliği artırılmış , daha sonra SSIM uygulanarak yabancı cisim bulunmuş ve üzerine logaritma katsayısı 1.5 alınarak LOG Transform uygulanmıştır. En belirgin yabancı cismin bulunduğu yöntemin bu olduğu görülmüştür. Ayrıca katsayının 2 ve yukarısında yabancı cismin beyazlaştığı , 2 den az olanlarda arka planın grileştiği görülmüştür.



**Şekil 5.9** Deney-5 Sonucu

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada balıkgözü kamera ile alınan görüntüler kullanılarak araç altı görüntüleme ve yabancı cisim tespiti için, önceden plakaya tanımlanmış sisteme kayıtlı olan araç altı referans görüntüsü ve güvenlik noktasından geçen araç altından alınan yeni araç altı görüntüsü karşılaştırılarak fark alma işlemi uygulanmıştır. Referans görüntüsü, yeni araç altı görüntüsü ve fark görüntü üzerinde sayısal görüntü işleme teknikleri uygulanarak yabancı cisim tespiti için morfolojik işlemler uygulanmış yabancı cisim belirgin hale getirilmeye çalışılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda en iyi performansın; her iki (referans ve yeni alınan araç altı görüntüsü) görüntünün gri e çevrildikten sonra üzerinde histogram eşitleme algoritması uygulanmasının ve ardından gauss filtre ile görüntülerin iyileştirildikten sonra SSIM yapısal benzerlik algoritmasının uygulanarak fark cismin bulunmasının ve fark resim üzerine logaritmik transform uygulanarak yabancı cismin daha belirgin hale getirilmesinin olduğu görülmüştür. Ayrıca SSIM algoritması benzerlik metrik ölçümü yaptığından dolayı risk durumunun sınıflandırılmasını mümkün kılmıştır. Sonraki çalışmalarda donanım sağlanarak hareketli görüntü üzerinde algoritmalar denenebilir. Ayrıca bariyerli geçişlerde plaka tespit yöntemi ile birleştirilerek eş zamanlı çalışma sağlanabilir.

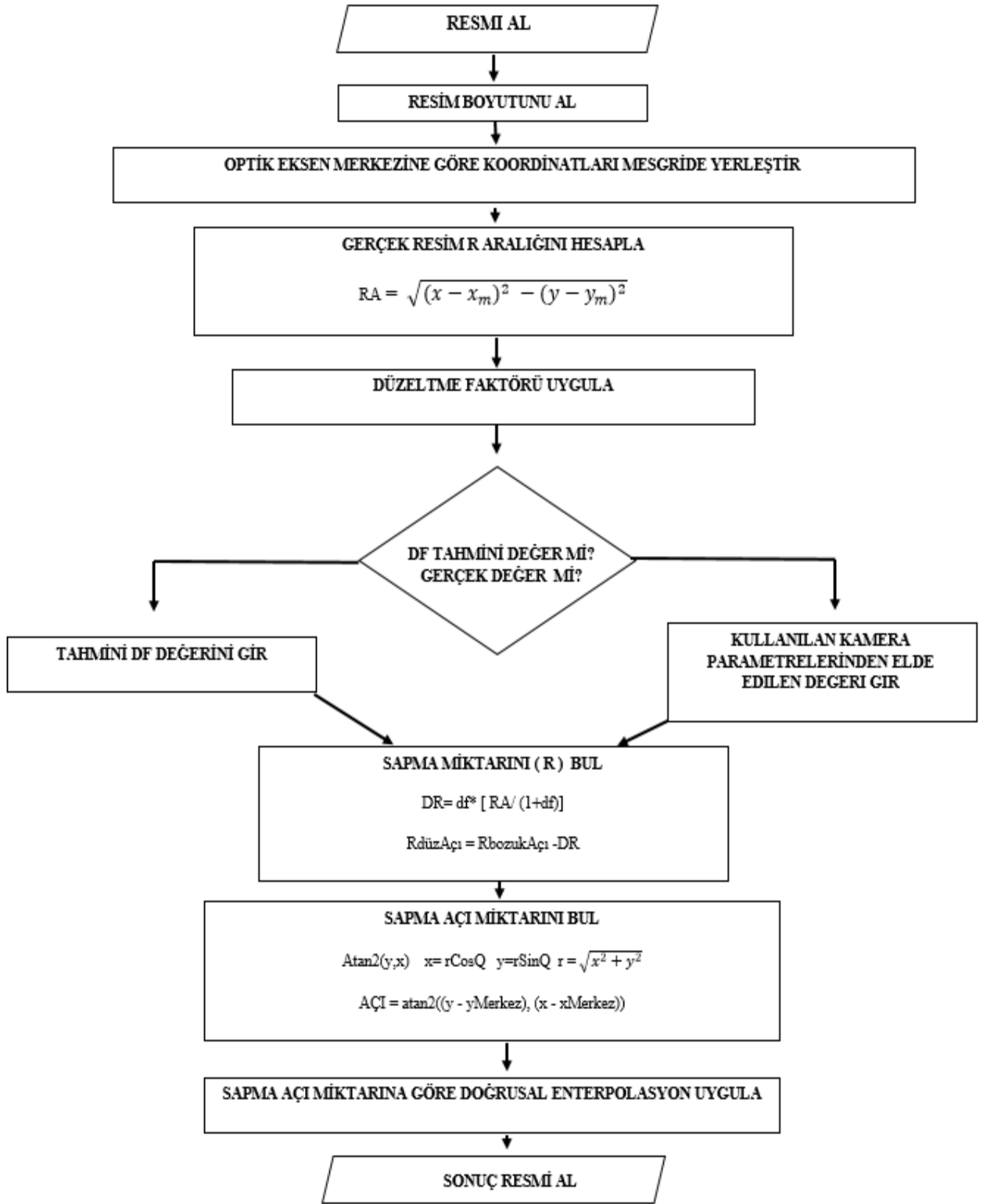
## 7. KAYNAKÇA

- [1] C. Şahin, M. Ünel, and S. Üniversitesi, “Tüm Yönlü Kamera Kullanan Bir Mobil Robot ile Araç Altı Görüntüleme Sistemi,” pp. 936–941, 2013.
- [2] V. ATMACA, “Örme Kumaşlardaki Üretim Hatalarının Görüntü İşleme Teknikleri İle Otomatik Tespiti Ve Sınıflandırılması,” *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Tek. Üniv, Fen Bilim. Enstitüsü*, 2005.
- [3] M. Onat, “Dijital görüntü İşleme Yöntemleriyle Lifli Beton Numunelerindeki Çatlakların Tespit Edilmesi,” *Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniv, Fen Bilim. Enstitüsü*, 2008.
- [4] M. Karakoç, “Görüntü İşleme Teknikleri ve Yapay Zeka Yöntemleri Kullanarak Görüntü İçinde Görüntü Arama,” *Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilim. Enstitüsü*, p. 144, 2011.
- [5] R. E. GONZALES, Rafael C.; WOODS, *Digital image processing*. Pearson International, 2002.
- [6] A. Değirmenci, İ. Çankaya, and R. Demirci, “Gradyan Anahtarlamalı Gauss Görüntü Filtresi Ali,” *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknol. Derg.*, vol. 4, no. Doğadan Esinlenen Optimizasyon Algoritmaları ve Optimizasyon Algoritmalarının Optimizasyonu, pp. 293–304, 2016.
- [7] P. Dimitris, “Digital Signal Processing.”
- [8] B. Kelleci, M. Öner, H. Başaran, and K. Bilgi, “Hızlı Fourier Dönüşümünün FPGA Uygulamasının SQNR Simülasyonu SQNR Simulations of Fast Fourier Transform Implementation on FPGA,” pp. 27–29, 2014.
- [9] B. Sena, “Agu Early Prognosis of Breast Cancer Using Image Processing Using Image Processing and Machine,” no. December, 2018.
- [10] P. Güzide Miray, “Dijital görüntü işleme teknikleri kullanılarak görüntülerden detay çıkarımı,” *Yüksek Lisans Tezi*, vol. 151, no. Ocak, pp. 10–17, 2015, doi: 10.1145/3132847.3132886.
- [11] “Dijital Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak Görüntülerden Detay Çıkarımı,” 2015.
- [12] Y. Emre, N. A. L. Do, and U. Sezen, “Developing A Noise Resistant Edge Detection,” 2018.
- [13] MEB, “Milli Eğitim Bakanlığı- Elektrik -Elektronik Teknolojisi -Kapalı Devre Kamera Sistemi Prensipleri,” 2012.
- [14] S. Co, Z. E. T. Bu, and N. E. Genel, “Ccd kamera kullanarak sayısal görüntü işleme yoluyla gerçek zamanlı güvenli k uygulaması,” pp. 1–5.
- [15] A. Gurtner, D. G. Greer, R. Glassock, and L. Mejias, “Investigation of Fish-Eye Lenses for Small-UAV Aerial Photography QUT Digital Repository :,” no. April, 2009, doi: 10.1109/TGRS.2008.2009763.
- [16] F. Dellaert and G. T. Cs, “Animal Vision - 1.”

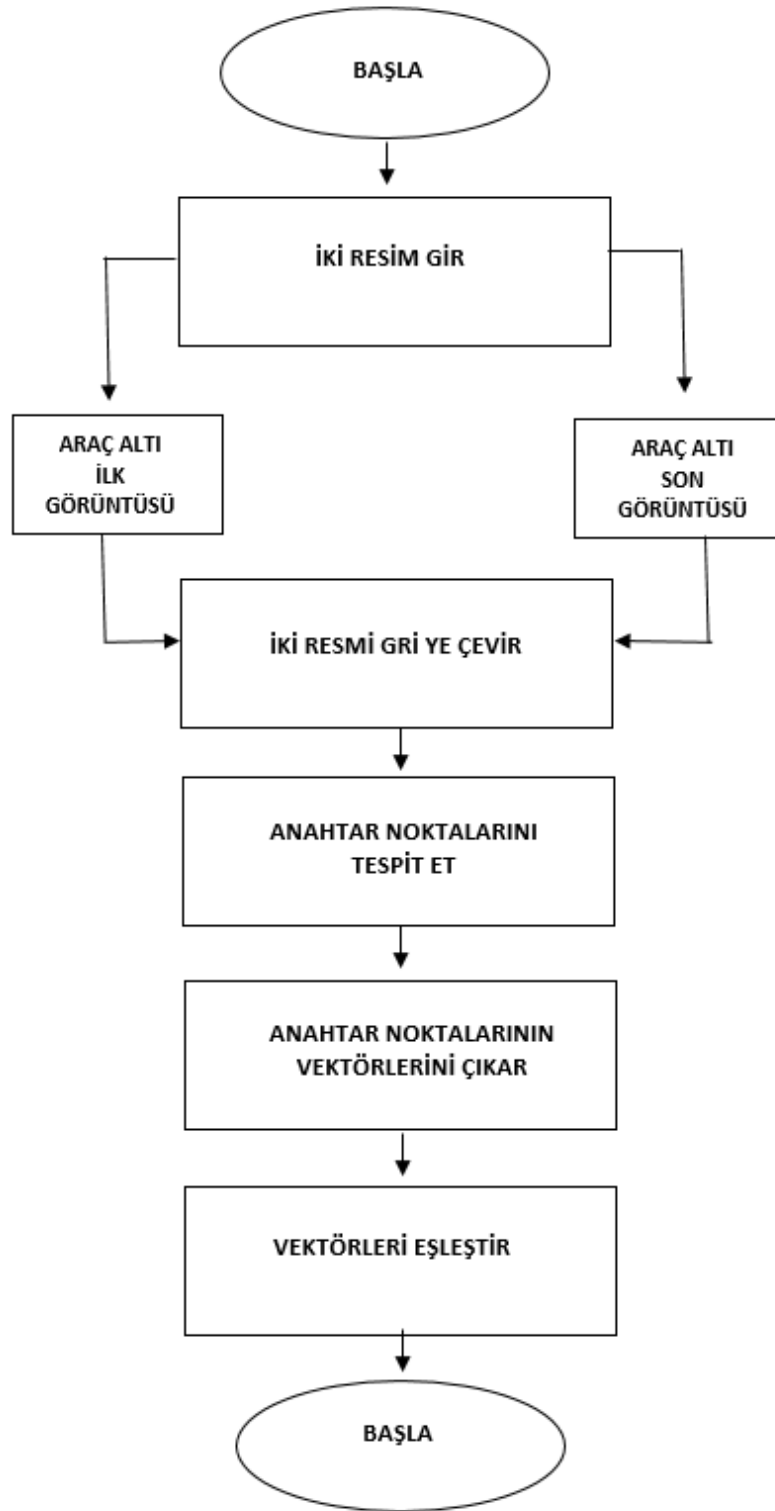
- [17] E. Etme, “Panoramik Görüntü Elde Etme ve İşleme Teknikleri (JFM527),” 1800.
- [18] A. M. G. Tommaselli, J. Marcato, M. V. A. Moraes, S. L. A. Silva, and A. O. Artero, “Calibration of panoramic cameras with coded targets and a 3D calibration field,” *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci. - ISPRS Arch.*, vol. 40, no. 3W1, pp. 137–142, 2014, doi: 10.5194/isprsarchives-XL-3-W1-137-2014.
- [19] S. Abraham and W. Förstner, “Fish-eye-stereo calibration and epipolar rectification,” *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, vol. 59, no. 5, pp. 278–288, 2005, doi: 10.1016/j.isprsjprs.2005.03.001.
- [20] B. Ergün and C. ŞahİN, “Günümüzde Kullanılan Optik ve Sayısal Küresel Fotogrametri Teknikleri ( Digital Spherical Photogrammetry Techniques Recently in Use ),” *Optik (Stuttg.)*, pp. 40–50, 2009.
- [21] M. Lee, H. Kim, S. Member, J. Paik, and S. Member, “Correction of Barrel Distortion in Fisheye Lens Images Using Image-Based Estimation of Distortion Parameters,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 45723–45733, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2908451.
- [22] S. Kullanılan, K. Kalibrasyonu, Y. Karşılaştırılması, Ö. Duran, E. Özdemir, and Z. Duran, “Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Sık Kullanılan Kamera Kalibrasyonu Yazılımlarının Karşılaştırılması Comparison of Commonly Used Camera Calibration Software,” vol. 17, no. December, pp. 1–11, 2017.
- [23] S. Modeling, J. A. Parian, and J. A. Parian, “Sensor Modeling , Calibration and Point Positioning with Terrestrial Panoramic Cameras,” no. 17094, 1977.
- [24] F. Badsha, R. Islam, and M. F. Bulbul, “Object Detection by Point Feature Matching using Matlab Object Detection by Point Feature Matching using Matlab,” no. April 2019, 2018, doi: 10.14738/aivp.66.5619.
- [25] Gül Muzaffer, “Anahtar Noktası Tabanlı Kopyala Yapıştır Sahtecılığı,” 2016.
- [26] E. Şimşek, B. Özzyer, and G. Tümüklü Özzyer, “Fotokapan Görüntülerinde Yerel Öznitelikler ile Nesne Tespiti,” *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilim. Enstitüsü Derg.*, vol. 9, pp. 633–644, 2019, doi: 10.17714/gumusfenbil.510717.
- [27] H. Karab, “Surf Algoritması Kullanılarak Uzaktan Algılama Görüntülerinin Geometrik Kaydı,” pp. 14–17, 2014.
- [28] E. Dem, “Bilgisayarlı Görme Yöntemleri Computer Vision Methods.”
- [29] H. Bay, T. Tuytelaars, and L. Van Gool, “SURF : Speeded Up Robust Features.”
- [30] H. I. S. Paper, “Image-understanding systems,” 1979.
- [31] A. Horé, “Image quality metrics : PSNR vs . SSIM Image quality metrics : PSNR vs . SSIM,” no. August, 2010, doi: 10.1109/ICPR.2010.579.
- [32] Ü. KAŞ and E. TANYILDIZI, “Performance Analysis of Eulerian Colour and Motion Magnification Techniques,” *Afyon Kocatepe Univ. J. Sci. Eng.*, vol. 17, no. 2, pp. 506–515, 2017, doi: 10.5578/fmbd.58648.

- [33] Sezer Bağlan, “JPEG XR BASARIMI,” 2014.
- [34] C. şahın, “Çok Algılayıcılı Panoramik Kameralarda Kullanılan Balıkgözü Mercek Distorsiyonu İçin Bir Hesap Modeli ( A Calculation Model for Fisheye Lens Distortion Used in the Camera Cluster ),” pp. 29–37, 2011.
- [35] **Url-1** < <http://www.thesisworkchd.com/759-2>>, Alındığı Tarih: 11.01.2021.
- [36] **Url-2** <<https://www.l3harrisgeospatial.com/docs/BackgroundFastFourierTransform.html>>, Alındığı Tarih: 11.01.2021.
- [37] **Url-3** :<<https://mesutpiskin.com/blog/goruntu-bozulmalari-ve-kamera-kalibrasyonu.html>>, Alındığı Tarih : 13.01.2021
- [38] **Url-4** : < [https://tr.qaz.wiki/wiki/Peak\\_signal-to-noise\\_ratio](https://tr.qaz.wiki/wiki/Peak_signal-to-noise_ratio)>, Alındığı Tarih : 13.01.2021
- [39] **Url-5** : <<https://yavuzbugra.wordpress.com/2011/05/01/goruntu-islemede-filtreleme/>>, Alındığı Tarih : 21.01.2021

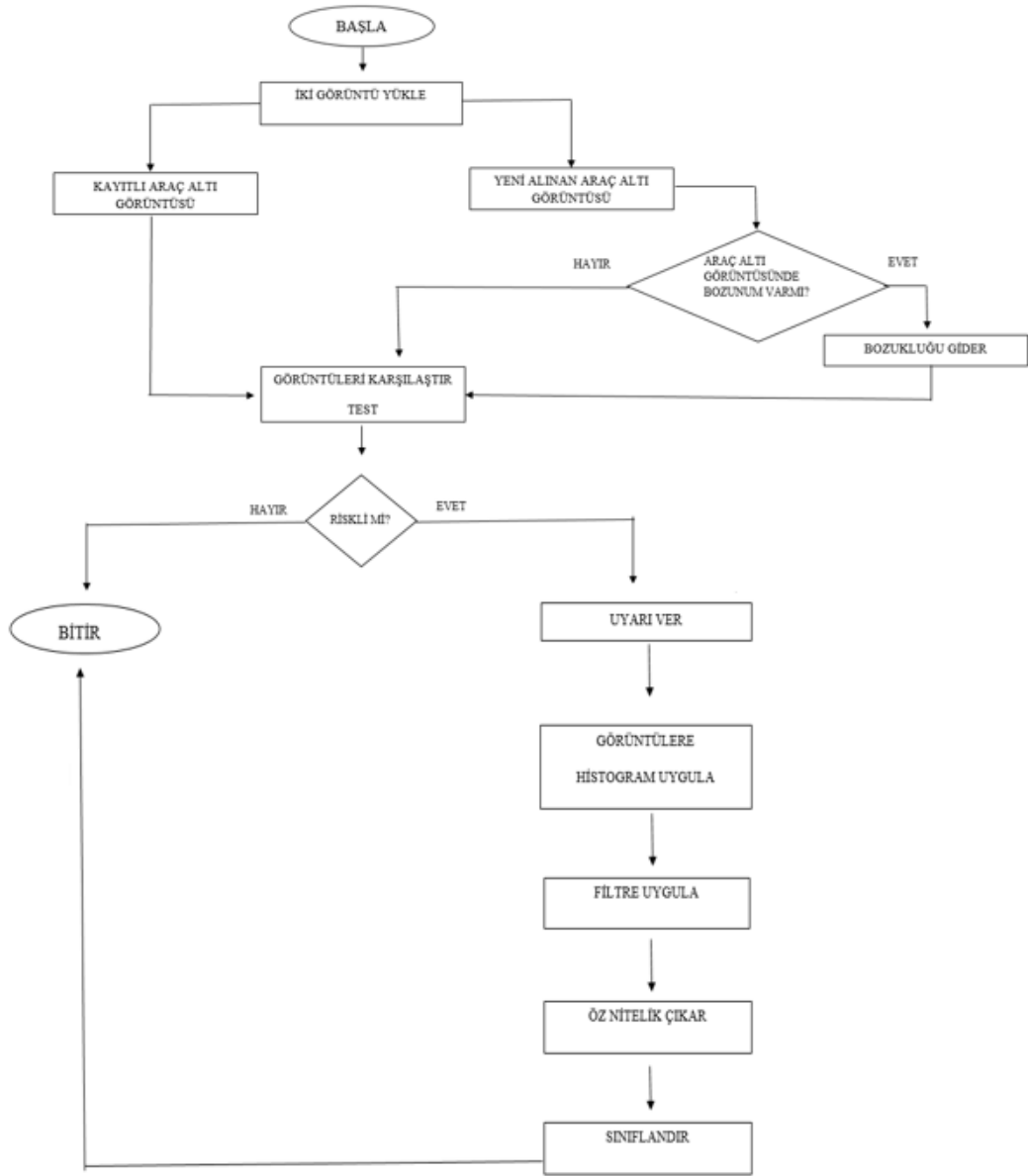




KALİBRASYON AKIŞ DİYAGRAMI

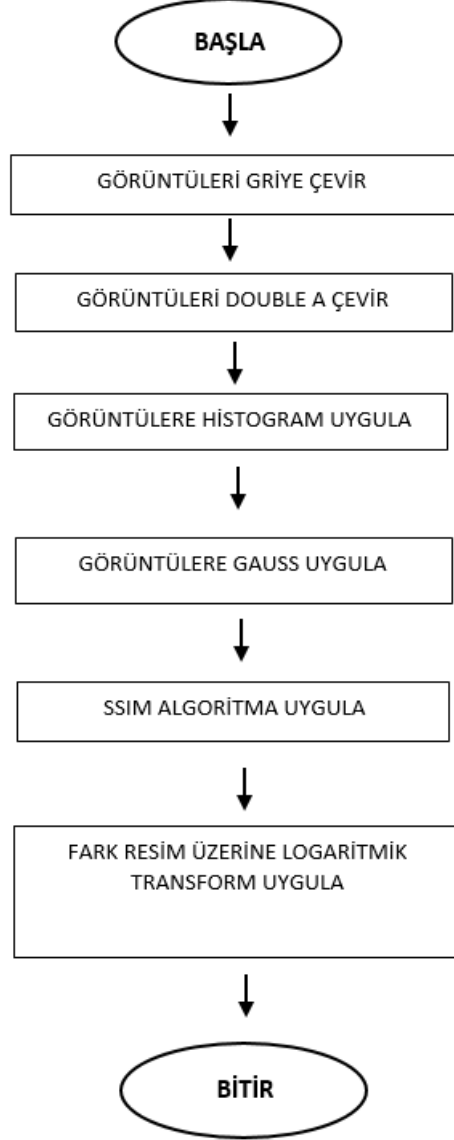


SURF ALGORİTMA AKIŞ DİYAGRAMI



GENEL AKIŞ DİYAGRAMI

EK4



BULUNAN EN İYİ İŞLEM AKIŞ DİYAGRAMI



## 8. ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel bilgiler

<b>Adı Soyadı</b>	Serap Beğdaş
<b>Doğum Yeri ve Tarihi</b>	09/06/1989-SİVAS
<b>Medeni Hali</b>	Bekar
<b>Yabancı Dil</b>	İngilizce
<b>İletişim Adresi</b>	Cumhuriyet Üniversitesi Optik Mühendisliği Ana Bilim Dalı Sivas
<b>E-posta Adresi</b>	sbegdas@cumhuriyet.edu.tr

### Eğitim ve Akademik Durumu

<b>Lisans</b>	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Bilgisayar Müh. Ana Bilim Dalı,2012
<b>Yüksek Lisans</b>	Cumhuriyet Üniversitesi Optik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 2021

### **İş Tecrübesi**

- 2010-Sivas Türk Telekom-Stajyer
- 2011-İstanbul Kuveyt Türk Katılım Bankası- Stajyer
- 2012-2013 : Estaş A.Ş.-Bilgisayar Mühendisi
- 2015-2016: Yaşam özel eğitim ve reh. merkezi -planlama mühendisi
- 2018-2018 : TEKOP A.Ş.-PROJE MÜHENDİSİ
- 2018- : Sivas CÜ Sivas Tek. Bil. MYO - Öğretim Görevlisi

## **Bildiriler**

- 1- F. YAZICI, S. ÖZEN, E. ÜNSAL, “Ortamda Bulunan Nesnelerin Google Bulut Görüntü İşleme Servisleri İle Tespit Edilmesi”, 2. Uluslararası 19 Mayıs Yenilikçi Bilimsel Yaklaşımlar Kongresi, Samsun, 2019.
- 2- F.YAZICI, S.ÖZEN, E.ÜNSAL, “Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak Tüm Yönlü Araç Altı Görüntülerinden Yabancı Cisim Tespiti”, 2. Uluslararası 19 Mayıs Yenilikçi Bilimsel Yaklaşımlar Kongresi, Samsun, 2019.

## **Yer aldığı projeler**

- 1) Bulut Sistemi Tabanlı Öğrenci Bilgisayar Laboratuvarı Altyapı Modeli Tasarım Ve Uygulaması - 2019