

T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



İRAK ARAÇ PLAKALARI İÇİN OTOMATİK TANIMA SİSTEMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Faraj Humaidan FARAJ

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı  
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Programı

Ocak 2019



T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



İRAK ARAÇ PLAKALARI İÇİN OTOMATİK TANIMA SİSTEMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Faraj Humaidan FARAJ

(Y1613.100002)

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı  
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Necip Gökhan KASAPOĞLU

Ocak 2019



## YEMİN METNİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Irak Araç Plakaları İçin Otomatik Tanıma Sistemi ” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim.  
(28/01/2019)

**Faraj Humaidan FARAJ**



**Faraj FARAJ**, Y.L. IAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi / Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Yüksek Lisansı, başarılı bir şekilde tezini savundu “İRAK ARAÇ PLAKALARI İÇİN OTOMATİK TANIMA SİSTEMİ”, İlgili mevzuatta belirtilen şartları yerine getirdikten sonra, imzaları aşağıda belirtilen jüri önünde hazırlamıştır.

**Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Necip Gökhan KASAPOĞLU**  
İstanbul Aydın Üniversitesi

**Jüri Üyeleri:**

<b>Prof. Dr. ADI SOYADI</b> İstanbul Aydın Üniversitesi	.....
<b>Prof. Dr. ADI SOYADI</b> İstanbul Aydın Üniversitesi	.....
<b>Prof. Dr. ADI SOYADI</b> İstanbul Aydın Üniversitesi	.....

**Teslim Tarihi: 15 Ocak 2019**

**Savunma Tarihi: 26 Şubat 2019**





*Tez çalışmamı annem, babam ve kardeşlerime adıyorum...*



## **ÖNSÖZ**

Tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Necip Gökhan KASAPOĞLU' na bu tezi yaparken rehberlik, ilham ve değerli tavsiyeleri ve katkıları için teşekkürlerimi ifade etmek isterim. Ayrıca, destekleri için İstanbul Aydın Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümüne teşekkür ederim.

Son olarak sevgili arkadaşlarıma bu tezin başarılı bir şekilde tamamlanabilmesi için desteklerinden dolayı iyi dileklerimi sunarım.

---

**Ocak 2019**

**Faraj Humaidan FARAJ**



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ.....	IX
İÇİNDEKİLER .....	XI
KISALTMALAR .....	XV
ÇİZELGE LİSTESİ.....	XVII
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	XIX
ÖZET.....	XXI
ABSTRACT .....	XXIII
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1 Çalışma Konusu .....	1
1.2 Tezin Tanıma Adımları .....	2
1.3 Plakanın Tanıma Uygulamaları.....	2
1.4 Literatür İncelemesi.....	3
<b>2. GÖRÜNTÜ İŞLEMENİN TEMELLERİ .....</b>	<b>7</b>
2.1 Görüntü İşlemenin Giriş .....	7
2.2 Görüntü İşlemenin Temelleri .....	7
2.3 Veri Tipleri .....	8
2.4 Desteklenen Görüntü Biçimleri.....	8
2.5 Ön İşleme .....	9
2.5.1 Yoğunluk görüntüsü (gri tonlamalı görüntü).....	9
2.5.2 İkili görüntü.....	10
2.6 Filtreleme.....	10
2.6.1 Gradyan yöntemi.....	11
2.6.2 Laplacian .....	11
2.7 Görüntü İyileştirme .....	11
2.8 Görüntü İyileştirme Teknikleri.....	12
2.8.1 Uyarlamalı histogram eşitleme (UHE).....	12
2.8.2 Histogram eşitleme .....	13
2.8.3 Kontrast sınırlı uyarlamalı histogram eşitleme .....	13
2.9 Kenar Algılama Teknikleri.....	13

2.9.1 Roberts operatörü .....	14
2.9.2 Sobel operatörü .....	15
2.9.3 Prewitt operatörü .....	15
2.9.4 Canny .....	16
2.9.5 Gaussian laplacian.....	16
<b>3. OPTİK KARAKTER TANIMA .....</b>	<b>19</b>
3.1 Giriş .....	19
3.2Optik Karakter Tanıma Giriş .....	20
3.3Optik Karakter Tanıma Sistemleri: Arka Plan ve Tarih .....	20
3.4Optik Karakter Tanıma Sistemlerinin Teknikleri .....	22
3.5Optik Tarama .....	23
3.6Konum Bölütlemesi .....	23
3.7Ön İşleme.....	24
3.7.1 Gürültü azaltma.....	24
3.7.2 Normalizasyon.....	25
3.7.3 Sıkıştırma.....	26
3.8Segmantasyon .....	27
3.8.1 Açık bölümler .....	27
3.8.2 Örtük bölümler.....	27
3.8.3 Karma stratejiler.....	28
3.9Zorluklar ve Motivasyon .....	28
3.10 Gösterim .....	30
3.10.1Küresel dönüşüm ve seri genişleme: .....	30
3.10.2İstatistiksel temsil:.....	30
3.10.3Geometrik ve topolojik temsil: .....	30
3.11 Öznitelik Çıkarma .....	31
3.11.1Yapısal özellikler .....	32
3.11.2İstatistiksel özellikler.....	32
3.11.3Küresel dönüşüm .....	33
3.12 Eğitim ve Tanıma .....	33
3.13 Düzeltme .....	33
3.14 Optik Karakter Tanıma Sistemlerinin Uygulamaları .....	34
3.14.1Kör için yardım .....	34
3.14.2Otomatik plaka okuyucuları.....	34
3.14.3Otomatik haritacılık .....	35

3.14.4	Form okuyucuları.....	35
3.14.5	İmza doğrulama ve tanımlama.....	35
3.15	Optik Karakter Tanıma Sistemlerinin Geleceği.....	35
<b>4.</b>	<b>DENEYLER VE SONUÇLAR.....</b>	<b>37</b>
4.1	Giriş .....	37
4.2	Otomatik Plaka Tanıma (ALPR) Sisteminde Kullanılan Algoritmalar.....	38
4.3	Kullanılan Donanım .....	39
4.4	İŞ ADIMLARI .....	39
4.4.1	Veri kümesi oluşturulması.....	39
4.4.2	Ön işleme sistemi .....	41
4.4.3	Kenar algılama .....	43
4.4.4	Etiketleme.....	45
4.4.5	Düşey ve yatay histogram işlemleri .....	46
4.5	Plaka Tanıma Bölümü .....	48
4.5.1	Gri seviye resmi iki seviye resme dönüştürme .....	49
4.5.2	Plaka renk çubuklarının analiz edilmesi.....	50
4.5.3	Görüntüdeki nesnelere belirlemek için plaka görüntüsünün etiketlenmesi.....	51
4.5.4	Nesnelerin karşılaştırılması .....	52
4.5.5	Araç tipini karşılaştırma .....	53
4.6	Octave Uygulaması .....	53
4.6.1	Karakter sınıflandırıcısı grafik kullanıcı arabirimi (GUI) .....	53
4.6.2	Resim yüklenmesi .....	53
4.6.3	İkili resim ve bölüt.....	54
4.6.4	Karakterlerin etiketlenmesi.....	54
<b>5.</b>	<b>SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>55</b>
5.1	Plaka Tanıma ve Kullanılan Veri Setinin Oluşturulması .....	55
5.2	Tanıma Başarımı Analizi.....	55
5.3	Plaka Yerelleştirilmesi Başarısız Olan Resimler.....	56
5.4	Avrupa ve Türk Plakalarında Yerelleştirme.....	59
5.5	Sistem başarımları .....	64
<b>6.</b>	<b>Sonuçlar, Planlanan İşler.....</b>	<b>65</b>
6.1	Sonuçlar ve Tartışma .....	65
6.2	Planlanan İşler .....	66
	<b>Kaynakça .....</b>	<b>67</b>





## KISALTMALAR

<b>OCR</b>	: Optik Karakter Tanıma
<b>LPR</b>	: Plaka Tanıma
<b>LP</b>	: Araç Plakası
<b>LPD</b>	: Plaka Tespiti
<b>LPCS</b>	: Plaka Karakter Segmentasyonu
<b>ANPR</b>	: Otomatik Plaka Tanıma
<b>SIFT</b>	: Ölçek Değişmez Özellik Dönüşümü
<b>BMP</b>	: Microsoft Windows Bitmap
<b>GIF</b>	: Grafik Değişim Dosyaları
<b>HDF</b>	: Hiyerarşik Veri Biçimi
<b>JPEG</b>	: Ortak Fotoğraf Uzmanları Grubu
<b>PCX</b>	: Boya Fırçası
<b>PNG</b>	: Taşınabilir Ağ Grafikleri
<b>TIFF</b>	: Etiketli Görüntü Dosyası Biçimi
<b>XWD</b>	: X Pencere Dökümü
<b>HE</b>	: Histogram Eşitleme
<b>UHE</b>	: Uyarlamalı Histogram Eşitleme
<b>KSUHE</b>	: Kontrast Sınırlı Uyarlamalı Histogram Eşitleme
<b>KT</b>	: Karakter Tanıma
<b>YSA</b>	: Yapay Sinir Ağları
<b>ML</b>	: Maksimum Olabilirlik
<b>SAH</b>	: Spektral Açılı Haritası

**SVM** : Support Vector Machines  
**KNN** : K nearest neighbors  
**GUI** : Grafik Kullanıcı Arayüzü  
**WOS** : Windows İşletim Sistemi  
**RGB** : Red (Kırmızı), Green (Yeşil) and Blue (Mavi)



## ÇİZELGE LİSTESİ

<b>Çizelge 3.1:</b> Farklı pozisyonlarda Arap alfabesi.....	29
<b>Çizelge 4.1:</b> Irak Araç plakalarının çeşitleri .....	38
<b>Çizelge 5.1:</b> Deneyleerde kullanılan veri seti.....	56
<b>Çizelge 5.2:</b> Sonuçların her örnek ve karakter bazında başarımı. ....	60





## ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. 1: Irak araç plaka çeşitleri.....	1
Şekil 2. 1: RGB resmin gri seviye resme dönüştürülmesi.....	9
Şekil 2. 2: Görüntünün ikili sayıya dönüştürülmesi .....	10
Şekil 2. 3: Görüntünün gradyana dönüştürülmesi .....	11
Şekil 2. 4: Laplacian kenar belirleme yöntemi .....	11
Şekil 2. 5: 2x2'lik iki Roberts çekirdeği.....	14
Şekil 2. 6: Görüntüye Roberts filtre uygulanması .....	14
Şekil 2. 7: 3x3 iki Sobel çekirdeği.....	15
Şekil 2. 8: Görüntünün Sobel filtre uygulanması .....	15
Şekil 2. 9: 3x3 iki Prewitt çekirdeği .....	15
Şekil 2. 10: Görüntüye Prewitt filtre uygulanması .....	16
Şekil 2. 11: Görüntüye Canny filyre uygulanması .....	16
Şekil 2. 12: 3x3 iki Gaussian Laplacian çekirdeği .....	17
Şekil 2. 13: İkinci türev içeren 3x3 iki Gaussian Laplacian çekirdeği .....	17
Şekil 3. 1: OCR A yazı tipi.....	20
Şekil 3. 2: OCR B yazı tipi .....	21
Şekil 3. 3: Bir OCR sisteminin bileşenleri .....	23
Şekil 3. 4: Karakterlerin normalleştirilmesi .....	26
Şekil 4. 1: Octave'de uygulanan akış şeması.....	39
Şekil 4.2: Arapçadaki M harfi ve Arapçadaki 6 sayısı .....	40
Şekil 4. 3: Orijinal resim.....	41
Şekil 4. 4: Gri seviyeye dönüştürülmüş resim .....	42
Şekil 4. 5: İkili (iki seviye) resmi .....	43
Şekil 4. 6: Sobel operatörü sonucu kenar belirleme .....	45
Şekil 4. 7: Herbir ayırık nesnenin etiketlendiği resim .....	46
Şekil 4. 8: Yatay histogram, alçak geçiren filtre ve eşikleme sonucu .....	47
Şekil 4. 9: Dikey histogram, alçak geçiren filtre ve eşikleme sonucu.....	47
Şekil 4. 10: OCR akış şeması .....	48
Şekil 4. 11: Plaka İkili resmi.....	49
Şekil 4. 12: (a) Sobel operatörü uygulandıktan sonra plaka görüntüsü (b) Kenarları daha belirgin kılmak için morfolojik genişleme operatörü uygulanması sonucu. ...	50
Şekil 4. 13: Renk kodu belirlendikten sonra program ekran çıktısı. ....	51
Şekil 4. 14: Sarı renk şeridi araç tipi olarak kamyonu gösterir. ....	51
Şekil 4. 15: Plakanın etiketlenmesi.....	52
Şekil 4. 16: Arapça olarak A ve kamyonet karakterleri.....	52
Şekil 4. 17: Araç tipini karşılaştırma sonucu.....	53
Şekil 5. 1: 1. Örnek plaka için yerelleştirme hatası.....	57
Şekil 5. 2: 1. Örnek plaka için dikey histogram ve hatalı yerelleştirme.....	57
Şekil 5. 3: 2. Örnek plaka için yerelleştirme hatası.....	58
Şekil 5. 4: 2. Örnek plaka için dikey histogram ve hatalı yerelleştirme.....	58
Şekil 5. 5: Avrupa ülkesine ait bir plaka örnek resmi .....	59

<b>Şekil 5. 6:</b> Örnek avrupa plakanın yerelleştirilmesi .....	<b>59</b>
<b>Şekil 5. 7:</b> Tanınması güç silinmiş araç plaka örneği .....	<b>62</b>
<b>Şekil 5. 8:</b> Plakanın yeniden boyutlanmış plaka .....	<b>63</b>
<b>Şekil 5. 9:</b> Plaka içindeki ayırık nesnelər .....	<b>63</b>
<b>Şekil 5. 10:</b> Plaka içinde etiketlenmiş ayırık nesnelər .....	<b>63</b>
<b>Şekil 5. 11:</b> 2. Tanınması zor silinmiş araç plaka örnek resmi .....	<b>64</b>



## IRAK ARAÇ PLAKALARI İÇİN OTOMATİK TANIMA SİSTEMİ

### ÖZET

Günümüzde insan ve araç sayısındaki artış nedeniyle araç plakalarının otomatik tanınmasına olanak veren sistemlere olan ihtiyaç artmıştır. Avrupada bir çok ülkede Türkiye' de dahil olmak üzere otomatik araç plaka tanıma sistemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Kullanım amacı, trafik denetlemesi, kontrol ve gözetleme olarak kısaca açıklanabilmektedir. Sadece devlet kuruluşları değil artık insanın ve aracın olduğu her yerde otomatik plaka tanıma sistemine ihtiyaç vardır.

Farklı ülkelerdeki otomatik araç plaka tanıma sistemi benzer özelliklere sahip yanları olabileceği gibi, ancak karakter tanıma sistemi ülkeden ülkeye farklılık gösterir. Bu tez çalışmasında Irak için bir otomatik plaka tanıma sistemi geliştirilmiştir. Bu amaçla Arapça karakter veri tabanı oluşturulmuş ve Irak' ın farklı kentlerinden farklı türdeki araç plakaları için otomatik tanıma yapılmıştır.

Uygulanan yöntemin test edilmesi için yine toplam 50 resimden oluşan bir Irak plaka tanıma veri seti oluşturulmuştur. Yapılan deneylerde uygulanan otomatik plaka tanıma sisteminin büyük oranda başarılı olduğu ancak, düşük görüş açılarıyla çekilmiş, kirli, silik veya aydınlatması uygun olmayan plakalarda tüm karakterlerin tamamıyla doğru olarak tanınmadığı raporlanmıştır. Yine ileriye dönük yapılması planlanan çalışmalarla uygulanan plaka tanıma sisteminin nasıl geliştirilebileceği açıklanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Araç Plakası, LP, Plaka Tanıma, LPR, Otomatik Plaka Tanıma, Irak plakasi, Optik Karakter Tanıma, OCR, Tespit Plakasi.





## **AUTOMATIC RECOGNITION SYSTEM FOR IRAQ VEHICLE LICENSE PLATES**

### **ABSTRACT**

Due to the increase in the number of people and vehicles nowadays, the need for systems that allow automatic recognition of vehicle license plates has increased. In many countries in Europe including Turkey, automatic license plate recognition system is widely used. Intended use can be briefly explained as traffic monitoring, control and surveillance. Automatic license plate recognition is needed not only for government organizations, but also for people and vehicles everywhere.

The automatic vehicle license plate recognition system in different countries may have similar features, however the character recognition system differs from country to country. In this thesis, an automatic license plate recognition system has been developed for Iraq. For this purpose, Arabic character database was created and automatic recognition was made for different types of license plates of different cities of Iraq.

A total of 50 pictures of an Iraqi plate recognition data set were created for testing the applied method. It is reported that the automatic plate recognition system applied in the experiments is highly successful, but not all the characters can be fully recognized in the plates with low viewing angles, dirty, faded or unsuitable lighting. Again, it is explained how to improve the plate recognition system applied with the studies planned for future.

**Key Words:** *License Plate, LP, Optical Character Recognition, OCR, Automatic Number Plate Recognition, ANPR, Plate Detection, Iraqi Lisence.*



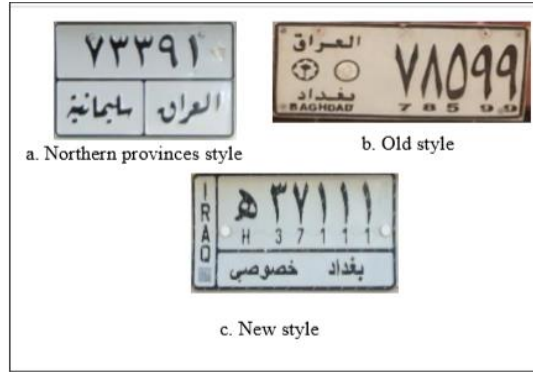
# 1. GİRİŞ

## 1.1 Çalışma Konusu

Sayısal görüntü işleme ve bilgisayar teknolojisinin hızla gelişmesiyle birlikte, akıllı trafik yönetim sistemi, 21. yüzyılda ulaşım yönetim sistemi için vazgeçilmez olmuştur.; Otomatik plaka tanıma sistemi, plaka konumu, karakter bölütleme ve karakter tanıma gerektiren akıllı trafik yönetim sisteminin oldukça önemli bir bölümüdür. Otomatik plaka tanıma sisteminde karakter bölütleme ve karakter tanımanın temeli olarak plaka konumunun tesbiti tüm sistemin önemli bir parçasıdır.

Bir araç plakası (LP), bir aracın benzersiz tanımlamasıdır. Plaka, dikdörtgen şekline sahiptir, harf ve sayılar içerir; Araç gövdesine sabitlenmeli (en azından arka tarafında) ve kamuya açık trafiğe çıkmak için yasal bir lisans anlamına gelmektedir [1].

Irak'ta, araç plakası Arapça olarak yazılmış olup Irak araba plakaları üç çeşittir.. İlk olarak, Şekil 1(a) 'da üç Kuzey şehri (Erbil, Sulymania ve Duhok) için kullanılan harita biçimleri gösterilmektedir. İkinci çeşit, eski tarz (2003'ten önce) Şekil 1(b)' de gösterildiği gibidir ve son olarak üçüncü tiplaka ise Şekil.1(c)' de gösterildiği gibi yeni biçimdedir [2].



Şekil 1. 1: Irak araç plaka çeşitleri

Şu anda her çeşit araç plakası yeni tipte değişmeye başlanmıştır, bu nedenle bu çalışmada araç plakaları yeni tipte tanımlanacaktır. Aracın (hususî, tarım, inşaat araçları ve özel araç) plakasının boyutları 200 x 120 milimetre olup motor plakası 320 x 160 mm boyutlarıdır. Motosiklet, için plaka dikdörtgen şekilli ve yüzde 99

alüminyumdan yaptırılırdı. Dört köşesi yuvarlak olup bir ters çerçeve ile çevrelenmiştir. Araç plakasının sol tarafında beyaz bir şerit varsa, bu aracın özel bir araç olduğunu gösterir, bu şerit kırmızı ise taksi, sarı ise hem kamyon hem de kamyonet için kullanılmaktadır. Yeşil şerit bir tarım aracını ve mavi şerit ise devlete ait resmi araçları göstermek için kullanılır. [3].

Bu tezde sadece Irak' ta kullanılan dört çeşit yeni tip plakalarının otomatik tanıtımı yapılmaktadır. Uygulamalar Octave' te yazılan programlarla gerçekleştirilmiştir.

## 1.2 Tezin Tanıma Adımları

Araç plaka tanıma sistemi beş ana aşamadan oluşur:

**(1) Resmin gri seviye resme dönüştürülmesi:** Öncelikle görüntüyü gri bir resme dönüştürün. Böylece, çeşitli plaka türlerini okumak daha kolaydır.

**(2) İkili resme dönüştürme:** İkili görüntü plaka tanıma içindaha kolay işlenebilen bir görüntüdür, boşlukların doldurulması, kenarların keskinleştirilmesi ve gürültünün çıkarılması yoluyla elde edilir [4].

**(3) Yatay ve Dikey Histogram İşleme:** Histogram dengeleme, bir görüntünün histogramının dinamik aralığının arttırıldığı tekniktir. Histogram Eşitleme (HE) çıkış görüntü şiddetleri düzgün bir şekilde dağılmasını içerecek, giriş görüntüsü içinde piksellerin yoğunluğunun değerleri atar. Kontrastı artırır ve HE'nin amacı tek tip histogram elde etmektir. Bu teknik, tüm bir görüntüde veya görüntünün sadece bir kısmında kullanılabilir [5].

**(5) Optik Karakter Tanıma (OCR) Kısmı:** Sayılar, karakterler ve sözcük tanıma için optik karakter tanıma yöntemi yapmaktadır [6].

## 1.3 Plakanın Tanıma Uygulamaları

Otomatik plaka tanıma işlevinin kullanılabileceği çeşitli uygulamalar vardır. Bunlar aşağıda özetlenmiştir:

- Park etme: plaka numarası, ön ödemeli üyeleri otomatik olarak girmek ve üye olmayanlar için park ücretini hesaplamak için kullanılmaktadır (çıkış ve giriş zamanlarını karşılaştırarak).

- Erişim Kontrolü: Bir kapı, güvenli bir alanda yetkili üyeler için otomatik olarak açılır, böylece güvenlik görevlisini değiştirir veya ona yardım eder. Olaylar bir veri tabanına kaydedilir ve olayların geçmişini aramak için kullanılabilir.
- Sınır Kontrolü: Araç numarası, ülkeye giriş veya çıkışta kaydedilir ve sınır geçişlerini izlemek için kullanılmaktadır.
- Çalınan arabalar: Geçtiğimiz günlerde 'sıcak' otomobiller için çalınan otomobillerin listesi veya ödenmemiş para cezaları. "Kara liste" gerçek zamanlı olarak güncellenebilir ve polis gücüne anında alarm verebilmektedir.
- İhlal tesbiti: Plaka numarası, hız veya kırmızı ışık sistemlerinde bir ihlal para cezası üretmek için kullanılır. İhlal cezası hazırlama manuel süreci, ek yük ve geri dönüş süresini azaltan otomatik bir işlemle değiştirilmektedir.
- Trafik kontrolü: Araçlar giriş izinlerine göre farklı şeritlere yönlendirilebilir. Sistem, trafik sıkışıklığını ve katılımcı sayısını etkili bir şekilde azaltmaktadır.
- Pazarlama aracı: Araç plakaları, sık sık ziyaretçilerin bir listesini pazarlama amacıyla derlemek veya bir trafik profili oluşturmak için kullanılabilir (saatte veya günde giriş sayılarını gibi).
- Seyahat: Şehir rotalarında farklı konumlarda bir dizi Plaka Tanıma (LPR) nitesi kurulmakta ve geçen araç plaka numaraları puanlar arasında eşleştirilmektedir. Bu noktalar arasındaki ortalama hız ve seyahat süresi, belediye trafik yüklerini izlemek için hesaplanabilir ve sunulabilir. Ek olarak, bir hız bileşeni vermek için ortalama hız kullanılabilir.
- Havaalanı Otoparkı: Bilet sahtekarlıklarını veya hatalarını azaltmak için, LPR ünitesi araçların plaka numarasını ve görüntüsünü yakalamak için kullanılır. Bilgi, park süresini hesaplamak veya kayıp bilet durumunda park etme kanıtı sağlamak için kullanılabilir. Burada tanıtılan kullanım amacı havalimanı otoparkında görülen nispeten uzun (ve pahalı) park sürelerine sahip durumlar için önem taşır [6].

#### 1.4 Literatür İncelemesi

Plaka tanıma sisteminde görüntü çıkarma algoritması Salah Al-Shami ve arkadaşları [7] tarafından önerilmiştir. Burada, optik karakter tanıma, karakterlere ağırlıklar atanarak uygulanmaktadır. Testler gerçek dünya plakası görüntülerine uygulanmıştır. Karakter tanıma şüphesiz zor bir görevdir ve birçok araştırmacı bu sorunu çözmek için çalışmıştır. Bu süreç, her karakter dizisinin ve her karakterin ayrı ayrı seçilmesine

bağlıdır. Karakterlerin bu manuel seçimi, doğru karakter tanıma için mükemmel koşullar ürettiği için bu çok önemlidir. Bir karakterin bu tanıma planına farklı aşamalar eklenir. Karakterizasyon, karşılaştırmak için daha önce depolanmış olan karakterin kesin özelliklerine bağlıdır. Sonuçlar elde etmek için bu karakterler manuel olarak seçilen karakterlerle eşleştirilir. Suudi Arabistanda bu teknik, araç plakalarında birkaç veri kümesinde kullanılmıştır. Üretilen sonuçlar geleneksel yöntemlerin aksine önerilen tekniğin kesin ve üretken yolunu göstermiştir [7] .

Araç plaka tespiti uygulamak için birçok algoritma önerilmiştir.Üç farklı Irak araç plakası için otomatik bir plaka tanıma sistemi Safaa S. Omran ve Jumana A. Jarallah tarafından önerilmiştir [6]. Burada farklı plaka tipleri, plaka boyutuna bağlı olarak belirlenmiştir. Bir optik karakter tanıma (OCR) sistemi korelasyon yaklaşımı ve her bir sayı, karakter ve kelimeyi alt görüntülere bölerek plaka tanıma için eşleşen şablonlar ile kullanılır. Kullanılan yazılım OCTAVE' dır. Irak plakalarında karakterlerin ve sayıların tanınması yakalanan görüntüdeki farklı arka ve ön plan renkleri olması ve aynı şehirdeki her plaka için farklı yazı tipi stillerinin bulunması dolayısıyla daha zordur. Yakalan görüntüler farklı aydınlatma dolayısıyla gürültülü olabilirler. İlk önce plakanın yerinin resimde belirlenmesinden sonra Plaka Tespiti (LPD) plakanın üç tür arasından hangi tür araçlara ait olduğu belirlenir ve ön işleme ile görüntüyü geliştirmek için Otsu'nun yöntemi [6] ve morfolojik işleme işleme kullanılır. Plaka Karakter Segmentasyonu (LPCS) ve OCR ile, plakadaki karakterlerin tanınması gerçekleştirilir. OCR için ise GNU Ocrad kullanılmıştır.

S. Kranthi ve arkadaşları [8], Otomatik Plaka Tanıma (ANPR) olarak adlandırılan plakalardaki karakterin tanınması için bir teknik önermişlerdir. Önerilen çalışmada, temel olarak iki kısa stratejiye odaklanan "özellik tabanlı bir plaka yerinin belirlenmesi" önerilmiştir. İlk strateji, kenar algılama tekniğini içermektedir. İkinci strateji, görüntü kalitesini iyileştirmek için görüntü üzerine çeşitli filtrelerin uygulanmasını içermektedir. Bu stratejiler, otomatik plaka algılama ve tanıma çerçevesini üstün bir şekilde oluşturmak için kullanılmıştır. ANPR araç aktivitelerini takip etmek için kamera kullanan çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu yaklaşımda, kameralar araçların fotoğraflarını çekmek için kullanılır. Bu resimler, araç plakasının bulunduğu arka ucundadır. Algoritmayı ilk uygulayarak, araç plakası görüntüden yeri belirlenir ve daha sonra plaka tanıma bilgisini almak için karakter tanıma algoritması uygulanır. Bu görev, yüksek tanımlı kameraların yardımı ile etkin

bir şekilde uygulanır, böylece görüntü kalitesi yüksektir ve veriler görüntüden çıkarılabilmektedir.

Malezyalı özel plakaların tanınması için önerilen algoritma, görüntü ön işleme, Ölçek Değişmez Özellik Dönüşümü (SIFT) özellik ayıklama, kilit nokta eşleştirme ve nesne yeri belirlenmesi olmak üzere dört adımdan oluşur. Tanıma işlemi, tespit edilen plaka ile her bir şablonun, vektörlerinin ortak bir ölçüsü olarak Öklid mesafesine dayanan bir dizi öznitelik noktası ile karşılaştırılarak gerçekleştirilir. Bu teknikte, normalde harflerin küçük harflerle yazıldığı, italik ve yüksek oranda bağlı örnekler taşıyan plakalar işlenmiştir. Bu örneklerin, diğer standart plakalar gibi ayrı karakterlere ayrılmaları zor olduğu için tanıma için ayrı ayrı ele alınması gerekir. [9].

Bolotova Yu.A. ve arkadaşları [10], plakaların tanınma başarımlarını arttırmak için bir hiyerarşik geçici bellek modeli önermişlerdir. Bir araç plakasının resimlerden etkili bir şekilde tanımlanması, kolay bir görev değildir. Plakanın tanınması ile ilgili ana hatlar, görüntü üzerindeki plakanın yerinin belirlenmesi, daha sonra her bir karakter üzerinde karakter bölütlemesi ve daha sonra optik karakter tanıma işleminin uygulanması olarak tanımlanabilir. Toplanan görüntüler her zaman mükemmel koşullarda değildir. Bazı nesnelere tarafından plaka görünümünün kısmen engellendiği resimler ve bazı açısal eğimlerde çekilen görüntüler plaka tanımanın daha zor olduğu durumları temsil eder. Bu makalede [10], görüntü üzerinde herhangi bir başka görevi gerçekleştirmeden önce görüntüleri filtreleyecek bir tekniğin uygulanmasına odaklanılmaktadır. Ön işlemde geçen görüntüler daha sonra karakter bölütlenmesi yapmak için işlenmektedir. Daha sonra karakter tanıma, hiyerarşik geçici bellek modeli tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu yaklaşımın başarımlarını arttırmak için görüntüleri filtrelemek, tekniğin geri kalanının etkinliğine büyük ölçüde yardımcı olmuştur. Dar açılardan alınan görüntüler dikkate alınırsa, karakter segmentasyonunun etkinliğinin azaldığı görülür. Önerilen algoritmalar, bozuk metin bölümlendirme ve tanıma için de kullanılabilir. Plakadan gelen karakterlerin tanımlanması için kullanılan bu yöntem, ön filtreleme bileşeni olmadan tekniğin uygulamasından daha iyi sonuç vermektedir.

Plakanın tanınması ile ilgili ana hatlar, görüntü üzerindeki plakanın yerinin belirlenmesi, ardından her bir karakter üzerinde karakter segmentasyonunun başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi ve daha sonra optik karakter tanıma işleminin uygulanması olarak özetlenebilir. Otomatik plaka algılamasını, örneğin aracın şekli ile birlikte bir araya getirecek yeni bir model önermektedirler. SUV " spor yardımcı araç

", Sedan "üç kutu tasarımında bir araç" ve Hatchback " bir yük bölgesi ile otomatik vücut düzeni ". Son olarak, sonuçlarımızı, o aracın meşru özellikleri ve bilgisine sahip olan ve herhangi bir tutarsızlık olduğunda otomatik olarak uyarı veren bir veri tabanı ile karşılaştırıyoruz. Bu tür modeller sınır güvenliği, apartman girişi vs. bir parçası olarak kullanılabilir [11].





## 2. GÖRÜNTÜ İŞLEMENİN TEMELLERİ

### 2.1 Görüntü İşlemenin Giriş

Otomatik plaka tanıma işleminin ilk adımı, bir sayı plakası alanının algılanmasıdır. Bu sorun, orijinal bir görüntüdeki sayı plakasının dikdörtgen bir alanını tespit edebilen algoritmaları içermektedir. İnsanlar, doğal bir dilde bir plakayı “resmi tanımlama amacıyla bir araca bağlanmış küçük plastik veya metal bir plaka” olarak tanımlarlar, ancak makineler bu tanımlamayı anlamadıkları gibi, “araç”, “yol”, ya da başka tanımlarıda görüntü işleme algoritmaları olmadan anlayamazlar. Bu nedenle, makineler için anlaşılabilir olacak tanımlayıcılara dayanan bir sayı plakasının alternatif bir tanımını bulmaya ihtiyaç vardır. Numara plakasını “yatay ve dikey kenarların artan oluşumu ile dikdörtgen bir alan” olarak tanımlayalım. Küçük bir alandaki yatay ve dikey kenarların yüksek yoğunluğu, çoğu durumda bir sayı plakasının kontrast karakterlerinden kaynaklanır, ancak her durumda bu durum doğru değildir. Bu işlem bazen bir sayı plakasına karşılık gelmeyen yanlış bir alan tespit edebilir. Bu nedenle, genellikle algoritma ile plaka için birkaç olası plaka bölgesini tespit ediyoruz. [12]

Bu çalışmada Octave'daki görüntülerin nasıl tespit edileceği ve araç plakasının nasıl okutulacağı konusunda yöntemlere yönelik işlemlerincelenmektedir. Octave'da görüntülerle çalışırken, bir resim yüklemek, doğru biçimi kullanmak, verileri farklı veri türleri olarak kaydetmek, bir görüntüyü nasıl görüntüleyeceğinizi, farklı resim biçimleri arasında dönüştürme gibi otomatik plaka tanıma işlemlerinde kullanılan birçok adım vardır. Bu bölümde bu işlemler için tasarlanmış bazı komutlar özetlenmektedir. Bu komutların çoğu, Octave ile yüklü görüntü işleme araçlarına sahip olmanızı gerektirmektedir.

### 2.2 Görüntü İşlemenin Temelleri

Sayısal görüntü, ekranda küçük noktalar olarak düşünülebilecek piksellerden oluşmaktadır. Sayısal bir görüntü, her bir pikselin renklendirilmesi hakkında bir talimattır. Bir resmin boyutunun 512 x 512 piksel olduğunu düşünelim. Daha sonra

görüntünün boyutlarının  $2^n$  nin üstel biçimde olduğunu görülecektir. Örneğin,  $2^9 = 512$ . gibi. Genel durumda, dikey yönde  $m$  piksellerden ve  $n$  yatay yönde piksellerden oluşan bir görüntünün  $m$ -ile- $n$  boyutunda olduğunu söylenebilir.  $512 \times 1024$  piksel biçiminde bir görüntümüz olduğunu düşünelim. Bu, görüntünün verilerinin çok fazla bellek gerektiren  $524288$  piksel hakkında bilgi içermesi gerektiği anlamına gelir! Bu nedenle, görüntülerin sıkıştırılması verimli görüntü işleme için çok önemlidir. Daha sonra Fourier analizi ve Dalgacık analizinin bir görüntüyü önemli ölçüde sıkıştırmamıza nasıl yardımcı olabileceğini görülebilir. Bir görüntüyü saklamak için gereken veri miktarını azaltmak için entropi kodlaması gibi yöntemler kullanılabilir [13].

### 2.3 Veri Tipleri

OCTAVE resim görüntüleme için üç farklı sayısal veri tipini destekler:

- Çift kesinlikli kayar nokta (double)
- 16 bit işaretli tam sayı (uint16)
- 8 bit işaretli tam sayı (uint8)

Görüntü gösterme komutları, verilerin saklandığı sayısal sınıfa bağlı olarak veri değerlerini farklı şekilde yorumlar. Görüntüler, 8 ve 16-bit görüntüler için depolamanın iç işleyişiyle ilgili ayrıntıları içerir. Varsayılan olarak, çoğu veri, sınıf çiftinin dizilerini işgal eder. Bu dizilerdeki veriler, çift duyarlılık (64 bit) kayan noktalı sayılar olarak saklanır. Tüm OCTAVE fonksiyonları ve yetenekleri bu dizilerle çalışmaktadır.

### 2.4 Desteklenen Görüntü Biçimleri

OCTAVE komutları, görüntüler için çeşitli grafik dosya formatlarını okur, yazar ve görüntüler. OCTAVE tarafından oluşturulan görüntülerde olduğu gibi, bir grafik dosya formatı görüntüsü görüntülendiğinde, bir görüntü nesnesi haline gelmektedir. OCTAVE aşağıdaki grafik dosya formatlarını ve diğerlerini destekler:

BMP (Microsoft Windows Bitmap)

GIF (Grafik Değişim Dosyaları)

HDF (Hiyerarşik Veri Biçimi)

JPEG (Ortak Fotoğraf Uzmanları Grubu)

PCX (Boya Fırçası)

PNG (Taşınabilir Ağ Grafikleri)

TIFF (Etiketli Görüntü Dosyası Biçimi)

XWD (X Pencere Dökümü) [14]

İnternette bulduğumuz çoğu görüntü, resimler için en yaygın olarak kullanılan sıkıştırma standartlarından birinin adı olan JPEG görüntüleridir. Bir resmi kaydettiğimizde, genellikle uzantısı hangi formatta saklandığını göstermektedir.

## 2.5 Ön İşleme

Otomatik plaka tanıma sistemi birçok zorlukla karşı karşıyadır. Dolayısıyla, bu adım giriş görüntüsünü iyileştirmek ve bir sonraki işlem adımları için daha uygun hale getirmek için gereklidir. Önışlemede yapılan ilk adım, görüntüdeki karanlık değerli alanların parlaklık seviyelerini artırarak görüntüyü iyileştirme uygulamasıdır. Bu, çoğunlukla karakterlerin ve plaka kenarlarının kalınlaştırılması ve Irak plaka karakterleri ve kenarlarında görünen diyagonal şeritlerin etkisini ortadan kaldırmak için yapılmaktadır. Bu işlem, renkler arasındaki ayrımı arttırmak için görüntünün doygunluğunu artırarak takip edilir. Ardından görüntü gri tonlamaya dönüştürülür. Böylelikle ön işleme arka planı ayırmak için görüntü kontrastını artırmaktadır [15].

### 2.5.1 Yoğunluk görüntüsü (gri tonlamalı görüntü)

Gri düzeyler, gri tonlamalı görüntü işlemede nicelik aralığını temsil eder. Şu anda en yaygın kullanılan depolama yöntemi 8-bit depolamadır. 8 bit gri tonlamalı görüntüde 256 gri seviye vardır ve her pikselin yoğunluğu 0 ile 255 arasında olabilir, 0 siyah ve 255 beyazdır. Yaygın olarak kullanılan başka bir depolama yöntemi 1 bit depolamadır. Medikal görüntülerde sıklıkla kullanılan, ikili görüntü olarak adlandırılan, siyah ve beyaz olmak üzere iki gri seviye vardır. [16] İkili görüntülerin kullanımı kolay olduğundan, diğer depolama biçimi görüntüleri, geliştirme veya kenar algılama için kullanıldığında genellikle ikili görüntülere dönüştürülür. Şekil (2.1) de tipik bir gri skala görüntüsünü ve bir ikili görüntüyü göstermektedir.



Şekil 2. 1: RGB resmin gri seviye resme dönüştürülmesi.

### 2.5.2 İkili görüntü

İkili Görüntü, bir piksel değerinin iki piksel değerinden birine atanabileceği sayısal bir görüntüdür. Genelde ikili görüntü için kullanılan iki renk siyah ve beyazdır. Şekil 2’de çiçekler gri görüntüsü ikili görüntüye dönüştürülür, bu her pikselin tek bir bit olarak saklandığı anlamına gelir (0 veya 1). Sayısal görüntü işlemede maskeler olarak veya bölütleme, eşikleme ve duraksama gibi bazı sık kullanılan işlemlerin sonucu olarak kullanılan ikili görüntüler [17]. Şekil (2:2) de gösterilmektedir.



Şekil 2. 2: Görüntünün iki sayılı resme dönüştürülmesi.

### 2.6 Filtreleme

Komşu pikseller arasındaki parlaklık seviyesi değerinin büyük ölçüde değiştiği açıkça anlaşılabilir. Bundan dolayı, daha fazla bilgi kaybını önlemek için, düşük geçişli bir sayısal filtre aracılığıyla histogramların dönüştürülmesiyle değerlerdeki değişikliklerin ortalaması alınır. Bu adım sağ ve sol taraf değerleri göz önünde bulundurularak yapılır. Filtrelemeden önceki ve sonraki histogramlar gösterilir, histogramlar alçak geçiren filtresinden geçirildikten sonra, istenmeyen bölgeler başka bir filtre kullanılarak görüntüden çıkarılır. Düşük histogram değerlerine olan satır ve sütunlar istenmeyen bölgeler olarak kabul edilir. Alt histogram değerleri komşu pikseller arasında çok daha az değişim gösterdiğinden bir plaka ile bölge içinde alfanümerik karakterler ile düz bir arka plan içerdiğinden, komşu piksellerdeki, özellikle karakterlerin ve plakaların kenarlarındaki fark çok yüksek olacaktır ve daha düşük değerlerin yatay ve dikey histogramları artık gerekli olmayacaktır. Böylece, plakalar hem yatay hem de dikey histogramlara uygulanan dinamik eşik kullanılarak filtrelenir. Filtrelenmiş histogram, sayı plakasını ihtiva etme olasılığı en yüksek olan bölgelerden oluşmaktadır [18].

Kenarları tespit etmek için birçok yöntem vardır; Çoğunlukla bu yöntemler iki kategoride toplanabilir.

### 2.6.1 Gradyan yöntemi

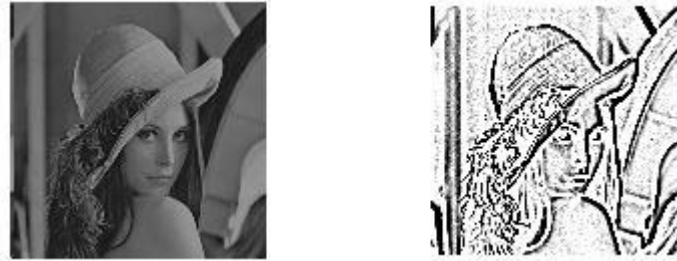
Görüntünün ilk türevinde maksimum ve minimumları arayarak kenarları algılar. Örneğin tespit edilen özelliklerin çok keskin kenarları olduğu Roberts, Prewitt, Sobel gibi filtreler kullanılabilir. Şekil (2.3) 'te görüntünün gradyana dönüştürüldüğü ve kenarlar belirgin bir şekilde görüntüde görülmektedir.



Şekil 2. 3: Görüntünün gradyana dönüştürülmesi

### 2.6.2 Laplacian

Laplacian yöntemi, kenarları bulmak için görüntünün ikinci türevinde sıfır geçişleri arar. Bir kenarın ve bir rampanın üç boyutlu şekli vardır ve görüntünün türevini hesaplamak yerini belirleyebilir.



Şekil 2. 4: Laplacian kenar belirleme yöntemi

Kenarlar, bakış açısına bağlı olabilir: bunlar, bakış açısı değiştiğinde ve tipik olarak, yüzey işaretleri ve yüzey şekli gibi görüntülenene nesnelerin özelliklerini yansıtan sahnenin geometrisini yansıtacak şekilde değişebilen kenarlardır. Şekil (2:4) 'te Laplacian resmi yöntemi gösterilmektedir. Buna karşılık tipik bir kenar, bir kırmızı renk bloğu ve bir sarı blok arasındaki sınır olabilir. [19]

## 2.7 Görüntü İyileştirme

Kontrast geliştirmeleri, nesnelere ve arka planlar arasındaki parlaklık farkını artırarak nesnelerin algılanabilirliğini geliştirir. Kontrast geliştirmeleri, tipik olarak, her ikisi de tek bir aşamada gerçekleştirilebilmesine rağmen, bir ton artışı ile takip edilen bir

dinamik aralık azaltılması olarak gerçekleştirilmektedir. Bir kontrast dinamik aralık azaltılması, parlaklık farklarını görüntüdeki dinamik aralık boyunca homojen olarak geliştirirken, tonal geliştirmeler gölgedeki (karanlık), orta tondaki (gri) veya parlak bölgelerin parlaklık farklılıklarını iyileştirirken iyileştirir diğer bölgelerinde kontrast iyileştirmesi sağlar.

Görüntü iyileştirme, sayısal görüntü işlemenin en basit ve en çekici alanları arasındadır. Temel olarak, iyileştirme tekniklerinin ardındaki fikir, gizlenmiş detayların ortaya çıkarılması ya da sadece bir görüntüdeki belirli özelliklerin vurgulanmasıdır.

Görüntünün geliştirilmesinin temel ilkesi, bir görüntünün belirli bir özelliği uygulamak için orijinal görüntüden daha uygun olmasını sağlayacak şekilde işlenmesidir. Görüntü iyileştirilmesi uygulamaya bağlı olarak farklı şekilde uygulanabilir. Görüntü işleme tekniklerinde kullanılan farklı yöntemler ve teknikler önemli bir araştırma konusudur. Görüntü iyileştirmenin başarımını ölçen özel bir kıstas yoktur. Görüntü işlendiğinde, izleyici belirli bir yöntemin ne kadar iyi çalıştığının kontrol edebilir.

## **2.8 Görüntü İyileştirme Teknikleri**

Histogram eşitleme (HE), basit ve yaygın olarak kullanılan bir görüntü kontrastı iyileştirme tekniğidir. HE'nin temel dezavantajı, görüntünün parlaklığını değiştirmesidir. Bu dezavantajın üstesinden gelmek için çeşitli HE yöntemleri önerilmiştir. Bu yöntemler çıktı görüntüsündeki parlaklığı korur, ancak doğal bir görünüme sahip değildir.

### **2.8.1 Uyarlamalı histogram eşitleme (UHE)**

görüntülerde kontrastı geliştirmek için kullanılmaktadır. Uyarlamalı histogram eşitlemesinde, bir görüntünün farklı bir bölümüne karşılık gelen uyarlamalı yöntemde farklıdır. Bir görüntünün her bölgesinin kontrastı Histogram Eşitlemesi ile yeterince geliştirilemeyecektir. UHE, her bir pikseli komşu bölgeden türetilmiş bir dönüşüm fonksiyonu ile dönüştürerek bu iyileştirmeyi geliştirir. Böylece, görüntünün bölgelerindeki gürültü bölümünü azaltır. Ayrıca UHE, gri tonlamalı ve renkli görüntünün kontrastını iyileştirme özelliğine sahiptir [20].

### 2.8.2 Histogram eşitleme

Bir resmin histogramı gri seviyelerle ilgilidir. Verilen görüntünün karanlık bir görüntü, yumuşak bir görüntü, düşük kontrast yada yüksek kontrastlı olduğuna karar vermek için histogramlar kullanılmaktadır. Bir görüntü için ayırık işlev kullanılarak ifade histogram edilebilmektedir. Görüntünün görsel olarak görünümünü iyileştirmek için histogram eşikleme (HE) kullanılır [21]. Bu teknik şunları içerir: 1) Görüntüyü bölerek parçalara ayırmak. 2) Histogram, gri düzeyler için piksel yoğunluğu değerlerini bulmak için uygulanmaktadır ve görüntü, 0 ila 255 aralığında gri seviyelere veya yoğunluklara sahiptir. 3) Histogram Eşitleme, yoğunluk değerlerini hesaplamak ve gelişmiş bir görüntü elde etmek için piksellerin eşit dağılımını sağlamak için kullanılmaktadır. Böylece, bir görüntü için piksellerin dinamik aralığını büyütmek için HE tekniği kullanılmaktadır.

### 2.8.3 Kontrast sınırlı uyarlamalı histogram eşitleme

Kontrast Sınırlı Uyarlamalı Histogram Eşitleme (KSUHE), yönteminde giriş ve işlenmiş görüntü ortalama parlaklığı arasındaki farkı en aza indirgenir ve görüntü keskinleştirmek için wiener filtrelemesini kullanılır. Yöntem, çıktı görüntüsündeki kontrast artırım seviyesini kontrol etme yeteneğine sahiptir [22]. Standartları KSUHE (kontrast sınırlı uyarlamalı histogram eşitleme) ile dönüştürerek gri tonlamalı görüntünün kontrastını artırır. Tam görüntü yerine resmin içindeki küçük bölgelere histogram eşitleme uygulanır [23]. Tamamen bölgesel kontrast geliştirilmiş olup, çıkış bölgesinin histogramı yayılma kriteri tarafından belirlenen histogramla tamamen eşleşir. Yakındaki bölgelerde yapay olarak ortaya çıkan sınırları kaldırmak için enterpolasyon uygulanabilir. Kontrast, özellikle homojen alanlarda, görüntüde mevcut olabilecek herhangi bir gürültüyü iyileştirmek için kısmi uygulanabilir.

## 2.9 Kenar Algılama Teknikleri

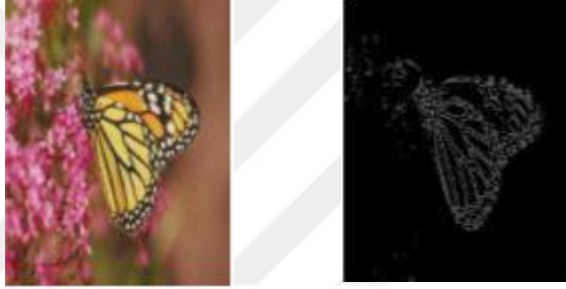
Robert, Sobel, Prewitt, basit ve kullanımı kolay ancak gürültüye karşı oldukça hassas olan klasik kenar belirleme operatörleri olarak sınıflandırılır. Klasik operatörler ve canny operatörü, birinci mertebeden türev tabanlı kenar algılama (Gradient yöntemi) kategorisindedir. Marr-Hildreth kenar detektörü, görüntünün ikinci türevini almak için Laplacian'ı kullanan bir gradyan tabanlı operatördür.

### 2.9.1 Roberts operatörü

İndirgeme tabanlı bir operatördür. Ayrı farklılaştırma yoluyla diyagonal olarak bitişik görüntü pikselleri arasındaki farkın karelerinin toplamını hesaplar ve daha sonra bir görüntünün yaklaşık gradyanını hesaplar. yani Roberts kenar dedektörü, ilk türevleri bitişik pikseller arasındaki farklar olarak dijital olarak yaklaşık olarak belirlemek için aşağıdaki maskeleri kullanır. [24] Giriş görüntüsü, varsayılan operatör çekirdekleriyle ve indirgenmiş büyüklükte ve yönlere hesaplanır. Aşağıdaki Şekil 2.5 te 2x2'lik iki çekirdek kullanır. Şekil 2.6 da görüntünün Roberde dönüştürülmektedir.

$$\begin{array}{cc} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{array} \quad \begin{array}{cc} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{array}$$

Şekil 2. 5: 2x2 boyutlu iki Roberts çekirdeği



Şekil 2. 6: Görüntüye Roberts filtre uygulanması.

Bu operatörün avantajı basitliğidir, ancak küçük bir çekirdeğe sahip olması dolayısıyla gürültüye karşı oldukça hassastır ve günümüz teknolojisi ile çok uyumlu değildir.



### 2.9.2 Sobel operatörü

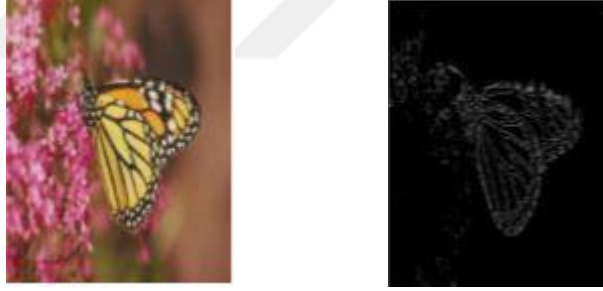
Sobel operatörü, kenar algılama için görüntü yoğunluğu işlevinin türevini hesaplamak için kullanılan ayrı bir operatördür. Bir görüntünün her bir pikselinde, ya karşılık gelen eğim vektörünü verir ya da vektöre diktir. Bu, giriş görüntüsünü çekirdeğe dönüştürür ve değişim büyüklüğünü ve yönünü hesaplar. Aşağıdaki Şekil 2.7 de 3x3 iki çekirdeği kullanır.

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

Şekil 2. 7: 3x3 boyutlu iki Sobel çekirdeği

Roberts operatörüne kıyasla, yavaştır ancak büyük çekirdeği olduğundan, Roberts operatörüne kıyasla gürültüye daha az duyarlıdır. Daha büyük bir maskeye sahip olarak, gürültüden kaynaklanan hatalar, maske mahallinde yerel ortalamaya göre azalır, bu nedenle çalışmamızda kenarları tespit etmek için sobel operatörü kullanılmıştır [25].



Şekil 2. 8: Görüntüye Sobel filtre uygulanması.

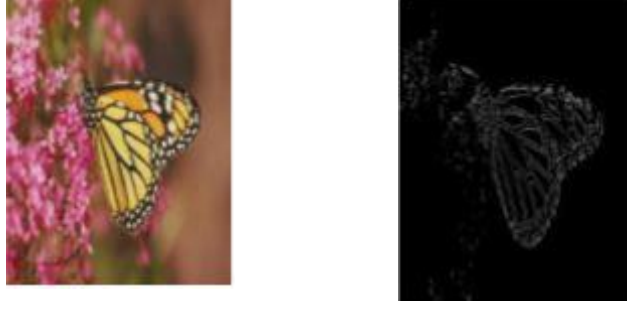
### 2.9.3 Prewitt operatörü

Prewitt operatörü, Sobel operatörüne benzer ve resimlerdeki dikey ve yatay kenarları tespit etmek için kullanılır.

-1	0	+1
-1	0	+1
-1	0	+1

+1	+1	+1
0	0	0
-1	-1	-1

Şekil 2. 9: 3x3 boyutlu iki Prewitt çekirdeği



**Şekil 2. 10:** Görüntüye Prewitt filtre uygulanması

#### 2.9.4 Canny

Kenar algılama algoritması olan Canny, çoğu optimum kenar dedektörü olarak bilinir. Canny'nin amacı, çalışmasına başladığı sırada çok sayıda sınır dedektörünü geliştirmektir.

Farkın büyüklüğü veya kenar gücü, aşağıdaki formülü kullanarak yaklaşık olarak tahmin edilir [26]

$$| G | = | G_x | + | G_y | \quad (2.1)$$



**Şekil 2. 11:** Görüntüye Canny filtre uygulanması

#### 2.9.5 Gaussian laplacian

Laplacian, bir görüntünün 2. uzamsal türevinin 2 boyutlu izotropik ölçüsüdür. Bir görüntünün Laplace oluşu, hızlı şiddet değişiminin bölgelerini vurgular ve bu nedenle genellikle kenar tespiti için kullanılır. Laplacian sıklıkla, gürültüye karşı duyarlılığını azaltmak için bir Gaussian smoothing filtresine uygulanarak düzeltilmiş bir görüntüye sıklıkla uygulanır. Operatör normalde giriş olarak tek bir gri seviye görüntüsü alır ve çıktı olarak başka bir gri seviye görüntü üretir.

-1	0	+1
-2	0	+2
-1	0	+1

+1	+2	+1
0	0	0
-1	-2	-1

**Şekil 2. 12:** 3x3 boyutlu iki Gaussian Laplacian çekirdeği

The Laplace operatörü  $L(x,y)$  piksel parlaklık seviyesi  $I(x,y)$  için aşağıda gösterilmiştir:

$$L(x,y) = \frac{\partial^2 I}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 I}{\partial y^2} \quad (2.2)$$

Giriş görüntüsü bir dizi ayrı piksel olarak gösterildiğinden, Laplacian'ın tanımında ikinci türevleri tahmin edebilen ayrı bir konvolüsyon çekirdeği bulmamız gerekir. Yaygın olarak kullanılan iki tane 3\*3 küçük çekirdek Şekil 'te gösterilmiştir.

1	1	1
1	-8	1
1	1	1

-1	2	-1
2	-4	2
-1	2	-1

**Şekil 2. 13:** İkinci türev işlevli 3x3 boyutlu iki Gaussian Laplacian çekirdeği

Bu çekirdekler, görüntü üzerinde ikinci bir türevi almaya karşılık olduğundan, gürültüye çok duyarlıdır. Buna karşı, Laplace filtresini uygulamadan önce görüntü genellikle Gaussian filtresiyle yumuşatılır. Bu ön işlem adımı, farklılaşma aşamasından önce yüksek frekanslı gürültü bileşenlerini azaltır.

Aslında, konvolüsyon işlemi birleştirici olduğundan, ilk önce Gaussian yumuşatma filtresini Laplacian filtreye birleştirilebilir ve daha sonra bu tümleşik filtreyi istenen sonuç elde etmek için görüntüye uygulayabiliriz. Bu şekilde iki filtreyi tümleşik uygulamanın iki avantajı vardır. Hem Gauss hem de Laplace çekirdekleri genellikle

görüntüden çok daha küçük olduğundan, bu tümeleşik yöntem genellikle iki filtrenin ayrı ayrı uygulanmasından daha az aritmetik işlem gerektirir [27].



### 3. OPTİK KARAKTER TANIMA

#### 3.1 Giriş

Burada kullanılan yöntem ile ilgili olarak, ilk önce plaka görüntüsünden karakter okumayı kolaylaştırmak için görüntüyü gri ölçek görüntüsüne dönüştürürüz. Daha sonra morfolojik operatörlerden “genişleme” uygulanarak boşlukların doldurulmasıyla daha net bir görüntü elde edilir. Ön işlem olarak kenarlar keskinleştirilir, gürültü azaltılır ve karanlık ile parlaklık arasındaki farklar belirginleştirilerek kontrast iyileştirilmesi uygulanır. Ek olarak, görüntünün her bir pikseli kontrol edilerek yatay ve dikey yönde uygulanan yüksek geçiren filtrelerle bitişik pikseller arasındaki piksel değerindeki fark hesaplanır ve bu ardışık pikseller arasındaki gri ölçek değerindeki fark, belirli bir sınırı aşarsa bu şekilde araç resminde plaka konumu belirlenebilir. Burada anlatılan işlemler aşağıda detaylandırılmıştır.

Resmi Gri Seviye Resme Dönüştürme: Öncelikle görüntüyü gri seviye bir resme dönüştürülür. Böylece, çeşitli plaka türlerini okumak kolaylaşır.

İkili resim elde etme: İkili resim plaka tanıma için daha iyi bir görüntüdür, deliklerin doldurulması, kenarların keskinleştirilmesi ve gürültünün çıkarılması yoluyla elde edilir. Koyu ve açık tonlar arasındaki farklar da daha belirgindir.

Yatay ve Dikey Histogram İşleme: Görüntünün her bir sütunu ve satırı algoritma tarafından işlenir, bitişik pikseller arasındaki piksel değeri farkı hesaplanır. Ardışık pikseller arasındaki gri seviye değerindeki fark belirli bir sınırı aşarsa, o zaman söz konusu fark sütunun toplamı hesaplanır. Burada kenar işleme kullanılır. En yüksek dikey ve yatay histogram değerine sahip bölge, sayı plakasını içerecektir.

Araç Plaka Görüntüsü: Histogram işleme kullanılır ve en yüksek beyaz piksel histogramı olan bölge, araba plakasını içerir.

### **3.2 Optik Karakter Tanıma Giriş**

Optik karakter tanıma (OCR), alfanümerik veya diğer karakterlere karşılık gelen bir sayısal görüntüde bulunan optik modellerin sınıflandırılması işlemidir. OCR, hem akademik araştırmalarda hem de endüstride giderek daha fazla dikkat çekmiştir. OCR teknolojisi, taranan kağıt belgeler, pdf dosyaları veya sayısal kamera tarafından çekilen resimler gibi farklı türde belgeleri düzenlenebilir işlenebilir ve aranabilir veriler haline getirmemizi sağlar. OCR, otomatik tanımlama yapan makine öğrenmesi teknikleri ailesine ait bir uygulamadır. Otomatik tanımlama, tanıma sisteminin nesnelere otomatik olarak tanımladığı, bunlar hakkındaki verileri topladığı ve verileri doğrudan bilgisayar sistemlerine girdiği, yani insan katılımı olmayan bir süreçtir. Harici veriler, görüntü, ses veya video analiziyle yakalanır. Verileri yakalamak için, gerçek görüntüyü veya sesi sayısal bir dosyaya dönüştüren bir dönüştürücü kullanılır. Dosya daha sonra depolanır ve daha sonra optik olarak işlenen karakterleri tanıma sorunu ile bilgisayarlar tarafından OCR tekniği kullanılarak analiz edilebilir. Optik tanıma, yazma veya yazdırma tamamlandıktan sonra çevrimdışı gerçekleştirilirken, bilgisayar, karakterleri çizildikleri gibi tanıdığında çevrimiçi tanıma sağlanır. Hem basılı hem de sayısal ortamda bulunan karakterler tanınabilir, ancak performans doğrudan girdi belgelerinin kalitesine bağlıdır [28].

### **3.3 Optik Karakter Tanıma Sistemleri: Arka Plan ve Tarih**

İlk başta dizgilerde sadece döküm metal tipi karakterler kullanılmıştır. Gutenberg'den yüzyıllar sonra, karakterler kesilip, kalıplanıp, döküldü ve elle ayarlanmıştır. Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra bu zahmetli süreç, klavyeye dayalı kompozisyon ve Monotype ve Linotype sistemleri gibi dizgi ile yerine getirildi. Litografi, 1798' de icat edildi, ancak yakın zamana kadar sadece güzel kitaplar için kullanılmıştır [29].

Karakter tanıma kökenleri 1870'e kadar uzanır. Boston Massachusetts C.R. Carey, bir fotoseller mozaiği kullanan bir görüntü aktarım sistemi olan retina tarayıcısını icat etmiştir. İlk versiyonların her karakterin görüntüleri ile eğitilmesi ve bir seferde bir yazı tipinde çalışması gerekiyordu. OCR'nin tarihi, Rus bilim adamı Tyuring'in görme engelli için bir yardım geliştirmeye teşebbüs ettiği 1900' lü yılların başlarına kadar dayanır [28]. İlk karakter tanıyıcıları, 1940' ların ortasında sayısal bilgisayarların gelişmesiyle ortaya çıktı. Karakterlerin otomatik olarak tanınması ile ilgili ilk çalışmalar, basılı metinleri veya küçük el yazısı ile yazılmış el yazısı metin veya

semboller üzerine yoğunlaşmıştır. Bu dönemde makine ile yazdırılan CR sistemleri genellikle bir görüntünün bir kitaplık kütüphanesi ile karşılaştırıldığı şablon eşlemesini kullanmışlardır.

Ticari karakter tanıyıcıları, ilk kez, kalem ucu hareketinin x-y koordinat verilerini yakalayan elektronik tabletler kullanıldığında 1950'lerde mevcuttu. Bu yenilik, araştırmacıların on-line el yazısı tanıma problemi üzerinde çalışmasını sağlamıştır [30]. 1954' te otomatik karakter tanıma konusunda Reader's Digest geliştirilmiştir. Bu ekipman, bilgisayara yazılmak üzere daktiloyla yazılmış satış raporlarını delikli kartlara dönüştürmek için kullanılmıştır. 1966'da OCR gerekliliklerinin kapsamlı bir çalışması tamamlanmış ve Şekil 2.2'de gösterilen Amerikan standart OCR karakter seti OCR-A olarak tanımlanmıştır. Bu yazı tipi son derece stilize edilmiş ve yine de insanlar tarafından okunabilir olmasına rağmen optik tanıma işlemini kolaylaştırmak için tasarlanmıştır. Bir Avrupa yazı tipi de, Amerikan standardından daha doğal yazı tiplerine sahip olan Şekil 2.3'te gösterilen OCR – B olarak tasarlandı. Her iki standardı okuyabilen makineler aracılığıyla iki yazı tipini bir standartta birleştirmek için girişimlerde bulunulmuştur [28].

A B C D E F G H I J K L  
M N O P Q R S T U V W X  
Y Z 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Şekil 3. 1: OCR A yazı tipi

A B C D E F G H I J K L  
M N O P Q R S T U V W X  
Y Z 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Şekil 3. 4: OCR B yazı tipi

1960' lar ve 1970' ler boyunca yeni OCR uygulamaları perakende işletmeler, bankalar, hastaneler, postaneler; sigorta, demiryolu ve uçak şirketleri; gazete yayıncıları ve diğer birçok endüstri tarafından kullanılmıştır. Donanım geliştirmedeki bu gelişmelere paralel olarak, hem akademik hem de endüstriyel sektörlerin araştırma laboratuvarlarında karakter tanıma konusunda yoğun araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Her ne kadar hem tanıma teknikleri hem de bilgisayarlar, ilk günlerde (1960'larda) o kadar güçlü olmasa da, OCR makineleri, baskı kalitesi düşük olduğunda çok fazla hata yapma eğilimindeydi [31].

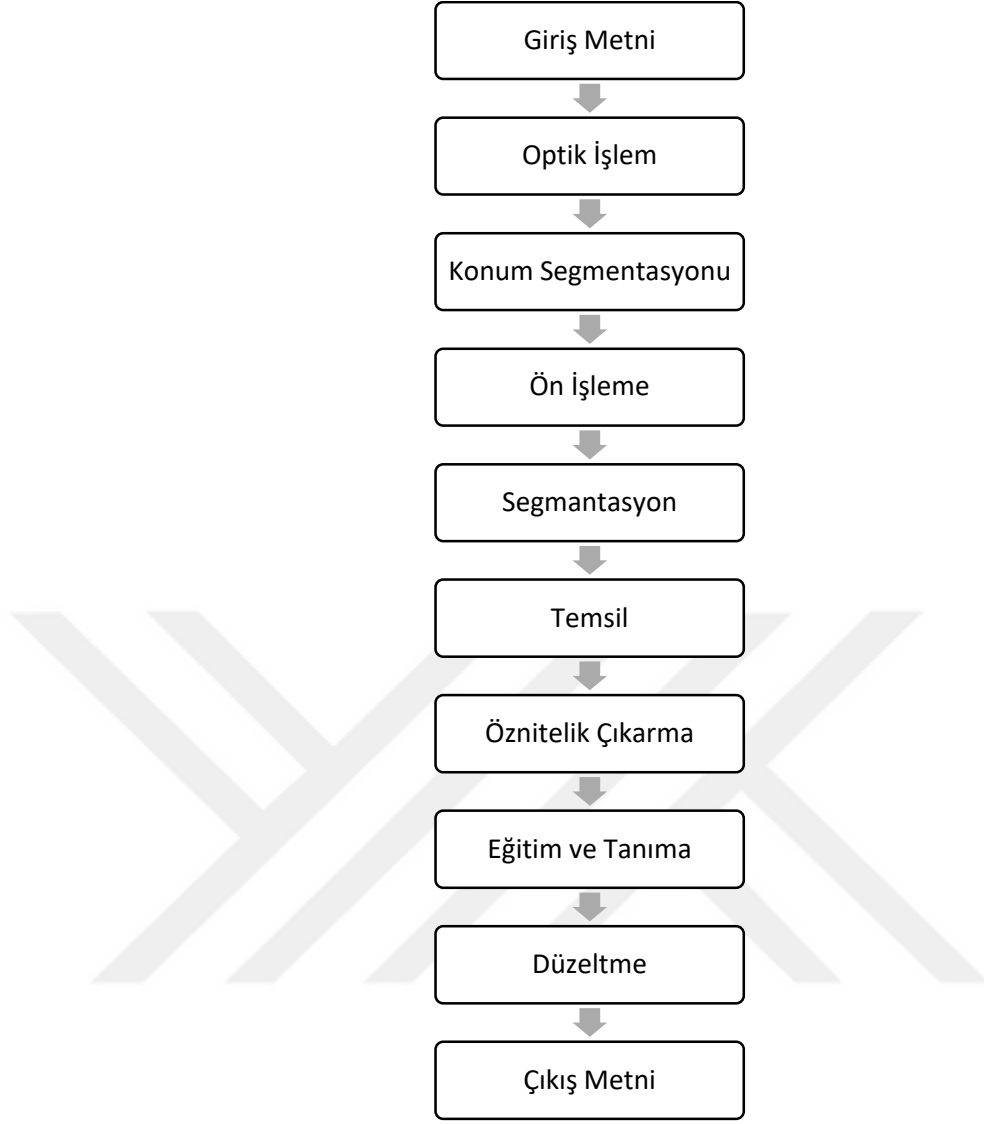
1980 yılına kadar olan çalışmalar, güçlü bilgisayar donanımı ve veri toplama cihazlarının eksikliğinden muzdaripti. Bilişim teknolojisindeki gelişmeler ile, daha önce geliştirilen metodolojiler, birçok uygulama alanlarında ve aynı zamanda Karakter Tanıma (KT) sistemi geliştirmede hızlı büyüme için çok verimli bir ortam buldular. İstatistiksel yöntemlere ek olarak birçok sistemde yapısal yaklaşımlar başlatılmıştır. Bu sistemler karakter görüntüsünü, çizgiler ve eğriler gibi bir dizi ilkel öğelere böldü. Kurallar daha sonra çıkarılmış ilkelerin hangi karakterle eşleştirileceği belirlendi. Ancak, KT araştırması temel olarak herhangi bir semantik bilgi kullanmadan şekil tanıma teknikleri üzerinde duruldu.

1990' larda, bu süreçte, sürekli gelişen bilgi teknolojileri tarafından güçlendirilen yeni geliştirme araçlarını ve metodolojilerini kullanarak, KT sistemleri üzerinde gerçek ilerleme kaydedilmiştir. Doksanlı yılların başlarında, Görüntü İşleme ve Örüntü Tanıma teknikleri Yapay Zeka metodolojileri ile verimli bir şekilde birleştirilmiştir. Araştırmacılar, yüksek çözünürlüklü girdi verileri alan ve uygulama aşamasında çok sayıda çözme gerektiren karmaşık KT algoritmaları geliştirdiler. [30]

### **3.4 Optik Karakter Tanıma Sistemlerinin Teknikleri**

Tipik bir OCR sistemi birkaç bileşenden oluşur. İlk adım, bir optik tarayıcı kullanarak analog belgeyi sayısallaştırmaktır. Metin içeren bölgeler bulunduğunda, her sembol bölümlendirme işlemiyle çıkarılır. Karakter tanımayı, kolaylaştırmak için ön işleme olarak gürültü süzülerek gürültü azaltımı sağlanır. Her bir sembolün tanınması, bir önceki öğrenme aşamasıyla elde edilen sembol sınıflarıyla kullanılarak gerçekleştirilir. Son olarak bağlamsal bilgiler, orijinal metnin sözcük ve sayılarını yeniden oluşturmak için kullanılmaktadır. Otomatik tanıma işlemi adımları Şekil 3' te gösterilmiştir [28].





Şekil 3. 5: Bir OCR sisteminin bileşenleri.

### 3.5 Optik Tarama

OCR' deki ilk bileşen optik taramadır. Tarama işlemi ile orijinal belgenin sayısal görüntüsü alınır. OCR optik tarayıcılar, ışık yoğunluğunu gri seviyelere dönüştüren tarama mekanizması ve algılama cihazından oluşur. Basılı belgeler beyaz zemin üzerine siyah baskıdan oluşur. OCR çok düzeyli görüntü tanınırken, iki seviyeli siyah beyaz görüntüye dönüştürülür. Eşikleme olarak bilinen bu işlem, bellek alanı ve hesaplama yoğunluğunu azaltmak için tarayıcıda gerçekleştirilebilir.

### 3.6 Konum Bölütlemesi

Bir sonraki OCR bileşeni konum bölütlemesidir. Bölütleme ile bir görüntünün bileşenleri belirlenir. Bölütleme, karakterlerin veya kelimelerin ayrıştırılmasıdır. OCR

algoritmalarının çoğu, kelimeleri tek tek tanınan yalıtılmış karakterlere ayırır. Genellikle bölütleme, her bir bağlantılı bileşenin izole edilmesiyle gerçekleştirilir. Bu tekniğin uygulanması kolaydır, ancak eğer karakterler birbirine temas ederse veya parçalanırsa ve birkaç parçadan oluşursa problemler ortaya çıkar. Bölütlemeye temel problemler: (a) noktalama işaretlerine sahip ve parçalanmış karakterlerin çıkarılması (b) metinden gelen gürültüyü ayırt etme (c) grafik ve geometriyi metinle yanlış yorumlama ve tersi.

### **3.7 Ön İşleme**

Tarama işleminden kaynaklanan görüntü, belirli miktarda gürültü içerebilir. Tarayıcı çözünürlüğüne ve içsel eşığe bağlı olarak, gürültü karakterlere bulaşabilir.. Bu kusurlardan bazıları, zayıf tanıma oranlarına neden olabilir ve sayısallaşan karakterleri yumuşatmak suretiyle ön işlemciyle ortadan kaldırılır. Ön işleme bileşeni bu nedenle, OCR sistemlerinin doğru çalışması için kolay olan verileri üretmeyi amaçlamaktadır. Gerçek veri analizinden önce yapılması gereken önemli bir faaliyettir. Ön işlemenin ana hedefleri aşağıda gösterilmiştir: (a) verinin azaltılması (b) verilerin normalleştirilmesi ve (c) tutulacak bilgi miktarında sıkıştırma.

#### **3.7.1 Gürültü azaltma**

Optik tarama cihazı veya yazı aleti tarafından kimi zaman meydana çıkan etkiler kesikli çizgi parçalarına, boşluklaneden olabilir. Bölgesel değişimler köşeleri yuvarlama, genişleme ve aşınmayı içeren etkiler bozulmaya neden olabilir. Verilerin işlenmesinden önce bu bozuklukların giderilmesi gereklidir. Gürültü azaltma teknikleri üç ana grupta kategorize edilebilir: (i) filtreleme (ii) morfolojik işlemler ve (iii) gürültü modellemesi.

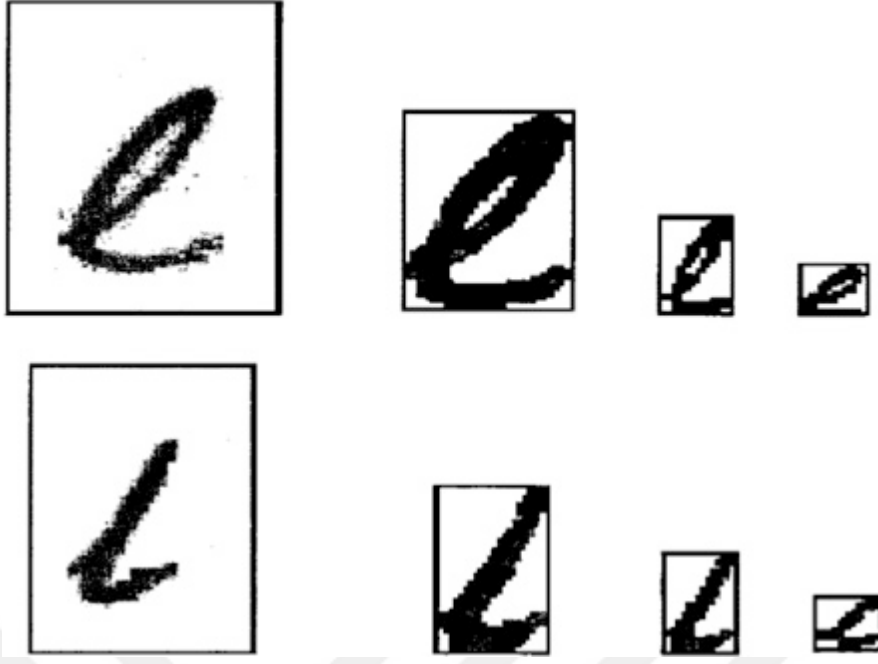
(i) Filtreleme, genellikle düzgün olmayan yazma yüzeyi ve veri toplama cihazının zayıf örnekleme oranıyla ortaya çıkan parazit noktaları azaltmak ve gürültüyü azaltmayı amaçlamaktadır. Bu amaçla çeşitli konumsal ve frekans etki alanı filtreleri tasarlanmıştır. Burada temel fikir, önceden tanımlanmış bir maskeyi görüntü ile komşu piksellerin gri değerlerinin bir fonksiyonu olarak bir piksele değer atamaktır. Hafifçe dokulu veya renkli arka plan ve kontrast ayarlama amaçlarının düzeltilmesi, keskinleştirilmesi, eşiklenmesi, çıkarılması için çeşitli filtreler tasarlanmıştır.

(ii) Morfolojik işlemlerin ardındaki temel fikir, konvolüsyon işleminin yerine geçen karakter görüntüsünün mantıksal işlemlerle filtrelenmesidir. Çeşitli morfolojik operasyonlar, kırık vuruşları bağlamak, bağlı vuruşları parçalamak, kontürleri düzeltmek, bazı noktaları kesmek, karakterleri incelemek ve sınırları çıkarmak için tasarlanmıştır. Morfolojik işlemler, düşük kaliteli kâğıt ve mürekkep kalitesi ile düzensiz el hareketi nedeniyle karakter görüntülerinde gürültüyü gidermek için başarıyla kullanılabilir.

(iii) Gürültü, modellenmesi mümkün olsaydı, genellikle kalibrasyon teknikleriyle çıkarılabilir. Bununla birlikte, uygulamaların çoğunda gürültü modellemesi mümkün değildir. Benlik, çarpıklık ve bulanıklık gibi optik bozulma ile ortaya çıkan gürültü modelleme hakkında mevcut bazı çalışmalar literatürde bulunmaktadır. Karakter görüntülerinin kalitesini değerlendirmek ve gürültüyü belirli bir seviyeye indirmek de mümkündür.

### 3.7.2 Normalizasyon

Normalleştirme yöntemleri, yazım varyasyonlarını kaldırmayı ve standartlaştırılmış verileri elde etmeyi amaçlamaktadır. Normalizasyon için yaygın olarak kullanılan yöntemlerden bazıları: (i) eğrilik normalizasyonu ve taban çizgisi çıkarma (ii) eğik normalizasyon (iii) boyut normalizasyonu: Boyut Normalleştirme, karakter boyutunu belirli bir standartta ayarlamak için kullanılır. OCR yöntemleri, yatay ve dikey boyut normalleştirmeleri için geçerli olabilir. Karakter, bölge sayısına bölünür ve bu bölgelerin her biri ayrı ayrı ölçeklendirilir. Şekil 4 te, iki örnek karakter yavaş yavaş, eğitim verisinde tanıma oranını en üst düzeye çıkararak en uygun boyuta çekilir. Kelime tanıma, sözcüklerin uzunluğunda büyük sınıf içi farklılıkları korur, böylece tanımada yardımcı olabilirler; sadece dikey yükseklik normalleşmesini içerir veya dikey normalizasyon için hesaplanan ölçek faktörü üzerinde yatay boyut normalizasyonuna dayanır ve (iv) kontur yumuşatma.



Şekil 3. 6: Karakterlerin normalleştirilmesi.

### 3.7.3 Sıkıştırma

Klasik görüntü sıkıştırma tekniklerinin, görüntüyü uzay alanından tanınma için uygun olmayan alanlara dönüştürdüğü iyi bilinmektedir. OCR için sıkıştırma, şekil bilgilerini korumak için alan teknikleri gerektirir. Kullanılan iki popüler sıkıştırma tekniği: (i) eşikleme ve (ii) inceltme.

- (i) Eşikleme: Depolama gereksinimlerini azaltmak ve işlem hızını arttırmak için, genellikle bir eşik değeri seçerek gri seviyeli veya renkli görüntüleri ikili görüntüler olarak göstermek istenir. İki eşik kategorisi vardır: global ve yerel. Global eşikleme, genellikle görüntüdeki yoğunluk histogramının arka plan düzeyinin bir tahminine dayanarak, tüm belge görüntüsü için bir eşik değeri alır. Yerel (uyarlamalı) eşikleme, yerel alan bilgisine göre her piksel için farklı değerler kullanır. Ortak küresel ve yerel eşikleme tekniklerinin bir karşılaştırması, farklı teknikler kullanan bir karakter tanıma sisteminin doğruluklarının karşılaştırılması anlamında amaç yönelimli bir değerlendirme kriteri kullanılarak verilir. Test edilenlerde, Niblack'in lokal olarak uyarlanabilir metodunun en iyi sonucu verdiği gösterilmiştir. Ek olarak, son çalışma, bozulmuş belge görüntülerinde karakterlerin kümelenmesini ve bağlantı özelliklerini analiz ederek uyarlamalı mantıksal bir yöntem geliştirmektedir [28].

- (ii) İnceltme: Veri boyutunda muazzam bir azalma sağlarken, inceltme karakterlerin şekil bilgisini çıkarır. İnceltme, çevrimdışı el yazısının, sahte dallar ve yapay eserler gibi neredeyse on-line verilere dönüştürülmesi olarak düşünülebilir. İnceltme için iki temel yaklaşım, piksel'e bağlı ve piksel'e bağlı olmayan şekilde inceltme yaklaşımlarıdır. Piksel'e bağlı inceltme yöntemleri lokal olarak ve bir piksel genişliğinde iskelet kalmayınca kadar görüntüyü tekrarlar. Onlar gürültüye çok duyarlıdır ve karakterin şeklini deforme edebilirler. Öte yandan, piksel'e bağlı olmayan yöntemler, inceltme sırasında karakter hakkında bazı genel bilgileri kullanır. Tüm tekil pikselleri incelemeksizin kalıbın belirli bir medyan veya merkez çizgisini üretirler. [30]

### **3.8 Segmentasyon**

Karakterin alt bileşenlerine ayrılmasıdır. Segmentasyon önemlidir, çünkü karakterdeki çeşitli çizgilerin ayrılmasında ulaşılan oran, tanıma başarımını doğrudan etkiler. İç bölütleme, burada birleşik yazılmış karakterlerde çizgileri ve eğrileri ayırmak için kullanılır. Karakter bölütleme stratejileri üç kategoriye ayrılır: (a) açık bölütleme (b) örtük bölütleme ve (c) karma stratejiler.

#### **3.8.1 Açık bölütleme**

Açık bölütlemelerde bölümler karakter özelliklerine göre tanımlanır. Karakter görüntüsünü anlamlı bileşenlere ayırma işlemi diseksiyon yoluyla elde edilir. Diseksiyon, karakter resmini belirli bir şekil bilgisi sınıfı kullanmadan analiz eder. İyi bölümlere ayırma kriteri, bölümlerin genel özelliklerinin geçerli karakterler için beklenenlerle mutabakatıdır.

#### **3.8.2 Örtük bölütleme**

Kesin segmentasyon stratejisi tanıma dayanmaktadır. Ön tanımlı sınıflarla eşleşen bileşenler için görüntü aranır. Segmentasyon, genel sonucun sözdizimsel veya semantik doğruluğu dahil olmak üzere tanıma güvenini kullanarak gerçekleştirilir. Bu yaklaşımda, iki metot kullanılır: (i) arama işlemlerini yapan yöntemler ve (ii) görüntünün bir özellik temsilini bölümleyen yöntemler. Görüntü, içeriğe bakılmaksızın sistematik olarak birçok örtüşen parçaya bölünür. Bu yöntemler, makine baskılı kelimelerin tanınması için geliştirilen şemalardan kaynaklanmaktadır. Temel

ilke, OCR ile onaylanan geçici bölümlere ait sekanslar sağlamak için değişken genişlikte bir kayan pencere kullanmaktır. İkinci yöntem sınıfı, görüntüyü, bir bütün olarak görüntüden toplanan mekansal özelliklerin alt kümelerinin sınıflandırılmasıyla örtülü olarak bölümler.

### 3.8.3 Karma stratejiler

açık ve örtülü segmentasyonu hibrit bir şekilde birleştirir. Karakter görüntüsüne bir diseksiyon algoritması uygulanır, ancak amaç, kesilen bölümler arasında doğru bölümlere ayırma sınırlarının dahil edileceği şekilde, görüntüyü yeterince çok yerde kesmektir. Bu sağlandıktan sonra, yapılan kesintilerin alt kümelerinin değerlendirilmesi ile optimal bölümlendirme aranır. Her bir alt bölüm, bir bölümlendirme hipotezine işaret eder ve farklı hipotezi değerlendirmek ve en umut verici segmentasyonu seçmek için sınıflandırma uygulanır.

## 3.9 Zorluklar ve Motivasyon

Arapça metinler sağdan sola doğru yazılır ve büyük veya küçük harf içermeyen 28 karakterden oluşur. Her karakterin iki veya dört şekli vardır; Karakterin şekli, Tablo 3.1'de gösterildiği gibi, kelimedeki pozisyonuna bağlıdır. İlk sütun, karakterin numarasını verir, ikinci sütun onun adıdır, üçüncüsü, izole edilmiş bir karakterin işaretini temsil eder, dördüncü varlıktır [32].

Son olarak, beşinci ve altıncı sütunlar, sırasıyla, kelimenin ortasında ve sonunda görünümünü temsil eder. Noktalar, Arapça karakterlerde önemli bir rol oynar. Bazı karakterlerin şekli benzerdir, ancak fark noktalar ve nokta sayısı ile ortaya çıkar, bu, karakterlerin üstünde veya altında olabilir. Örneğin, (ب, ت, ث) gibi üç karakter benzer bir şekle sahiptir. Noktalar iki ayrı nokta olarak görünebilir veya el yazısı metinlerinde bir çizgiye bağlanabilir. Ayrıca, "hamza" gibi kısa notlar beş özel karakterin üzerine veya altına yerleştirilebilir veya izole edilmiş karakterler olarak görünebilir. Bazı Arapça karakterler, (و, ف, ص) gibi bir döngüye sahiptir. Ayrıca, Arapça metin el yazısıdır; Bir kelimenin karakterlerinin taban çizgisi olarak adlandırılan hayali bir yatay çizgiyle bağlandığı anlamına gelir [33].

**Çizelge 3 1: Farklı Pozisyonlarda Arap Alfabeti**

No	Name	Isolate	Beginning	Middle	End
1	Alif	ا	-	-	آ
2	Baa	ب	بـ	ـبـ	ب
3	Taa	ت	تـ	ـتـ	ت
4	Thaa	ث	ثـ	ـثـ	ث
5	Jeem	ج	جـ	ـجـ	ج
6	Haa	ح	حـ	ـحـ	ح
7	Khaa	خ	خـ	ـخـ	خ
8	Daal	د	-	-	ذ
9	Dhal	ذ	-	-	ذ
10	Raa	ر	-	-	ر
11	Zaa	ز	-	-	ز
12	Seen	س	سـ	ـسـ	س
13	Sheen	ش	شـ	ـشـ	ش
14	Saad	ص	صـ	ـصـ	ص
15	Dhad	ض	ضـ	ـضـ	ض
16	Tta	ط	طـ	ـطـ	ط
17	Dha	ظ	ظـ	ـظـ	ظ
18	Ain	ع	عـ	ـعـ	ع
19	Ghain	غ	غـ	ـغـ	غ
20	Faa	ف	فـ	ـفـ	ف
21	Qaf	ق	قـ	ـقـ	ق
22	Kaaf	ك	كـ	ـكـ	ك
23	Laam	ل	لـ	ـلـ	ل
24	Meem	م	مـ	ـمـ	م
25	Noon	ن	نـ	ـنـ	ن
26	Haa	هـ	هـ	ـهـ	هـ
27	Waaw	و	-	-	و
28	Yaa	ي	يـ	ـيـ	ي

Arapça alfabesi 28 harf içerir. Her birinin iki ve dört şekli vardır ve kullanılacak şeklin seçimi, harfin kendi kelimesi veya alt sözcüğü içindeki konumuna bağlıdır. Şekiller dört pozisyona karşılık gelir: bir (alt) sözcüğün başlangıcı, bir (alt) sözcüğün ortası, bir (alt) kelimenin sonu ve tek başına (izolasyon) kullanıldığındaki durumdur. Tablo 1, her harf için muhtemel kullanım şekillerindeki değişimleri göstermektedir. İlk veya orta şekilli verilmeyen harfler aşağıdaki harfe eklenemez, bu nedenle “başlangıç” şekilleri basitçe izole şekillerdir ve “orta” şekillerin son şekilleridir. [34]

Arapça metinde, sözcükleri ayırmak için boşlukları ve noktalama işaretleyicilerini kullanması nedeniyle Romalı betiğe benzer. Bununla birlikte, Arap alfabesinin zorunlu noktaları ve vuruşları ile ilgili bazı özellikler onu Roma metinlerinden ayırır, bu da Arapça betikteki kelimelerin tanınmasını Romalı senaryodan daha zor hale getirir. İlk olarak, çoğu Arapça harfler س (s) mektup beden ve üstünde üç nokta oluşur böyle ش(\$) olarak mektup gövdesine ek olarak noktalar içerir. Noktalara ek olarak, bir harf gövdesine yeni harfler oluşturarak eklenebilen konturlar da vardır. Bu noktalar ve konturlar, genellikle elle yazılmış bir kelime parçası / kelimesiyle çizildiği için gecikmeli vuruşlar olarak adlandırılır. İkincisi, bir noktayı veya felci ortadan kaldırmak, eklemek veya taşımak tamamen farklı bir harf üretebilir ve sonuç olarak, amaçlanandan başka bir kelime üretebilir. Üçüncüsü, gecikmeli stokların muhtemel varyasyonlarının sayısı, Romalı senaryodakilerden daha büyüktür [35].

### **3.10 Gösterim**

Karakter görüntüsü gösterim yöntemleri genellikle üç ana gruba ayrılır: (a) küresel dönüşüm ve seri genişleme (b) istatistiksel temsil ve (c) geometrik ve topolojik temsil.

#### **3.10.1 Küresel dönüşüm ve seri genişleme:**

Doğrusal kombinasyonun katsayıları, dönüşüm veya seri genişleme olarak bilinen küçük bir kodlama sağlar. Küresel dönüşüm ve seri genişleme altında çeviri ve rotasyon gibi deformasyonlar değişmezdir.

#### **3.10.2 İstatistiksel temsil:**

Bir karakter görüntüsünün, noktaların istatistiksel dağılımı ile temsili, stil farklılıklarını bir ölçüde dikkate alır. Bu tür bir gösterim orijinal görüntünün yeniden yapılandırılmasına izin vermese de, yüksek hız ve düşük karmaşıklık sağlayan öznitelik setinin boyutunu azaltmak için kullanılır. Karakter temsili için kullanılan başlıca istatistiksel özelliklerden bazıları şunlardır: (i) bölgeleme (ii) geçişler ve mesafeler ve (iii) projeksiyonlar.

#### **3.10.3 Geometrik ve topolojik temsil:**

Çarpıklıklara ve stil farklılıklarına yüksek toleransa sahip geometrik ve topolojik özelliklerdir. Bu tip temsil, nesnenin yapısı hakkında bazı bilgileri de kodlayabilir veya bu nesneyi hangi bileşenlerin oluşturduğuna dair bilgi verebilir. Topolojik ve geometrik temsiller şu şekilde gruplandırılabilir: (i) topolojik yapıların çıkarılması ve



sayılması (ii) geometrik özellikleri (iii) kodlama ve (iv) grafikleri ve ağaçları ölçmek ve yaklaştırmak.

(i) Topolojik yapıların çıkarılması ve sayılması: Ortak ilkel yapılar, bir karakteri oluşturan vuruşlardır. Bu ilkel karakterler, Latin karakterlerinin ana vuruşları olan çizgi ve yaylar kadar basit olabilir ve Arapça veya Çince karakterler oluşturan eğriler ve eğriler kadar karmaşık olabilir. Çevrimiçi OCR'de, bir kontur ayrıca kalemde aşağıya doğru kalem çizgisine kadar bir çizgi parçası olarak tanımlanır. Karakterler, ekstrem noktalar gibi birçok topolojik özelliklerin çıkarılması ve sayılmasıyla başarılı bir şekilde temsil edilebilir.

(ii) Geometrik özelliklerin ölçülmesi ve yaklaşılaştırılması: Birçok çalışmada karakterler, bir karakterin sınırlayıcı kutusunun genişliği ve yüksekliği arasındaki oran gibi geometrik büyüklüklerin ölçümü ile temsil edilir. Bu özellikler son nokta, ilk ve son noktalar arasındaki göreceli yatay ve dikey mesafeler, iki nokta arasındaki mesafe, iki vuruş ve bir inme genişliği arasındaki karşılaştırmalı uzunluklardır.

(iii) Kodlama: En popüler kodlama şemasından biri, Freeman'ın zincir kodudur [28]. Bu kodlama, bir karakterin vuruşlarının, kodlardan oluşan iki boyutlu bir parametre alanına eşlenmesiyle elde edilir.

(iv) Grafikler ve ağaçlar: Karakterler ilk olarak vuruşlar, döngüler, çapraz noktalar vb. gibi bir dizi topolojik ilkeller olarak bölümlenir. Daha sonra bu ilkeller atfedilen veya ilişkisel grafikleri kullanarak temsil edilir. Grafiklerle iki çeşit görüntü gösterimi vardır. İlk tür, karakter şeklinin koordinatlarını kullanır. İkinci tür, vuruşlarla arasındaki ilişkilere karşılık gelen vuruşlara ve kenarlara karşılık gelen düğümlerle soyut bir temsildir.

Sonuç olarak, temsili ana amaç, en az sayıda eleman ile tanıma oranını en üst düzeye çıkaran bir dizi öznitelik elde etmek ve seçmektir. Öznitelik çıkarımı ve seçimi, sınıf örneğinin değişkenliğini artırarak, sınıf içi desen değişkenliğini en aza indiren ham verilerden en iyi temsil bilgisini ayıklamak olarak tanımlanmıştır.

### **3.11 Öznitelik Çıkarma**

Öznitelik çıkarmanın amacı, sembollerin temel özelliklerini yakalamaktır. Öznitelik çıkarma, örüntü tanımada en zor problemlerden biri olarak kabul edilir. Karakteri tanımlamanın en yalın yolu gerçek raster görüntüdür. Bu özelliklerin çıkarılması için teknikler üç gruba ayrılmıştır. (a) noktaların dağılımı (b) dönüşümleri ve dizi açılımları ve (c) yapısal analiz. Farklı öznitelik grupları gürültü duyarlılıklarına,

deformasyonlarına, uygulama kolaylığına ve kullanımlarına göre değerlendirilmektedir. Bu değerlendirmede kullanılan kriterler şunlardır: (a) gürültü, çarpıklıklar, stil değişimi, çeviri ve rotasyon bakımından sağlamlık ve (b) tanıma hızı, uygulama karmaşıklığı ve bağımsızlık açısından pratik kullanım. Yaygın olarak kullanılan özellik çıkarma tekniklerinden bazıları şablon eşleştirme ve korelasyon, dönüşümler, noktaların dağılımı ve yapısal analizlerdir. Daha fazla ayrıntı için [11] bakılabilir.

Öznitelik çıkarma basılı ve el yazısı metinlerde, öznitelik metin görüntüsünden çıkarılan bilgileri yakalar. Bu bilgi, karakteri veya onu diğerinden farklı kılan sözcüğün temel özelliklerine sahip olmalıdır; diğer bir deyişle, tüm nitelikleri filtrelemek ve bir karakteri veya kelimeyi diğerinden farklı kılan özellikleri korumaktır. Bu bilgi, sınıflandırma sürecine yardımcı olmak için sınıflandırıcıya aktarılır. Öznitelik çıkarma teknikleri bir uygulamadan diğerine farklılık gösterir. Bir uygulamada başarılı olan teknikler, diğer uygulamalar için başarılı olmayabilir. Bu nedenle, öznitelik çıkarma için yöntemin seçimi, yüksek tanıma doğruluğu elde etmek için en önemli adım olmaya devam etmektedir. Yazılı metinlerin özellikleri aşağıdaki kategorilerde sınıflandırılabilir:

### **3.11.1 Yapısal özellikler**

Yapısal özellikler araştırmacılar tarafından kullanılan en yaygın özelliklerdir. Metin imajının geometrik ve topolojik özelliklerini yerel ve global özelliklerini tanımlayarak tasvir ederler. Yapısal özellikler sınıflandırılacak modelin kategorisine bağlıdır. Örneğin, bir Arapça metin için, noktalar ve bunların konumlarını, vuruşlarını, strokun genişliğini ve yüksekliğini, yönleri, çizgi parçalarının ve döngülerinin kesişimini içerir.

### **3.11.2 İstatistiksel özellikler**

İstatistiksel özellikler, her bir pikseldeki yerel özellikleri sayarak ve yerel özelliklerin dağılımlarından bir dizi istatistik çıkararak piksellerin uzaysal dağılımını analiz eder. Karakterin temel istatistiksel özellikleri arasında, karakterin örtüşen veya çıkmayan bölgelere bölüdüğü ve farklı bölgelerdeki karakter piksellerinin yoğunluk dağılımının analiz edildiği bölgeler bulunmaktadır. Mohiuddin ve Mao, görüntü karakterini bölgelere bölerek karakterin kontur yönünü ölçmüşlerdir. Daha sonra, bu bölgelerdeki kontur yönünü hesaplamak için zincir kodlarının histogramları kullanılır.

### 3.11.3 Küresel dönüşüm

Küresel dönüşüm teknikleri, piksel temsilini daha kompakt bir biçime dönüştürme yeteneğine sahiptir. Bu teknikler, bir dizi daha iyi tanımlanmış fonksiyonların doğrusal bir kombinasyonu ile temsil edebilir. Seri genişletme, doğrusal kombinasyonun katsayıları ile kompakt bir kodlama sağlar. Karakter tanımda kullanılan ortak dönüşüm teknikleri şunlardır: • Fourier Dönüşümü. • Ayrık Kosinüs Dönüşümü. • Dalgacıklar. • Hough Dönüşümü. [36].

### 3.12 Eğitim ve Tanıma

OCR sistemleri, bilinmeyen bir örneği önceden tanımlanmış bir sınıfa atayan desen tanıma metodolojilerini kapsamlı olarak kullanır. OCR'da dört genel tanıma yaklaşımıyla incelenmiştir: (a) şablon eşleştirme (b) istatistiksel teknikler (c) yapısal teknikler ve (d) YSA (yapay sinir ağları). Bu yaklaşımlar, ne zorunlu olarak birbirinden bağımsız ne de birbirlerinden kopuk değildir. Bazen, bir yaklaşımda bir OCR tekniği de diğer yaklaşımların bir üyesi olarak düşünülebilir. Yukarıdaki tüm yaklaşımlarda, OCR teknikleri, eğitim ve tanıma aşamaları için bütünsel veya analitik stratejiler kullanır. Bütüncül strateji, segmentasyon problemini ortadan kaldıran tam karakterin tanınması için yukarıdan aşağıya yaklaşımları kullanır. Bu hesaplama tasarrufunun amacı, OCR problemini sınırlı kelime dağarcığına sınırlamaktır. Ayrıca, tek bir karakter veya inmenin temsiliyle ortaya konan karmaşıklık nedeniyle tanıma doğruluğu azalır. Öte yandan, analitik stratejiler inme ya da karakter seviyesinden başlayıp, anlamlı bir metin üretmeye doğru aşağıdan yukarıya yaklaşım kullanır. Açık ya da örtülü segmentasyon algoritmaları bu strateji için gereklidir, fakat bu durum sadece probleme ekstra karmaşıklık kazandırmakla kalmaz, aynı zamanda sisteme bölümlenme hatası da ekler. Ancak, segmentasyon aşamasının işbirliği ile, problem, yüksek tanıma oranlarıyla sınırsız kelime dağarcığı için kullanılacak basit izole karakterlerin veya vuruşların tanınmasına indirgenir.

### 3.13 Düzeltme

Yaygın olarak kullanılan düzeltme aktivitelerinden bazıları gruplama ve hata tespiti ve düzeltmeyi içerir. Gruplamada metin içindeki semboller dizelerle ilişkilendirilir. Metinde düz sembol tanımının sonucu, tek tek semboller kümesidir. Ancak, bu semboller genellikle yeterli bilgi içermez. Bu bireysel semboller birbirleriyle ilişkilidir, kelimeler ve sayılardan oluşturur. Sembollerin dizelere gruplandırılması,

belgedeki sembollerin konumuna dayanır. Yeterince yakın olan semboller birlikte gruplandırılır. Sabit zift gruplama işlemine sahip yazı tipleri için her karakterin konumu bilindiğinden gruplama kolaydır. Karakter dizisi karakterleri için karakterler arasındaki mesafe değişkendir. Sözcükler arasındaki mesafe, karakterler arasındaki uzaklıktan büyüktür ve bu nedenle gruplama mümkündür. Metin eğildiğinde el yazısı karakterleri için sorunlar ortaya çıkar. Gruplandırmaya kadar her karakter ayrı ayrı ele alınır, her bir karakterin görüldüğü bağlam koparılmamıştır. Ancak, gelişmiş optik metin tanıma problemlerinde, sadece tek bir karakter tanıma sisteminden oluşan sistem yeterli değildir.

### **3.14 Optik Karakter Tanıma Sistemlerinin Uygulamaları**

Süreç otomasyonunda önemli bir konu, neyin basıldığını değil, belirli bir süreci kontrol etmek olduğunu okumaktır. Bu aslında posta sıralamak için otomatik adres okuma teknolojisidir. Bu nedenle amaç, her bir karakterin doğru bir şekilde tanınıp tanınmadığına bakılmaksızın her harfi uygun bölüme yönlendirmektir. Genel yaklaşım, mevcut tüm bilgileri okumak ve artıklık kontrolü olarak posta kodunu kullanmaktır. Bu sistemlerin kabul oranı açıkça posta özelliklerine bağlıdır. Bu oran, el yazısıyla yazılan posta yüzdesiyle değişir. Posta sıralamak için red oranı büyük olsa da, kaçırma oranı genellikle sıfıra yakındır. Bununla birlikte, diğer birçok uygulama alanı vardır ve uygulama alanlarından bazıları:

#### **3.14.1 Kör için yardım**

Dijital bilgisayarların ve büyük miktardaki verilerin girilmesi gerekliliğinin ortaya çıktığı ilk günlerde, bu, okuma makineleri için hayali bir uygulama alanıydı. Konuşma sentezi sistemi ile birlikte okuyucu, basılı belgelerin anlaşılması için körlemeyi mümkün kılar.

#### **3.14.2 Otomatik plaka okuyucuları**

Araç plakalarının otomatik okunması için birkaç sistem mevcuttur. Diğer OCR uygulamalarının aksine, giriş görüntüsü doğal bir görüntüsü değildir ve çok hızlı bir kamera ile yakalanmalıdır.

### **3.14.3 Otomatik haritacılık**

Haritalardan gelen karakter tanıma, karakter tanımadaki özel problemler sunar. Semboller grafiklerle karıştırılır, metin farklı açılarda yazdırılır ve karakterler birkaç yazı tipinden veya el yazısıyla yazılabilir.

### **3.14.4 Form okuyucuları**

Bu sistemler, özel olarak tasarlanmış formları okuyabilir. Bu tür formlarda, okuma makinesine ilişkin tüm alakasız bilgiler, tarama cihazına görünmez renkte basılır. Metnin nereye girileceğini gösteren alanlar ve kutular bu görünmez renkte basılır.

### **3.14.5 İmza doğrulama ve tanımlama**

Bu uygulama bankacılık ortamı için yararlıdır. Bu sistem el yazısını okumaya çalışmadan yazarın kimliğini belirler. İmza, referans veritabanında saklanan imzalarla eşleştirilen bir kalıp olarak kabul edilir.

## **3.15 Optik Karakter Tanıma Sistemlerinin Geleceği**

Yıllar boyunca, OCR sistemlerinin metodları, sadece stilize basılmış rakamların okunması için çok çeşitli tipte yazı tiplerinin ve aynı zamanda elle basılan karakterlerin tanınması için daha karmaşık ve karmaşık tekniklere uygun ilkel şemalardan geliştirilmiştir. Karakter tanıma için yeni yöntemler, bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ve hesaplama kısıtlamalarında azalma ile ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, en büyük potansiyel, teknolojilerin melezlenmesi ve bağlamın daha fazla kullanılmasıyla mevcut yöntemlerin kullanılmasında yatmaktadır. Segmentasyon ve bağlamsal analizin entegrasyonu, birleştirilmiş ve bölünmüş karakterlerin tanınmasını geliştirir. Bütün cümlelerin anlamlarını inceleyen daha yüksek seviyeli bağlamsal analizler de yararlıdır. Genel olarak, günümüzde yapılandırılmış ve geniş bir kapsam bağlamında bir potansiyel vardır. Ek olarak, bir yöntemin zayıflığının başkalarının gücü ile telafi edildiği çoklu bağımsız özellik kümeleri ve sınıflandırıcıların kombinasyonu, tek tek karakterlerin tanınmasını iyileştirir. Karakter tanıma alanındaki araştırma sınırları, el yazısı bağlantılı veya kaligrafik karakterler olan sofistike el yazısı betimlemesine doğru ilerlemeye devam ediyor. Bu alandaki bazı umut verici teknikler, tek tek karakterler yerine tüm sözcüklerin tanınmasıyla uğraşır.

- Maksimum Olabilirlik (ML) ve Spektral Açı Haritası (SAM) ile karşılaştırıldığında, SVM, sınıflandırma doğruluğu, hesaplama süresi ve parametre ayarlarında kararlılık açısından en iyi sınıflandırıcıydı.

$$H(x) = w^T x + b = 0 \quad x, w \in R^d \quad b \in R \quad (3.1)$$

Denklem (3.1)'i optimize ederek, aşağıdaki sistem problemine dönüştürülebilir: En uygun hiperdüzlemi bulmak için denklem (3.3) marjı maksimize eden denklem (3.2) koşulu altında çözülebilir.



## 4. DENEYLER VE SONUÇLAR

### 4.1 Giriş

Tezin ilk bölümlerinde görüntü işleme giriş yaptıktan sonra Irak plakalarının türlerini ve yeni plaka seçimi açıklanmıştır. Bu bölümünde ise plaka tanıma için resim ve metnin nasıl dönüştürüldüğü açıklanmaktadır. Bu konuyla ilgili önceki çalışmalardan bahsetmiş ve Octave kullanarak programlama yoluyla OCR yöntemi seçilmiştir. İkinci bölümde genel olarak görüntülerin işlenmesi ele almıştır ve Octave programı tarafından bazı kodların uygulanmasından sonra bazı örnekler verilmiştir. Üçüncü bölümde, OCR genel bir şekilde açıklanmış, uygulama ve faydalarından bahsetmiştir.

Bu bölümde, yeni Irak plakalarının sayılarını belirleme mekanizmasını tanımlayacak ve araç tipinin özel, taksi, kamyon veya resmi olup olmadığını, Irak arabalarının türünün doğru tanımlanıp tanımlanmadığını ve daha sonra ise OCR üzerinden resmin okutulması gösterilecektir. Ayrıca grafik kullanıcı arayüzü (GUI) Octave üzerinden programlanmasıyla ve kutuların programcı tarafından istenildiği şekilde tasarlandığı GUI arabirimi üzerinden OCR sistemi kullanılmaktadır. Burada tüm şekiller ve boyutlarda ve karakterler için Arapça karakterlerden oluşan bir veritabanı oluşturulmuştur. GUI birkaç adımdan oluşur. Ön işleme sisteminde renkli giriş görüntüsünü gri ölçekli görüntüye dönüştürülür. Görüntü daha sonra ikili görüntü haline getirilir. İkili bir görüntü, açma, kapama, inceltme, iskeletleme, bölge dolgusu vs. gibi tüm morfolojik işlemleri yapmak için bir zorunluluktur. Bu ikili görüntüye, eğer varsa, herhangi bir gürültüyü çıkarmak için sobel (Eşikleme) Thresholding uygulanır. Kenarları ayıklamak için sonuç görüntüsüne kenar algılama algoritması uygulanmaktadır. Plakanın yeni boyutunu hesaplamak ve tespit etmek için vektör ve yatay histograma bağlı bir yöntem uygulanmaktadır [37]. Plaka tanıma bölümünde tüm işlemler için düzeltilen görüntüler yeniden boyutlandırılmalıdır, plaka rengi çubuklarını analiz ve tespit edilecek (dört tip: Kırmızı (تكسي), Mavi (حكومي), Beyaz (خصوصي) ve Sarı (حمل)) ve bu şekilde plaka tipi belirlenecektir. Tablo 4.1' de

plaka tipleri gösterilmiştir. Görüntünün nesnelere oluşturmak için plakaya etiketleme yapılmaktadır, nesnelere tek tek ele alıp ve nesne tipini tanımak için bu nesnelere veri kümesiyle karşılaştırılmaktadır ve eşleşme olan veya olmayan plaka karşılaştırmalarını elde etmek için renk kodları ile nesne sonucu kıyaslanıp ve eşleşmişse onaylanmış görüntüyü ve eşleştirilmemişse onay alınmadı görüntüsü görüntülemektedir.

Bu çalışmada karşılaştığımız birçok problem Arapça metne dönüştürülme sırasında ortaya çıkar ve bunun nedeni Arapçadaki programlama harfleri ve sayıları ve Arap karakterlerinin yer aldığı veritabanının azlığından kaynaklanır. Yeni Irak araba plakasının kenarlarında siyah bir çizgi ile renkli dikdörtgen içeren bir plaka olup zemini beyazdır. Dünyanın en zor otomatik tanınan araç plakalarından biridir. Arapça ve İngilizce harf ve rakamlar içerir. Araç plakası üç dikdörtgenden oluşur. Araba plakanın sağ dikdörtgeni, araba özel ise beyaz, taksi ise kırmızı, araç resmi ise mavi ve sarı ise kamyon yada kamyonettir. Bu tezde tasarlanan plaka tanıma sisteminde sayısal kameradan elde edilen görüntü okunduktan sonra, resme ve metne dönüştürülmesi, sağdaki şeritin okunması ve aracın türünün tanımlanması ve OCR tarafından tanımlanan karakterle karşılaştırılmaktadır.

**Çizelge 4 1:** Irak Araç plakalarının çeşitleri

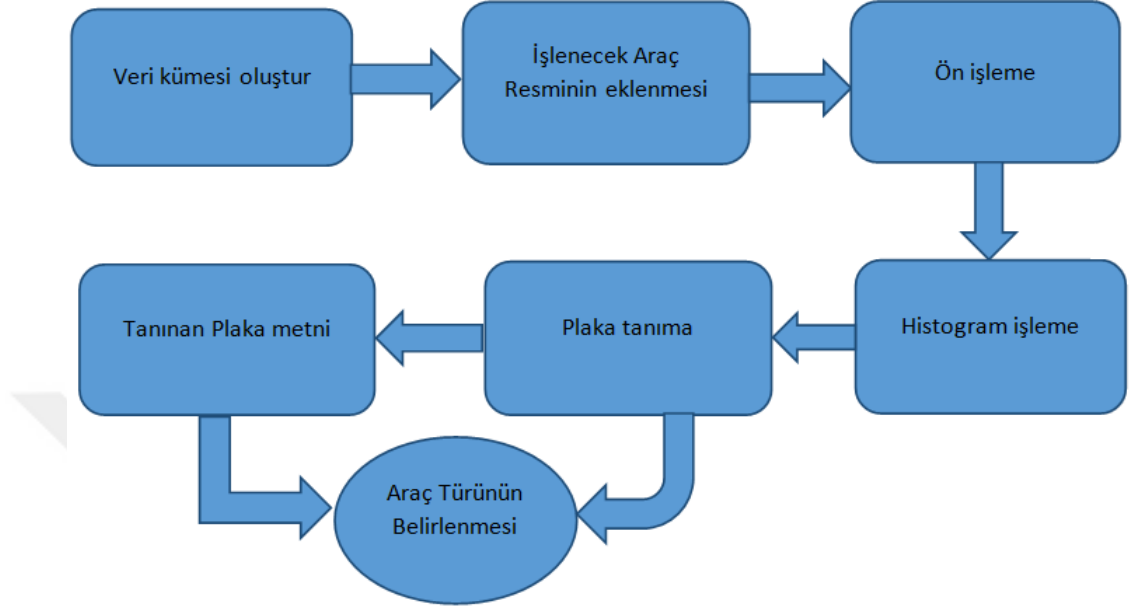
Sıra	Araç çeşiti	Şerit rengi	Arapça olarak araç çeşiti
1	Hususi	Beyaz	خصوصي
2	Taksi	Kırmızı	تاكسي
3	Kamyon yada kamyonet	Sarı	حمل
4	Resmi	Mavi	حكومي

## 4.2 Otomatik Plaka Tanıma (ALPR) Sisteminde Kullanılan Algoritmalar

ALPR, araç plaka numarasını görüntüsünden belirleyebilen ve metne dönüştürebilen bir sistemdir. Ancak, plakadaki karakterleri tanımlamak için resme tabi tutulması gereken farklı aşamaları vardır. İngilizce ve Arapça karakterlerin bulunduğu Iraklı araç plakasındaki farklılıklarla başa çıkmak için, yazı türü veya farklı satırlar için, normalleştirme ve sapmanın düzeltilmesini içeren birkaç ön işlemden sonra ayrı



harfler gerekir. Nihai sonuçları elde etmeden önce analitik ve hesaplamalı sonuçların azaltılmasında büyük fayda sağladığı kanıtlanmış bazı işlem öncesi adımlarımız vardır. Eşleşip eşleşmediklerini elde etmek için nesne sonucunu renk çubuğu sonucuyla karşılaştırılır.



Şekil 4 1: Octave'da uygulanan akış şeması.

### 4.3 Kullanılan Donanım

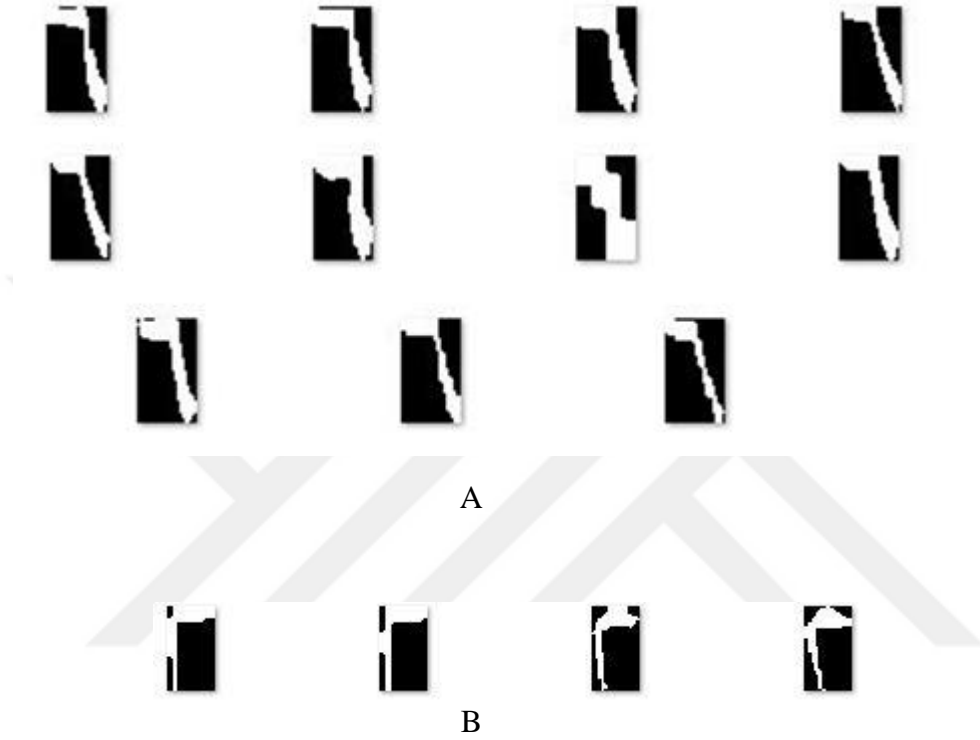
1. OCTAVE.
2. Windows İşletim Sistemi (WOS) 10
3. 1.8 GHz Intel "Core i7" İşlemci
4. 6 GB RAM

### 4.4 İŞ ADIMLARI

#### 4.4.1 Veri kümesi oluşturulması

(Creat Dataset) kutusuna tıkladığımızda, oluşturduğumuz tüm Arap rakamları ve harfleri içeren veri kümesi işlenecektir ve bu veri kümesi Arapça ve İngilizce olarak Irak plakanın üzerindeki sayılar ve harflerdir. Bu tezde sadece Arapça rakamları ve harfleri tespit edilerek ve tanınmıştır. Resimler farklı açılar tarafından yakalandığından, karakterin biraz farklı olduğunu gösterdiğinden, aralarında tam olarak eşleşmesi için çeşitli şekillerde Arapça rakamlar ve harfler oluşturmamızın yanı

sıra bazı yanlış okumalar da ortaya çıkmıştır, çoğu model üzerinde çalışıldı. Örneğin: sayı 6, Arapça'da (٦) anlamına gelen, Şekil 4.2'(a) da gösterildiği gibi tam olarak eşleştirmek için 11 model oluşturduk ve Şekil 4.2'(b) de gösterildiği gibi (م) harfi (M) için 4 model oluşturduk.



**Şekil 4 2:** Arapçadaki M harfi ve Arapçadaki 6 sayısı

Daha sonra GUI' deki ikinci kutu (Insert Image) basıldığında bilgisayara kayıtlı bir resmi seçer veya harici bir kamera ile yakalanabilir ve böylece GUI arayüzünde görüntülenebilmektedir. Şekil 4.3' de tanımada kullanılan bir araç görüntüsü gösterilmektedir.



Şekil 4 3: Orijinal resim

#### 4.4.2 Ön işleme sistemi

Ön işlemenin temel amacı, giriş görüntüsünün kontrastını iyileştirmek, görüntüdeki gürültüyü azaltmak, dolayısıyla işlem hızını arttırmak, giriş görüntüsünün görünürlüğünü ve kalitesini artırmak ve iyileştirmektir. ANPR için önerilen yaklaşımda, ön işleme adımında öncelikle RGB görüntüsü gri seviye görüntüye dönüştürülür ve daha sonra gri tonlamalı görüntüden gelen gürültü Kenar algılama ve filtreleme kullanılarak kaldırılır [38].

Ön-İşleme (Pre Processing) kutusuna tıkladığında, orijinal görüntünün birkaç aşamadan geçtiği ve sonuçta birkaç işlenmiş resim üretilir.

Ön işlemenin ilk adımı olarak resim gri seviyeye dönüştürmektedir. Bir RGB (Red (Kırmızı), Green (Yeşil), Blue (Mavi)) görüntüsü, otomatik plaka tanıma sisteminde işlemek için gerekli olmayan birçok veri içerir. Bir RGB görüntüsünü gri seviye resme dönüştürdüğümüzde, işlem için gerekli olmayan çok fazla bilgiden kurtuluruz. Bir RGB görüntüsü varsa, R, G, B bileşenlerinin her biri farklı yoğunluk işaretleyicilerine

sahiptir. Bir RGB görüntü üç kanalla temsil edilir. Her kanal genellikle 8 bitten oluşur. Dolayısıyla, renkli bir görüntü için her metrik için bir yoğunluğa sahip olursunuz.



**Şekil 4 4:** Gri seviyeye dönüştürülmüş resim.

Böylece, depolamak veya işlemek için çok veri olmaktadır. Şekil 4.4 gri seviye' ye çevrilmiş bir resim gösterilmektedir.

$$\text{Gray} = 0.30 * R + 0.59 * G + 0.11 * B \quad (4.1)$$

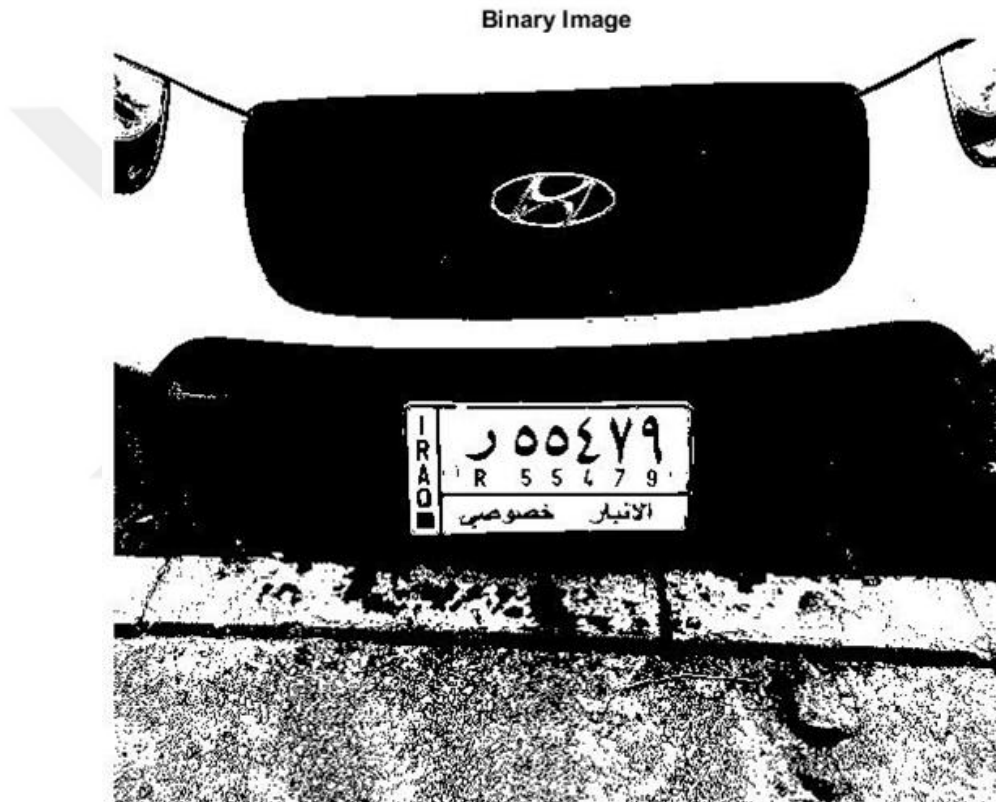
Gri seviye görüntüyü ikili görüntüye dönüştürme: Bu gri tonlamalı resmi, eşığe göre ikiliye dönüştürür. Çıktı ikili görüntüsü, giriş görüntüsündeki tüm pikseller için seviye değerinden daha düşük ve diğer tüm pikseller için 1 (Beyaz) veya 0 (Siyah) değerlerine sahip olabilir. Bu yöntemin uygulanması anlamak kolay ve basittir. Sonuç ikili görüntüyü analiz etmek kolaydır. Gri seviye görüntüden elde edilen ikili seviye görüntü Şekil 4.5'de gösterilmektedir.

Eşikleme, gri tonlamalı bir görüntüyü, iki seviyenin belirtilen eşik değerinin altında veya üstünde olan piksellere atandığı ikili bir görüntüye dönüştüren doğrusal olmayan bir işlemdir.

$$ph_i^c = \frac{h_i^c}{NP} \quad (4.8)$$

$\sum_{i=1}^{NP} ph_i^c = 1$ ; buradaki  $c=1$

'i', belirli bir yoğunluk seviyesi olan ( $0 \leq i \leq L-1$ ) ise,  $c$ , görüntünün bileşenidir;  $NP$ , görüntüdeki toplam piksel sayısıdır.  $h$  (histogram),  $c$ 'deki 'i' yoğunluk seviyesine karşılık gelen piksel sayısıdır. histogram olasılık dağılımı  $ph_i^c$  içinde normalize edilir [39].



Şekil 4 5: İkili (iki seviye) resmi.

#### 4.4.3 Kenar algılama

Kenar algılama, görüntü işlemede kullanılan, temel olarak, görüntünün parlaklığının keskin bir şekilde değiştiği ve süreksizliklerin bulunduğu sayısal bir görüntüdeki noktaları tanımlamayı amaçlayan, özellik algılama ve çıkarma için kullanılan temel bir araçtır. Kenar tespitinin amacı, bir görüntüdeki veri miktarını önemli ölçüde azaltır ve daha fazla görüntü işleme için yapısal özellikleri korur [40].

Kenar belirleme işleminde Roberts, Sobel, Prewitter ve Canny gibi farklı kenar algılama filtreleri ve yöntemleri vardır. Bu tezde, Sobel operatörü kenar algılama için görüntü yoğunluğu işlevinin değişimini hesaplamak için kullanılan ayırık bir farklılaştırma operatörüdür. Bir görüntünün her bir pikselinde, sobel operatörü ya ilgili gradyan vektörünü verir ya da vektöre normaldir. Girdi görüntüsünü filtre çekirdeği ile konvolüsyon hesaplanır ve böylece sonuç değişimin büyüklüğünü ve yönünü gösterir. A kenar belirleme uygulanacak bir resim olsun. Sobel filtresinin yatay ve düşey yönteki çekirdekleri ise aşağıdaki denlemlerde gösterildiği gibidir.

$$S_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4.2)$$

$$S_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \quad (4.3)$$

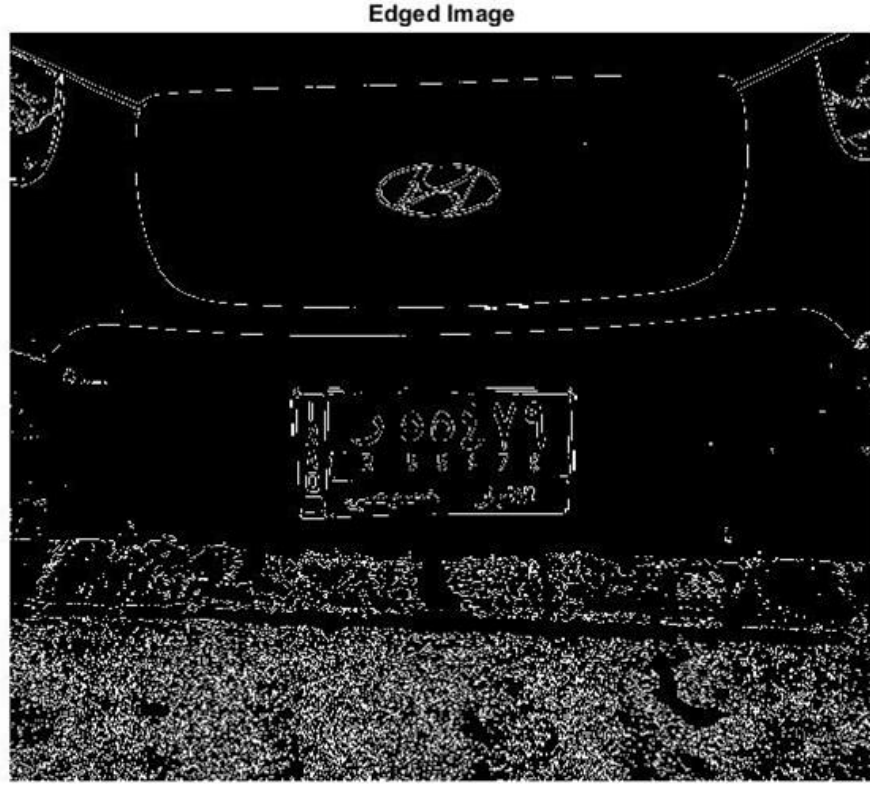
Resimdeki yatay ve düşey yöndeki değişimleri bulmak için resim ve yatay ve düşey yöndeki filtre çekirdeklerine konvolüsyon (katlama toplaması) uygulanır, ve bu şekilde yatay ve düşey yöndeki değişim resimleri  $D_x$  ve  $D_y$  elde edilir.

$$D_x = A * S_x \quad (4.4)$$

$$D_y = A * S_y \quad (4.5)$$

(4.3) ve (4.4) denklemlerindeki \* operatörü konvolüsyon işlevini göstermektedir. Yatay ve düşey yönde değişim görüntüleri elde edildikten sonra toplam değişim vektörü (4.5) denklemindeki gibi hesaplanır.

$$D = \sqrt{D_x^2 + D_y^2} \quad (4.6)$$



**Şekil 4 6:** Sobel operatörü sonucu kenar belirleme.

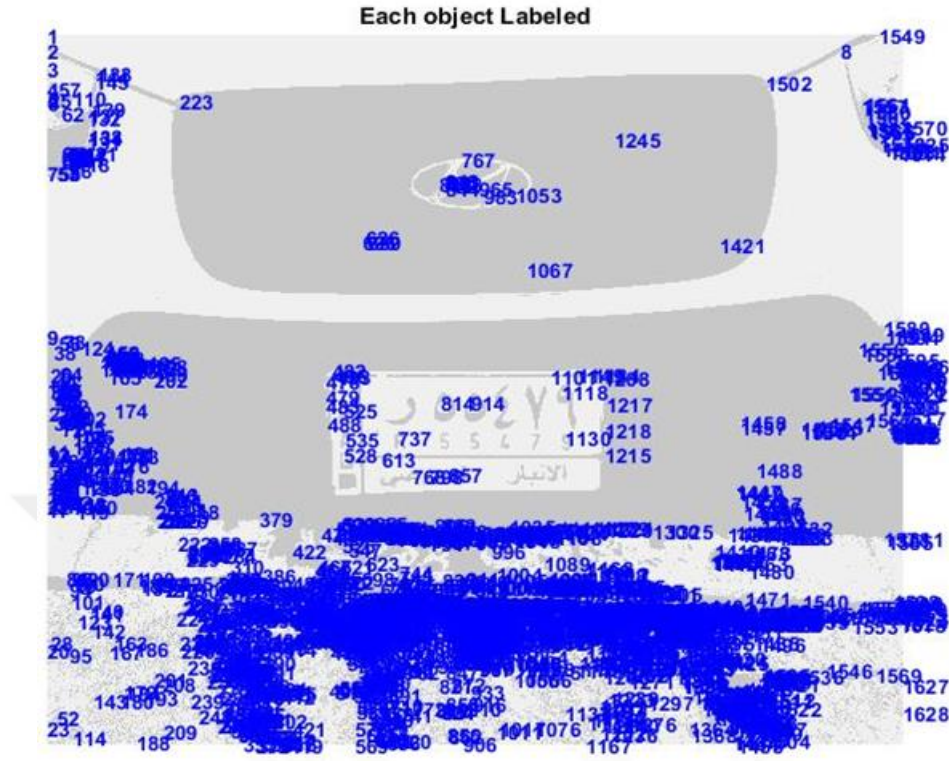
Toplamdeğişim vektörü  $D$  hesaplandıktan sonra seçilen eşik değeri  $E'$  ne bağlı olarak toplam değişim değeri eşik değerinin üzerinde olan piksel değerleri kenar pikseli olarak belirlenir, toplam değişim değeri seçilen eşik değerinin altında olan piksel değerleri ise sıfırlanır (4.6).

$$EP = D > E \quad (4.7)$$

Bu şekilde kenar algılama uygulandıktan sonra elde edilmiş görüntü Şekil 4.6' da gösterilmiştir.

#### 4.4.4 Etiketleme

Bu adımda, görüntüdeki kenarlar bilinen benzersiz numaralarla tanımlanır ve etiketlenir. Bu adım, araba plakası dahil olmak üzere önemli kenarları tanımlamak için kullanılır. Şekil 4.7' da etiketlenmiş resim gösterilmektedir.

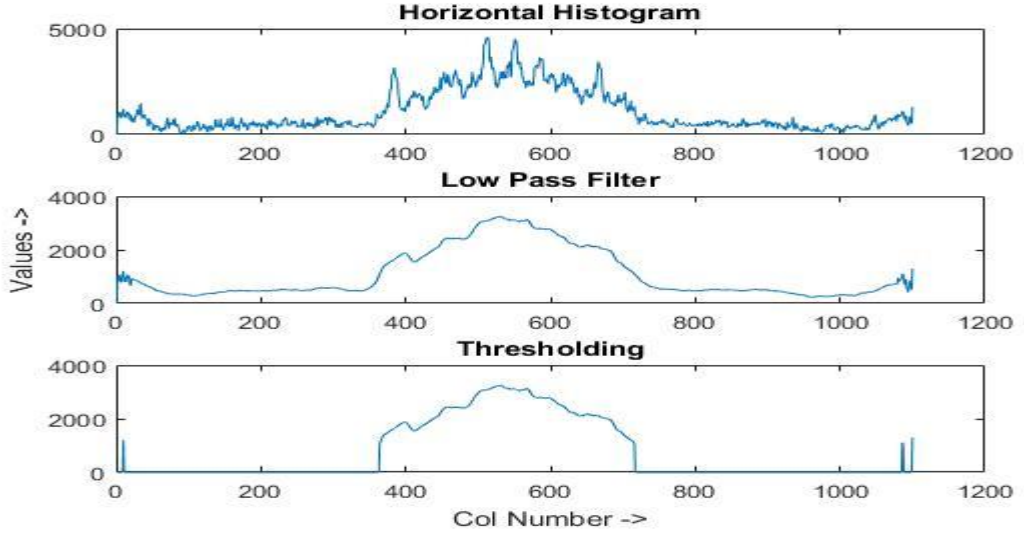


Şekil 4 7: Herbir ayırık nesnenin etiketlendiği resim.

#### 4.4.5 Düşey ve yatay histogram işlemleri

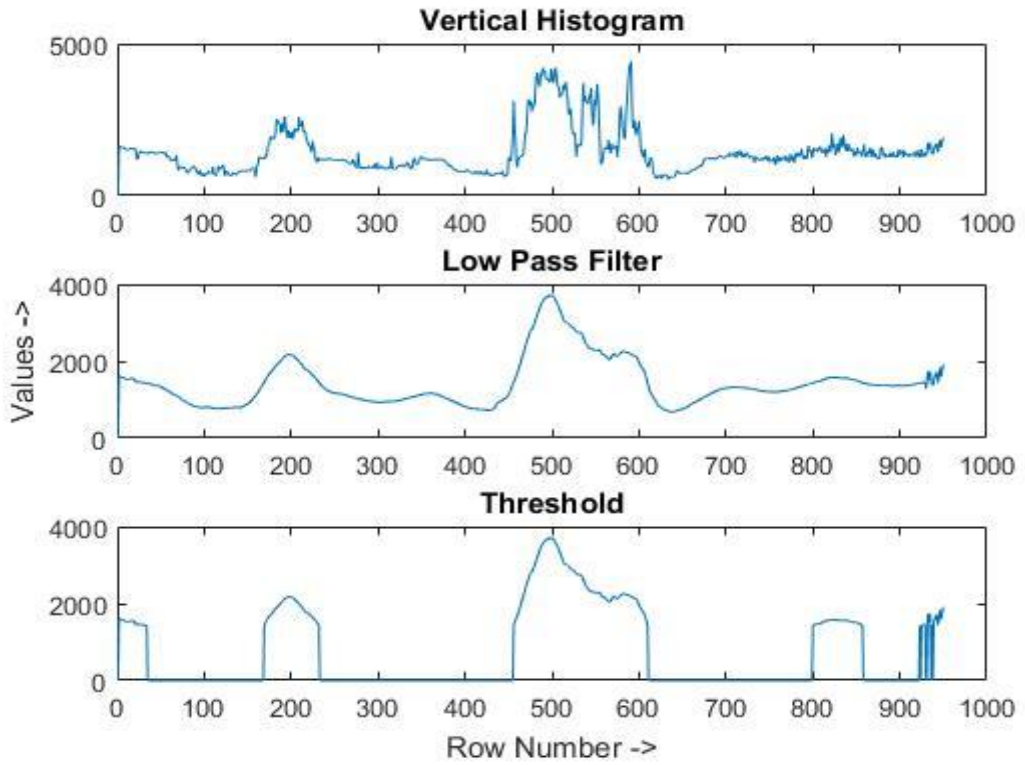
Düşey ve yatay histogram araç resminde plakanın yerini belirlemek için kullanılır. Bu amaçla pikseller arası farkı alan (4.1) ve (4.2) denklemlerinde tanımlanan yatay ve düşey sobel filtresi kullanılarak yatay ve düşey  $D_x$  ve  $D_y$  yöndeki komşu piksellerin farkını gösteren değişim matrisleri elde edilir. Daha sonra ise yatay histogram,  $D_x$  matrisinin satır satır toplanmasıyla elde edilir ve histogram sütun sayısı uzunluklu bir dizidir. Aynı şekilde düşey histogram ise  $D_y$  matrisinin sütun sütun toplanmasıyla elde edilir ve histogram satır sayısı uzunluklu bir dizidir. Yatay ve düşey histogram elde edildikten sonra histogramlar alçak geçiren filtreden geçirilerek daha sonra histogram değerleri belli değerin üzerinde olan değerler tutulmak üzere eşiklenir. Muhtemel plakanın konumu yatay ve düşey histogramın alçak geçiren filtreden geçirilmiş ve eşiklenmiş biçimlerinin yatay ve düşey doğrultuda karşılaştırılmasıyla elde edilebilir.





**Şekil 4 8:** Yatay histogram, alçak geçiren filtre ve eşikleme sonucu.

Şekil 4.8 'de dikey histogram, alçak geçiren filtre ve eşikleme sonucu gösterilmektedir. Yatay ve düşey histogram değerlerinin eşiklenmesiyle elde edilen sonuçlar yardımıyla araç resmindeki plakanın konumu yatay ve düşey profillerin yatayda ve düşeyde karşılaştırılmasıyla elde edilir.



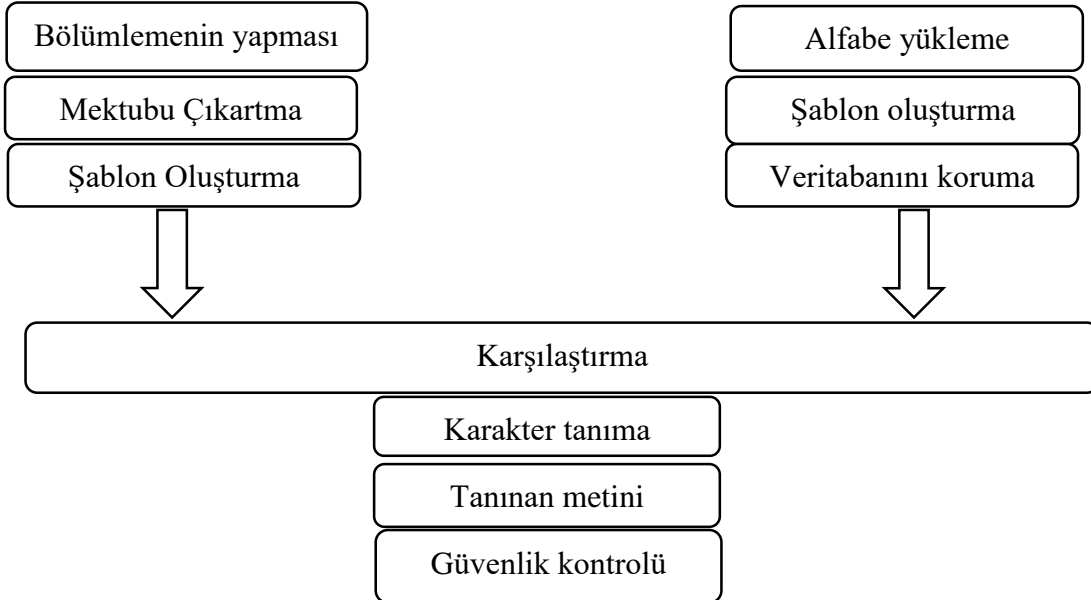
**Şekil 4 9:** Dikey histogram, alçak geçiren filtre ve eşikleme sonucu.

## 4.5 Plaka Tanıma Bölümü

Bu adımın temel amacı, seçim açısından görüntülerin sınıflandırılmasını ve tam olarak tanınmasını sağlamak ve görüntüyü sayı plakalarından elde edilen harflerden ve rakamlardan oluşan metne dönüştürmektir. Öncelikle, tüm Arapça rakamlar, harfler ve kelimeleri içeren bir veri tabanı oluşturulmuştur. Metin içeren bölgeler bulunduğunda, her sembol bölümlendirme işlemiyle çıkarılır. Çıkarılan semboller, ön işlemden geçirmeyi kolaylaştırmak için gürültüyü ortadan kaldırarak önceden işlenir. Her bir sembolün kimliği, bir önceki öğrenme aşamasıyla elde edilen sembol sınıflarının açıklamaları ile çıkarılan özellikler karşılaştırılarak bulunmaktadır. Araç plakasında bulunan ayırık karakterleri veri tabanında bulunan karakterlerle karşılaştırmaktadır [28]. Şekil 4.9 OCR'in akış şeması üzerinden işleyişini açıklamaktadır.

Görüntülenen ifadeler olarak sınıflandırılan metin satırları matematiksel formül tanıma modülümüz tarafından tanınır. Denklem (4.8), matematiksel formül tanıma sonucunun bir örneğini gösterir [41].

$$J(x) := \det \frac{\partial u}{\partial x} = \prod_{1 \leq i < j \leq a} (X_i - X_j) \quad (4.8)$$

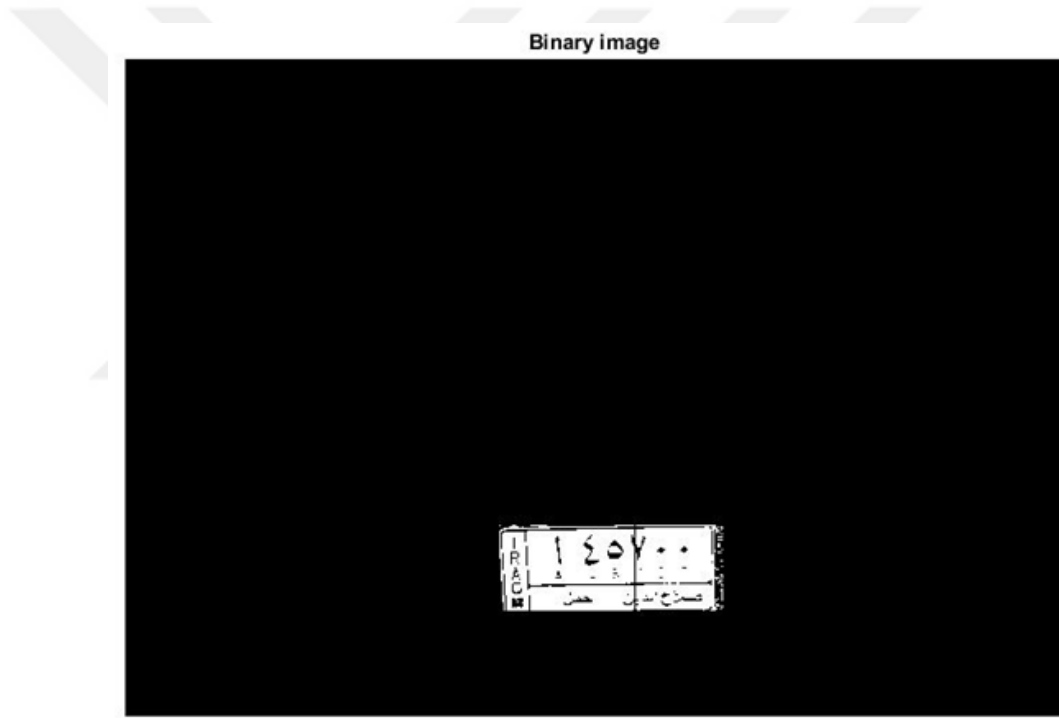


Şekil 4 10: OCR akış şeması

Yukarıda anlatıldığı şekilde araç gri ölçek resmi içinde plakanın yeri belirlendikten sonra daha önce açıklanan işlem adımları özellikle plakanın bulunduğu kısma uygulanır. İlk işlem olarak gri seviye resim ikili görüntüye dönüştürülür.

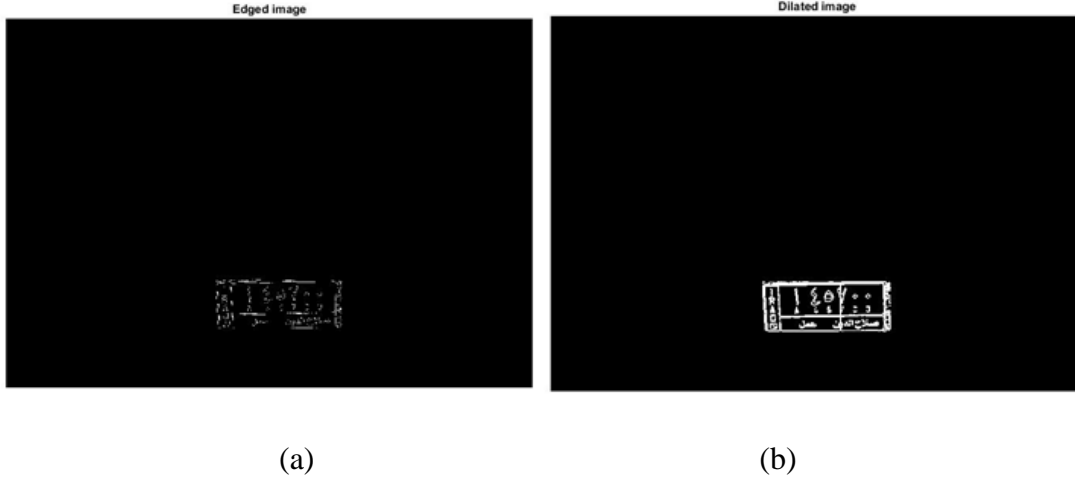
#### 4.5.1 Gri seviye resmi iki seviye resme dönüştürme

Bu gri ölçekli plaka resminin, seçilen eşik değerine göre ikili resme dönüştürülür. Çıktı plaka ikili görüntüsü, giriş görüntüsündeki tüm pikseller için eşik değerinden daha düşük piksel değerleri için 0 (Siyah) ve eşik değerinden daha yüksek parlaklık seviyesine sahip pikseller için ise 1 (Beyaz) olarak oluşturulur. Plaka tanıma uygulamasında ikili görüntü kullanmak uygundur. onuç ikili görüntü analiz etmek kolaydır. Bu açıklamada belirtilen bir ikili görüntü Şekil 4.10'da gösterilmektedir.



Şekil 4 11: Plaka ikili (iki seviye) resmi.

Sobel operatörü Şekil 4.11'de kenar algılama için görüntü yoğunluğu değişimini hesaplamak için kullanılan ayrık bir operatördür. Bir görüntünün her bir pikselinde, sobel operatörü ya ilgili gradyan vektörünü verir ya da vektöre normaldir. Girdi görüntüsünü ve sobel çekirdeğine konvolüsyon uygulanır ve böylece komşu pikseller arasındaki değişimin büyüklüğü ve yönü hesaplar.



**Şekil 4 12:** (a) Sobel operatörü uygulandıktan sonra plaka görüntüsü (b) Kenarları daha belirgin kılmak için morfolojik genişleme operatörü uygulanması sonucu.

#### 4.5.2 Plaka renk çubuklarının analiz edilmesi.

Daha önce de belirtildiği gibi, Irak plakasında bulunan renk şeridi araçların türünü gösterir. Beyaz renk çubuğu hususi, kırmısı renk çubuğu ticari, mavi resmi ve sarı renk çubuğu ise kamyon yada kamyonet türü araç olduğunu gösterir. Bu renkşeridi, plakada sağda yer almaktadır. Örnekte alınan araç, kamyonet tipinde olup kenar çubuğu rengi Şekil 4.13' de gösterilmektedir.. Şekil 4.12 'de, Arapça türündeki araç adının programda belirlenmesini gösteren ekran çıktısı görülmektedir.. Bu tezde, plakanın şeridi analiz edilerek araç türü de belirlenmektedir. Plakada bulunan renk şeridinden araç türünün belirlenmesi bu tezde ilk kez gerçekleştirilmektedir. Şekil 4.13'de kamyonet için algılanan şerit rengi gösterilmektedir.

Doğru renk alma olasılığını en üst seviyeye çıkarmak için programlamadaki renklerin değeri plakadaki renk aralığındadır. Görüntünün zayıflığı, görüntüdeki gürültü veya kirli olması nedeniyle renkler belli aralıkta ise ilgili renk koduna ve dolayısıyla araç tipine atanır.



Şekil 4 13: Renk kodu belirlendikten sonra program ekran çıktısı.



Şekil 4 14: Sarı renk şeridi araç tipi olarak kamyonu gösterir.

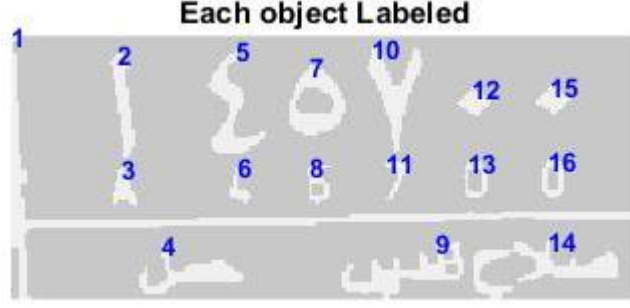
#### 4.5.3 Görüntüdeki nesnelere belirlemek için plaka görüntüsünün etiketlenmesi.

Araç plakasını seçerek, bu adımda araç plakasındaki tüm nesnelere ve kenarları bilinen numaralarla tanımlar ve etiketleriz. Bu kenarlar İngilizce harfler ve rakamlar ve Arapça harfler ve rakamlardan oluşur. Bu tezde İngilizce karakterler ihmal edilecektir ve sadece Arapça karakter tanınacaktır. Şekil 4.14' te etiketlenmiş bir plaka gösterilmektedir.

Görüntüdeki bir pikselin konum, yoğunluk ve etiket içeren üç niteliğe sahip olduğunu varsayıyoruz. Konum, raster tarama sırasını satır ana düzeninde belirtilir; bu durum (4.9) denklemiyle ifade edilebilir.

$$P(x, y) = x + y.W \quad (4.9)$$

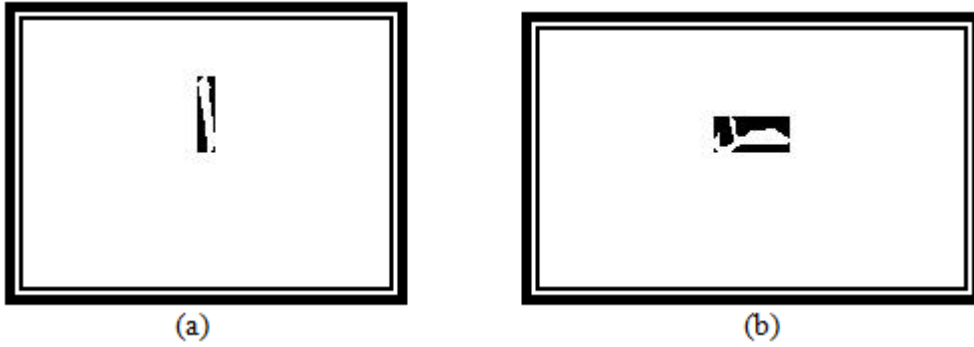
Burada  $(x, y)$  pikselin görüntüdeki 2D koordinatıdır.  $(H, W)$ , görüntü düzleminin çözünürlüğüdür. Yoğunluk, pikselinin  $I(x, y)$  ile ifade edilebildiği renk yoğunluğudur. Bizim uygulamada, bir piksel ön plana ait olduğunda  $I(x, y) = 1$  ve arka plan olduğunda  $I(x, y) = 0$  olur.  $L$  etiketi  $(x, y)$  koordinatına bağlı olduğu her bölgeyi göstermek için kullanırız [42].



Şekil 4 15: Plakanın etiketlemesi.

#### 4.5.4 Nesnelerin karşılaştırılması

Kabin plakasındaki kenarları ve açıları seçtikten sonra, her harf, sayı ve kelime birer birer alınacak ve Octave tarafından programlanan cihaza girilen ve kaydedilen verilerle karşılaştırılacaktır. Araç plakasını okumak için kullanılan eşleştirme yöntemi değer aralığı 1 ile -1 arasındadır. Plakadaki karakterleri araç panelinden aldığımızda, elimizdeki tüm verilerle eşleştiriyoruz ve bu eşleşme sonucu 1'e en yakın şablon karakter okunan karaktere atanır. Bir kod için ne kadar fazla veri varsa, o kodu tanımak kolaydır, ancak aynı zamanda, aralarındaki şekilleri, özellikle aralarında Arapça olarak yazılan şekle yakın olanları yanlış tanımak olasıdır. Bu tezde sadece Arapça harfler, rakamlar ve kelimeler dikkate alınır ve İngilizce karakterler ihmal edilir, çünkü İngilizce karakterleri tanımak için gerekli olan karakter seti programda tanıtılmamıştır. Şekil 4.15 (a) ve (b)' de (A) harfi Arapça olarak (ل) ve kamyonet yada kamyon kelimesi Arapça olarak (حمل) gösterilmektedir.



Şekil 4 16: Arapça olarak A karakteri ve kamyonet yazısı.

#### 4.5.5 Araç tipini karşılaştırma

Plakada bulunan renk koduna göre araç tipinin belirlenmesi bu tezde ilk kez Irak plakaları için uygulanmıştır. Bu adım, plaka tanımadaki yeni adımdır, çünkü Irak plakalarında bulunan renk şeridinde belirtilen araç tipinin mevcut bilgiyle karşılaştırıp uyuşup uyuşmadığını gösteren plaka tanıma sistemi Irak plakaları için bugüne kadar yapılmamıştır. Renk şeridinden elde edilen sonuçla plakaya kayıtlı araç tipi aynıysa aynıysa ekranda onaylandığını gösteren onaylı (APPROVED) kelimesinin yer aldığı pencere ekranda görünecektir, aynı değilse ekranda rededilmiştir (REJECTED) kelimesinin yer aldığı pencere görünecektir. Şekil4.16 (a) ve (b)' de bu iki durumu gösteren ekran çıktıları gösterilmiştir.



Şekil 4 17: Araç tipinin karşılaştırma sonuç ekranı.

#### 4.6 Octave Uygulaması

##### 4.6.1 Karakter sınıflandırıcısı grafik kullanıcı arabirimi (GUI)

Bir OCR sistemi eğitimi ile ilgili adımları düzenlemek için bir Octave GUI yazılmıştır [43]. Bu GUI, kullanıcının görüntüleri yüklemesine, bölmesini ve parçalara ayırmasına, hesaplamasını ve grafikleri çizmesine izin verir ve bu özellikleri gelecekteki analizler için saklar:

##### 4.6.2 Resim yüklenmesi

Görüntüler, Görüntü menüsüne tıklayıp Aç'ı seçerek GUI'ye aktarılabilir. Hem TIF hem de JPG dosya formatları desteklenir. Testlerin çoğu gri tonlamalı görüntüleri ile yapıldı.

### 4.6.3 İkili resim ve bölüt

Bir görüntü açıldıktan sonra, siyah beyaz resme dönüştürülebilir ve pencerenin sol üst köşesindeki düğme tıklanarak bölümlere ayrılabilir. Bu düğme ayrıca çeşitli özellikleri de çıkaracaktır.

### 4.6.4 Karakterlerin etiketlenmesi

Eğitim görüntüsü bölümlere ayrıldıktan sonra, Sınıf Etiketleri başlıklı metin kutusunun altında bir karakter görünecektir. Her segmentli karakteri uygun şekilde etiketlemek kullanıcının görevidir. Metin kutusuna bir karakter etiketi girildikten sonra, bir sonraki karaktere geçmek için “düğmesine tıklayın” üzerine tıklayarak geri gidilebilir.





## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 5.1 Plaka Tanıma ve Kullanılan Veri Setinin Oluşturulması

Irak araç plakalarının tanımlanmasında, araç plakasının, araç görüntüsünden tesbiti ikili görüntüde yatay ve düşey histogram yardımıyla yapılabilir. Daha sonra plaka içindeki ayırık nesnelere etiketlenerek OCR ile plaka tanıma işlemi tamamlanır. Tanımlama işlemi sırasında oluşturulan karakter şablonları yardımıyla tanıma işlemi gerçekleştirilir.

Plaka tanıma işlemi için Huawei Nova 3e cep telefonunun arkasındaki 16 megapiksel (f / 2.2, 1.0 mikron) özellikli birincil kamerakullanılmıştır. Bu bölümde Huawei cep telefonu kamerasından çekilen Irak plaka resimlerinden elde edilen sonuçlardan bahsedilecektir. Görüntüler çoğunlukla yeterli aydınlatma ve doğal atmosfere sahip olarak araç plakasından 1,5 m uzakta çekilmiştir. Irak Plaka veri seti, hususi, resmi, ticari ve kamyon veya kamyonet sınıfı olarak 4 farklı tipte ve farklı şehirlerden alınmış 50 farklı Irak plakası içermektedir.

### 5.2 Tanıma Başarımı Analizi

Irak araç plakası için 50 resim seçilmiştir ve OCR Octave [44] yardımıyla uygulanmıştır; burada 50 plakadan 48 plaka yerleştirme ile plakanın konumu araç resminde belirlenmiştir. yalnızca iki plaka yerleştirme başarılı olmadığından plaka tanıma tamamlanamamıştır. Tablo 5.1’de deneylerde kullanılan plaka resim veri seti ile ilgili bilgiler yer almaktadır. 48 adet araç plaka resminden 43 tanesi doğru olarak tanınmıştır. Araç türü belirlemede ise 45 araç plaka resminden 44’si deneylerde kullanılmış ve bunların 43 tanesi doğru olarak tanınarak plakanın araç tip eşleştirmesi yapılmıştır.

**Çizelge 5. 1:** Deneylerde kullanılan veri seti.

No.	Hesaplama Çeşidi	Plaka resim sayısı
1	Toplam resim sayısı	50
2	Yerelleştirilen plaka resim sayısı	48
3	OCR ile tanına plaka sayısı	43
4	Araç çeşidi için renk şeridi içeren plaka sayısı	44
5	Araç tipi renk şeridi ile uyumlu eşleştirilen plaka sayısı	43

Plaka tanıma başarımı (5.1) denklemiyle hesaplanabilir..

$$\text{Tanıma Başarımı [\%]} = \frac{\text{doğru okunan plaka resim sayısı}}{\text{tüm resimlerin sayısı}} * 100 \quad (5.1)$$

Deneyler sonuçları aşağıda özetlenmiştir:

1. Deneyler 50 görüntü üzerinde yapılmıştır.
2. Plaka Yerelleştirme, Görüntülerin% 96'ünde başarılıdır (50 üzerinden 48)
3. Harf, sayıları, Şehir adı ve araba tipini okuyanların oranı% 89.5 (48 üzerinden 43)
4. Okunan araba türünün oranı % 97.7 (45 üzerinden 44)
5. OCR ile belirlenen otomobil tiplerini ve plaka renk şeridi ile çıkan otomobil tipi karşılaştırma sonrası eşleşme oranı %95.5 (45 üzerinden 43).

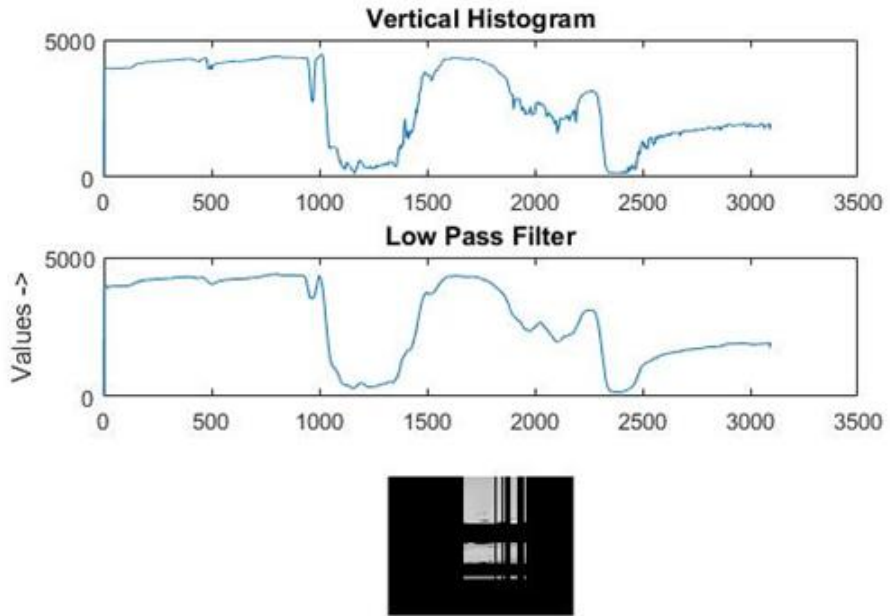
### **5.3 Plaka Yerelleştirilmesi Başarısız Olan Resimler**

50 plakadan ikisi, resmin 2 metre veya daha fazla bir mesafeden çekilmesi, çekilen görüntünün açısının uygunsuzluğu, ışığın yetersiz olması ve ışığın araç paneli alanından başka bir alana yansması dahil olmak üzere birçok nedenden dolayı seçilmemiştir. Bu olumsuz koşullardan dolayı elde edilen resimden iki tanesinde plaka yeri belirlenememiştir.

Şekil 5.1'de, resim araç plaka paneline göre yüksek bir noktadan büyük bir açıyla çekilmiştir, bu yüzden araç plakası bulanık görünmektedir. Şekil 5.2'de dikey histogramda ortaya bu durum gösterilmektedir..



Şekil 5. 1: 1. Örnek plaka için yerelleştirme hatası.

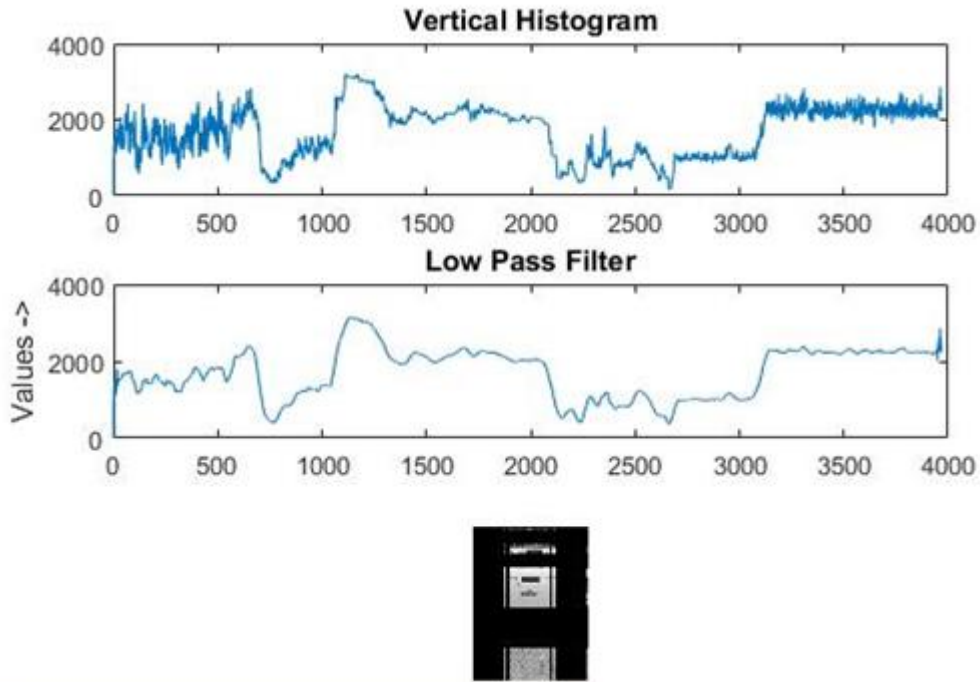


Şekil 5. 2: 1. Örnek plaka için dikey histogram ve hatalı yerelleştirme.

Şekil 5.3' te, resim uygun bir açıyla çekilmiştir, araba plakası belirgindir, ancak bu tip bir arabadaki araç plakası, iç kısımdadır bu yüzden plaka bölgesi gölgededir, bu durum yerelleştirme hatası meydana getirir.



Şekil 5.3: 2. Örnek plaka için yerleştirme hatası.



Şekil 5. 4: 2. Örnek plaka için dikey histogram ve hatalı yerleştirme.

Şekil 5.4 'de dikey histogramda plaka resminin gölgeli olması yüzünden doğru olarak yerleştirilemediği görülmüştür..

#### 5.4 Avrupa ve Türk Plakalarında Yerelleştirme

Octave tarafından yürütülen kod Avrupa plakalarının araba resimlerine uygulanmıştır. Görüntünün internetten indirilmesine rağmen yeterli kalitede olmadığı halde plaka yeri doğru olarak belirlenmiştir. Avrupa otomobil plakası tanıma işlemi uygulanmamıştır, çünkü veritabanı Irak illerinin isimlerinin yanı sıra dört otomobil tipine (hususî, ticarî, resmî, kamyon yada kamyonet) ek olarak Arapça karakter ve rakamlar için tasarlandı. Türk araç plakaları Avrupa plakalarına benzemektedir. Şekil 5.5’ de bir avrupa araç plakası ve Şekil

5.6’ da ise plakanın yerinin yerinin belirlenerek plakanın yerelleştirilmesi görülmektedir.



Şekil 5. 5: Avrupa ülkesine ait bir plaka örnek resmi.



Şekil 5. 6: Örnek Avrupa plakasının yerelleştirilmesi.

**Çizelge 5. 2:** Sonuçların her örnek ve karakter bazında başarımı.

No.	Plaka numarası	harf	1.	2.	3.	4.	5.	Şehir adı	Araç çeşidi	eşleştirme	yüzde
1	ك36562	ك	3	6	5	6	2	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
2	أ45700	أ	4	5	7	0	0	صلاح الدين	حمل	onaylı	100%
3	ر30427	ر	3	0	4	2	7	الانبار	خصوصي	onaylı	100%
4	ر42464	ر	4	2	4	6	4	الانبار	خصوصي	onaylı	100%
5	أ24466	أ	2	4	4	6	6	الانبار	خصوصي	onaylı	100%
6	ر35840	ر	3	5	8	4	0	الانبار	خصوصي	onaylı	100%
7	ب33180	ب	3	3	1	8	0	الانبار	حمل	onaylı	100%
8	أ60684	أ	6	0	6	8	4	الانبار	حمل	onaylı	100%
9	ر55479	ر	5	5	4	7	9	الانبار	خصوصي	onaylı	100%
10	م68781	م	6	8	7	8	1	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
11	م32635	م	3	2	6	3	5	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
12	ه62305	ه	6	2	3	0	5	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
13	ك31196	ك	3	1	1	9	6	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
14	ى14012	ى	1	4	0	1	2	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
15	أ68522	أ	6	8	5	2	2	الانبار	خصوصي	onaylı	100%
16	ر97504	ر	9	7	5	0	4	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
17	ر37511	ر	3	7	5	1	1	الانبار	خصوصي	onaylı	100%
18	أ51788	أ	5	1	7	8	8	كربلاء	خصوصي	onaylı	100%
19	ط43744	ط	4	3	7	4	4	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
20	ج55571	ج	5	5	5	7	1	بغداد	تكسي	onaylı	100%
21	ر18392	ر	1	8	3	9	2	بغداد	خصوصي	onaylı	100%

22	90256ر	ر	9	0	2	5	6	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
23	81836ى	ى	8	1	8	3	6	بغداد	حمل	onaylı	100%
24	91369و	و	9	1	3	6	9	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
25	40742ط	ط	4	0	7	4	2	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
26	40402ط	ط	4	0	4	0	2	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
27	30000ف	ف	3	0	0	0	0	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
28	72242ر	ر	7	2	2	4	2	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
29	66689ى	ى	6	6	6	8	9	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
30	25849ر	ر	2	5	8	4	9	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
31	2180ر	ر	-	2	1	8	0	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
32	98817ر	ر	9	8	8	1	7	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
33	36562ك	ك	3	6	5	6	2	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
34	31917ر	ر	3	1	9	1	7	الانبار	خصوصي	onaylı	100%
35	28973ر	ر	2	8	9	7	3	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
36	2130س	س	-	2	1	3	0	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
37	4221أ	أ	-	4	2	2	1	-	حكومي	onaylı	100%
38	18466ك	ك	1	8	4	6	6	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
39	36712م	م	3	6	7	1	2	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
40	83322و	و	8	3	3	2	2	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
41	18416ف	ف	1	8	4	1	6	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
42	12920ن	ن	1	2	9	2	0	بغداد	خصوصي	onaylı	100%
43	21681م	م	2	-	6	8	-	بغداد	خصوصي	Kabul etmedi	75%
44	37579ر	ر	3	7	5	7	9	-	-	Kabul etmedi	75%

45	ك16254	-	-	2	م	5	4	بغداد	خصوصي	onaylı	62.5%
46	ر31917	-	-	-	-	-	-	الانبار	خصوصي	Kabul etmedi	0%
47	أ47242	-	-	-	-	-	-	-	حكومية	Kabul etmedi	0%
48	م75586	-	-	-	-	-	-	بغداد	خصوصي	Kabul etmedi	0%

Yukarıdaki tabloya göre, az sayıda plaka görüntüsünde belirgin rakamların bulunmaması ve araç plakasının temizliğinin olmaması nedeniyle doğru şekilde belirlenememiştir. Irak' ta olabilen toz ve kum fırtınaları dolayısıyla otomobiller, bu kirli çevreden etkilenmekte ve araç plakaları da görüşü azaltıcı yönde kirli olmaktadır. Aşağıdaki şekillerde otomatik araç plaka sistemi tarafından belirlenemeyen araç plakaları gösterilmektedir.

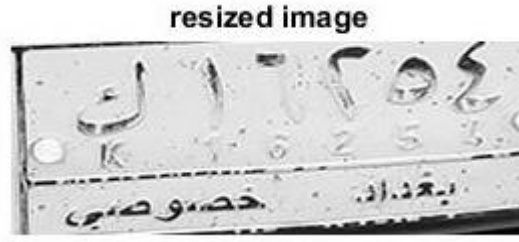


**Şekil 5. 7:** Tanınması güç silinmiş araç plaka örneği.

Şekil 5.7’de gösterilen araç plakasına baktığımızda silinmiş bir plaka görülmektedir.. Araç resminden ilgili önışlemler yapıldıktan sonra araç plakasının yeri tesbit edilmiştir. Daha sonra araç plakası içinde kalan ayrık nesnelere tesbit edilerek etiketlenmiştir. Otomatik plaka tanıma sistemi bu plakayı yanlış tesbit etmiştir. Şekil 5.8’ de yeniden boyutlanmış plaka gösterilmektedir, Şekil 5.9’ da plakada tesbit edilen



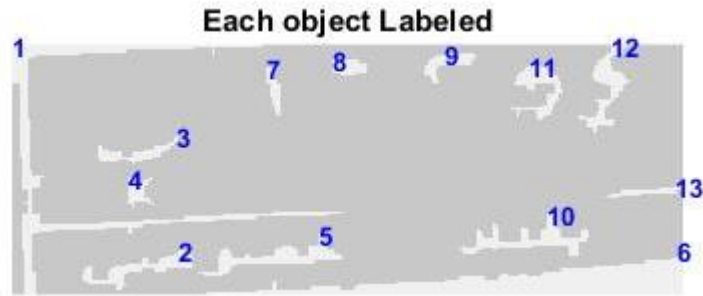
ayrık nesnelere gösterilmektedir, Şekil 5.10’ da ise etiketlenmiş nesnelere gösterilmektedir.



Şekil 5.8: Plakanın yeniden boyutlanmış plaka.



Şekil 5.9: Plaka içindeki ayrık nesnelere.



Şekil 5.10: Plaka içinde etiketlenmiş ayrık nesnelere.

Şekil 5.11’ de ise otomatik plaka tanıma sistemi tarafından doğru olarak tanınamayan ikinci örnek plaka içeren araç resmi görülmektedir. Plakanın silik, yıpranmış ve kirli olduğu görülmektedir. Bu tür plakaları doğru tanıyabilmemiz için yapılması gereken ek işlemler planlanan ileriki çalışmalardandır.



**Şekil 5.11:** 2. Tanınması zor silinmiş araç plaka örnek resmi.

### **5.5 Sistem başarımları sonuçları**

Irak araç plakaları için önerilen otomatik tanıma sistemi Octave üzerinde kurulmuş olup Irak yeni plaka sisteminde yer alan plaka renk şeridiyle dört farklı araç tip belirlenerek plaka kayıtlarıyla renk şeridinden elde edilmiş kayıtların eşleşip eşleşmediği kontrol edilmiştir. Önerilen otomatik plaka tanıma sistemi plaka yerinin resimden tesbitini sağlayan plakanın yerleştirilmesi, OCR ile karakter tanıma ve renk şeridi renk kodu ile kayıt eşleştirme adımlarından oluşmaktadır. Yapılan deneylerde çoğunlukla başarılı tanıma gerçekleşmiş olup bazı plaka resimlerinin uzaktan çekilmesi, gölge olması, farklı açıdan çekilmiş olması ve kirli olması gibi durumlarda bazı plakalar tanınmamıştır. Bazı plakalarda ise tüm plaka karakterleri yerine belli sayıda plaka karakteri tanınabilmiştir. Deney sonuçları kullanılan plaka resimleri için ayrıntılı olarak Tablo 5.2' de gösterilmiştir.

## 6. SONUÇLAR, PLANLANAN İŞLER

### 6.1 Sonuçlar ve Tartışma

Bu tezde, Irak araçlarına ait hususi, ticari, resmi ve kamyon veya komyenet için toplam dört adet araç tipi için otomatik araç plaka tanıma sistemi geliştirilmiştir. Bu amaçla Arapça karakterleri içeren bir veri tabanı oluşturulmuştur. Plaka sistemi Avrupa araç plaka sistemine de tanıma işlemi dışında ayrık nesnelere belirlenmesi adımı kadar uygulanmıştır. Bir dizi programlama işleminin geliştirildiği OCR yöntemi ile, ayrıklaştırılan plaka üzerindeki nesnelere veri tabanı ile eşleştirilerek karşılaştırılmış ve bu şekilde karakter tanıma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu tezde araç plakalarında bulunan renk şeridi kodlarından araç tipleride belirlenmiştir.

Araç plakalarının otomatik olarak tespit etmek için kullanılan bu teknik henüz Irak'ta resmi olarak uygulanmadı. Bu teknolojiye otoparklarda, büyük alışveriş merkezlerinde ve devlet hizmetlerinde yararlanmak için Irak Genel Trafik Müdürlüğünde kullanım alanları bulunmaktadır.

Araç plaka resimlerinin uygun açıdan çekilmemesi, plakaların kirli silik olması tanıma işleminin başarımını azaltan en önemli etmenlerdir. Yine plaka üzerine düşen ışığın yansımalarından kaynaklanan uygun aydınlatma koşullarının olmayışı tanıma başarımını olumsuz etkilemektedir. Bazı plakalarda ise tüm karakterlerin yerine belli sayıda karakter doğru olarak tanınabilmektedir.

1. Plakanın yerinin doğru olarak belirlenmesi için temel gereklilik, araç plakası sınırı ile arka plan arasında uygun kenarın bulunmasıdır.
2. Resimlerin uygun çözünürlüğe sahip olması gerekmektedir. Bu durum plaka yerinin belirlendiğinde ilgili analizlerin doğru olarak yapılması için önemlidir..
3. Plakanın karakterleri net ve temiz olmalıdır; resmi çekerken karakterler net ve kaplanmamış görünmelidir. Irak plakanın tanınması Arap karakterlerin tanınmasındaki zorluklardan ötürü zor bir işlemdir.

4. Aracın plakasına yerleştirilen ışık miktarı yine çekilen araç resimlerinden plaka tanıma işleminde uygun aydınlatma koşullarını sağlamalıdır.

## **6.2 Planlanan İşler**

Bu tezde geliştirilen Irak araç plakalarının otomatik tanınması probleminde otomobil plakasının tanıma başarımını arttırmak için eklenebilecek yapay sinir ağlarına dayanan yeni tanıma yöntemleri vardır. Oluşturulan veritabanına İngilizce karakter veri tabanı da eklenerek plaka üzerinde yer alan latin harf ve sayılarında tanınması sağlanabilir. Karakterleri okumaya engel olan taranmış numaraları göstermek için farklı filtreleme yöntemleri eklenebilir. Programın çalıştırılmasında önemli olan GUI daha kullanıcı dostu hale getirilebilir. Sistem açık tasarım şeklinde geliştirildiğinden diplomatik gibi tanımlı olmayan araç türlerinde eklenmesi gerçekleştirilebilir.

## KAYNAKÇA

- [1] Y. Yoon, K. Ban, H. Yoon, and J. Kim, "Blob Extraction based Character Segmentation Method for Automatic License Plate Recognition System," *International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, IEEE*, 2011.
- [2] S. S. Omran, J. A. Jarallah, "Iraqi Car License Plate Recognition Using OCR," *Annual Conference on New Trends in Information & Communications Technology Applications-(NTICT'2017)*, March 2017.
- [3] Traffic, Directorate of Iraqi Public, "<http://www.itp.gov.iq/>," [Online].
- [4] O. S. Siddik, Vehicle Number Plate Detection (IRAQI PLATES), 2014.
- [5] R. Choudhary, S. Gawade, "Survey on Image Contrast Enhancement Techniques," *International Journal of Innovative Studies in Sciences and Engineering Technology (IJISSET)*, March 2016.
- [6] A. Mohsin, A. H. Hassin, I. Q. Abdul Jaleel, "An Automatic Recognizer for Iraqi License Plates Using ELMAN Neural Networ," *Scientific Research*, December 2010.
- [7] S. Al-Shami, A. El-Zaart, R. Zantout, A. Zekri and Kh. Almustafa, "A New Feature Extraction Method for Licence Plate Recognition," *International Conference on Digital Information and Communication Technology (DICTAP)*, 2015.
- [8] S.Kranthi, K.Pranathi, A.Srisaila, "Automatic Number Plate Recognition," *International Journal of Advancements in Technology ISSN 0976-4860*, July 2011.
- [9] H. Sin Ng, Y. H. Tay, K.M.Liang, H. Mokayed, H. W. Han, "Detection and Recognition of Malaysian Special License Plate Based on SIFT Features," *researchgate*, April 2015.
- [10] Yu. A. Bolotova, A. A. Druki, V. G. Spitsyn, "License plate recognition with hierarchical temporal memory model," in *9th International Forum on Strategic Technology, IFOST 2014 - Cox's Bazar*, Bangladesh, 2014.
- [11] Singh, Iqbal, "Automatic Vehicle Detection and Recognition," 2016.

- [12] MARTINSKY, ONDREJ, "Algorithmic And Mathematical Principles Of Automatic Number Plate Recognition Systems," *BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY*, 2007.
- [13] Sandberg, Kristian, "Introduction to image processing in Matlab," *Department of Applied Mathematics, University of Colorado at Boulder Researchgate*, 2011.
- [14] Mathworks, "Working with Images in MATLAB Graphics," 2018. [Online]. Available: [https://www.mathworks.com/help/matlab/creating\\_plots/working-with-images-in-matlab-graphics.html](https://www.mathworks.com/help/matlab/creating_plots/working-with-images-in-matlab-graphics.html).
- [15] A. Badr, M. M. Abdelwahab, A. M. Thabet, and A. M. Abdelsadek, "Automatic Number Plate Recognition System," *Annals of the University of Craiova*, 2011.
- [16] T. Kumar, K. Verma, "A Theory Based on Conversion of RGB image to Gray image," *International Journal of Computer Applications (0975 – 8887)*, September 2010.
- [17] A. Mishra, P. Asthana, P. Khanna, "The Quality Identification Of Fruits In Image Processing Using Matlab," *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology*, 2014.
- [18] D. Mitra, S. Banerjee, "Automatic Number Plate Recognition System: A Histogram Based Approach," *IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE)*, Jan-Feb 2016.
- [19] O. R. Vincent, O. Folorunso, "A Descriptive Algorithm for Sobel Image Edge Detection," *Proceedings of Informing Science & IT Education Conference (InSITE)*, 2009.
- [20] R. K. Hanspal, K. Sahoo, "A Survey of Image Enhancement Techniques," *International Journal of Science and Research (IJSR)*, May 2017.
- [21] L. M. Jan, F. C. Cheng, C. H. Chang, S. J. Ruan and C. A. Shen, "A Power-Saving Histogram Adjustment Algorithm for OLED-Oriented Contrast Enhancement," *Journal of Display Technology*, April 2016.
- [22] M. Kumar, A. Rana, "Image Enhancement using Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization and Wiener filter," *International Journal Of Engineering And Computer Science ISSN: 2319-7242*, 6 June 2016.
- [23] P. Rasti, M. Daneshmand, F. Alisinanoglu, C. Ozcinar and G. Anbarjafari, "Medical image illumination enhancement and sharpening by using stationary wavelet transform," *Signal Processing and Communication Application Conference (SIU)*, 2016.
- [24] P. P. Acharjya, R. Das and D. Ghoshal, "Study and Comparison of Different Edge Detectors for Image Segmentation," *Global Journal of Computer Science and Technology Graphics & Vision*, 2012.

- [25] G. Singh, Er. H. Singh, "Study and Comparison of Various Techniques of Image Edge Detection," *Int. Journal of Engineering Research and Applications*, March 2014.
- [26] R. Maini, H. Aggarwal, "Study and Comparison of Various Image Edge Detection Techniques," *International Journal of Image Processing (IJIP)*, 2009.
- [27] Aggarwal, R. Maini and Himanshu, "Study and Comparison of Various Image Edge Detection Techniques," *International Journal of Image Processing (IJIP)*, 2011.
- [28] A. Chaudhuri, K. Mandaviya, P. Badelia, S. K. Ghosh, *Optical Character Recognition Systems for Different Languages with Soft Computing*, 2017.
- [29] G. Nagy, T. A. Nartker, S. V. Rice, "Optical Character Recognition: An illustrated guide to the frontier," *Procs. Document Recognition and Retrieval VII, Kluwer Academic Publishers*, 1991.
- [30] Arica, Nafiz, "An Overview Of Character Recognition Focused On Off-line Handwriting," *IEEE*, June 2001.
- [31] M. Cheriet, N. Kharma, C. Lin Liu, C. Y. Suen, *Character Recognition Systems A Guide For Students And Practitioners*, 2007.
- [32] M. A. Abdullah, L. M. Al-Harigy and H. H. Al-Fraidi, "Off-Line Arabic Handwriting Character Recognition Using Word Segmentation," *JOURNAL OF COMPUTING*, March 2012.
- [33] Lawgali, Ahmed, "A Survey on Arabic Character Recognition," *International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition*, 2015.
- [34] L. M. Lorigo, V. Govindaraju, "Off-line Arabic Handwriting Recognition: A Survey," *IEEE*, June 2006.
- [35] F. Biadisy, J. El-Sana, N. Habash, "Online Arabic Handwriting Recognition Using Hidden Markov Models," *Columbia University Department of Computer Science*, October 2006.
- [36] Lawgali, Ahmed, "A Survey on Arabic Character Recognition," *International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition*, 2015.
- [37] M. Kaur, J. Kaur, J. Kaur, "Survey of Contrast Enhancement Techniques based on Histogram Equalization," (*IJACSA*) *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol. 2, No. 7, 2011.
- [38] S. Kaur, S. Kaur, "An Efficient Approach for Automatic Number Plate Recognition System under Image Processing," *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 2014.

- [39] S. Kotte, P. R. Kumar, S. Kumar, "An Efficient Approach for Optimal Multilevel Thresholding Selection for Gray Scale Images Based on Improved Differential Search Algorithm," *Ain Shams Engineering Journal*, 2016.
- [40] Rashmi, M. Kumar and R. Saxena, "Algorithm And Technique On Various Edge Detection: A Survey," *Signal & Image Processing : An International Journal (SIPIJ)*, 2013.
- [41] Sh. Yamazaki, F. Furukori, "Embedding a Mathematical OCR Module into OCRopus," *International Conference on Document Analysis and Recognition*, 2011.
- [42] J. Chen, K. Nonaka, H. Sankoh, R. Watanabe, H. Sabirin and S. Naito, "Efficient Parallel Connected Components Labeling with a Coarse-to-fine Strategy," *Ultra-realistic Communication Group, KDDI Research, Inc. Ohara 2-1-15*, 2018.







## ÖZGEÇMİŞ

**Adı ve Soyadı** : Faraj FARAJ

**Doğum Tarihi ve yeri** : 29/11/1991, .Bağdat, IRAK.

### Eğitim

- **University of technology Iraq Elektrik ve Elektronik Mühendisliği, 2013.**

### Sunum ve Araştırma

- **Proje @ University of Technologyde:** 11/0.4 kV Trafo için bir Matlab gerçekleştirilmesi.
- **Sunum @ IAU :** SCADA Sistemleri.
- **Sunum @ IAU :** Internet of Things (IOT) .

### İŞ DENEYİMİ

**LSis kasım 2013 — Auğ. 2014**

**Site Engineer LSis Kore CO. (Güç çözümünde, otomasyonda ve yeşil ekonomide lider) (2013 - 2014)**

**Anket Etkinlikleri:** 7DCC veya SCADA projesi için Babil ve Basrah Valiliği'ndeki 33/11 kv ve 132/33/11 kv trafo merkezleri için saha anket çalışmaları yürütülmesi (Dağıtım Kontrol Merkezleri kurmak için).

**Kurulum Etkinlikleri:** Babil Valiliğinde 33/11 kv ve 132/33/11 kv trafo merkezleri için RTU kurulum etkinliklerin gerçekleştirilmesi. **Kablolama Etkinlikleri:** Babil Valiliğinde 33/11 kv ve 132/33/11 kv trafo merkezleri için RTU kablolama Etkinlikleri gerçekleştirilmesi.

**Test Etkinlikleri:** Bağdat'ta 33/11 kv trafo merkezi için trafo merkezleri testi yapmaktadır.

**Plan Etkinlikleri:** LSis, Schneider, GE, MG, ABB, Siemens, eski MG, Medenshia, Alstom gibi 33/11 kv ve 132/33/11 kv trafo merkezleri için çeşitli planlar gerçekleştirme.

**Bağlantıyı planlama:** RTU'yu dağıtım istasyonları ile Autocad programı ile bağlayın.

#### **Wood Craft House Nov. 2014 — Mar. 2015**

**Project Manager WCH Dubai is Exhibitions, Interiors, Events and Graphics. Site Supervisor :** Dubai, Abu Dhabi, Al Ain, Ajman, RAK ve Sharjah'da birçok sergi.

**production Engineer :** tamir ve kontrol standları için tasarım ve çizim: atölyede tamir standında yönetim çalışması.

#### **Shaf Medya Mar.2016 — Mayıs 2018**

Yönetim ve Lojistik: medyada birkaç proje gerçekleştirmektedir.

#### **Proje**

- 7 DCC (data control center ) veri kontrol merkezi projesi Irakta