T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPAY ZEKÂ TABANLI PLAKA TANIMA İLE BARİYER KONTROLÜ

BİRKAN GÖÇERLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Tez Danışmanları: Yrd. Doç. Dr. REMBİYE KANDEMİR

Doç. Dr. Hilmi KUŞÇU

EDİRNE-2015

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Mustafa ÖZCAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

Prof. Dr. Yılmaz KILIÇASLAN
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Hilmi KUŞÇU
İkinci Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Rembiye KANDEMİR
Tez Danışmanı

Bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalında bir Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri		İmza
Yrd. Doç. Dr. Rembiye KANDEMİR	(Danışman)	…….
Doç. Dr. Hilmi KUŞÇU	(İkinci Danışman)	…….
Yrd. Doç. Dr. Deniz TAŞKIN	(Üye)	…….
Yrd. Doç. Dr. Ercan BULUŞ	(Üye)	…….
Yrd. Doç. Dr. Hayrettin TOYLAN	(Üye)	…….

Tarih: 12/06/2015

T.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
DOĞRULUK BEYANI

İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.

12/06/2015

Birkan GÖÇERLER

Yüksek Lisans Tezi
BİRKAN GÖÇERLER
T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Yapay zeka, insan zekasına özgü olan, algılama, öğrenme, fikir yürütme, sorun çözme gibi yüksek bilişsel fonksiyonları veya otonom davranışları sergilemesi beklenen ve düşüncelerinden tepkiler üretebilen bir sistem olarak tanımlanmaktadır. Plaka tanıma uygulamaları genellikle kontrol ve güvenlik amacıyla kullanılan, ihtiyaç duyulan bir sistemdir. Mevcut teknolojik gelişmelerin ışığında insansız olarak yapay zeka kullanılarak geliştirilecek sistem, trafik denetleme, gişe uygulamaları, otopark giriş çıkış yönetimi vb. alanlarda araçların kontrolünde verimli olarak kullanılabilecektir. Yapılan çalışma Karayolları Trafik Yönetmeliğindeki Türk plaka standartlarına uyan ve tek satır olan, sivil araçlar için geliştirilen bir uygulamadır.

Tasarlanan sistemde plaka alanının tespiti için imgeye morfolojik işlemler uygulanmakta ve imgedeki nesnelerin kenar tespitleri yapılmaktadır. Önceden belirlenen kriterlere uyan alanlar kesilerek plaka alanı tespit edilmektedir. Çıkarılan plaka alanındaki gereksiz nesneler temizlendikten sonra karakterler ayrıştırılmakta ve karakterler yapay zeka algoritmalarından biri olan yapay sinir ağları ile eğitilmiş OCR motoru kullanılarak plaka tanıma işlemi tamamlanmaktadır. Tanınan plaka için bariyer açılmaktadır.

Çalışmada plaka yerinin tespiti için %100, karakter ayrıştırma için %99,33 ve tanıma için %95,30 doğruluk oranlarına ulaşılmıştır.

Yıl : 2015
Sayfa Sayısı : 56
Anahtar Kelimeler : Plaka Tanıma, Görüntü işleme, Yapay Zeka, Optik Karakter Tanıma, Bariyer Kontrolü

Master's Thesis
BİRKAN GÖÇERLER
Trakya University Institute of Natural Sciences
Computer Engineering Departments

ABSTRACT

Artificial intelligence is defined as a system producing reactions from ideas and showing autonomous behaviours or high cognitive functions such as perception, learning, stating opinion, problem solving which are peculiar to human intelligence. License plate recognition practices are a needed system generally used for control and security. By means of present technological developments, this system, which will be developed with artificial intelligence without human being, will be used in traffic inspection, box office applications, car park entrance and exit management etc. This study is targeted to be an application for civil vehicles with single line that are compatible with Turkish license plate standards in Highway Regulations.

In premeditated system, morphological operations are applied for identifying plate area and the edge detection of the images is done. Plate area is established by cutting the areas which are suitable for preset criterions. After cleaning unnecessary objects in the displacement plate area, characters are analyzed and the plate is recognized by processing characters with Optical Character Recognation module. The barrier is opened for recognized plate.

In this study, validity percentages are % 100 for identifying plate localization, %99,33 for character segmentation and % 95,30 for recognisation.

Year : 2015
Number of Pages : 56
Keywords : License plate recognition, image processing, artificial intelligence, optic character recognition, barrier control

TEŞEKKÜR

Çalışmam süresince her aşamada beni yönlendiren, önerileriyle yol gösteren, ihtiyaç duyduğumda yardımlarını esirgemeyerek çalışmamın sonuçlandırılmasında bana bilimsel danışmanlık yapan danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Rembiye KANDEMİR'e teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmamın sonuçlandırılmasında ve karşılaşılan güçlüklerin aşılmasında yol gösterici olan, değerli fikirlerini paylaşarak beni sürekli teşvik eden ikinci tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Hilmi KUŞÇU'ya,

Ayrıca tez jürisinde yer alarak görüşlerinden istifade etme fırsatı bulduğum Sayın Yrd. Doç. Dr. Ercan BULUŞ'a, Sayın Yrd. Doç. Dr. Deniz TAŞKIN'a, Sayın Yrd. Doç. Dr. Hayrettin TOYLAN'a çalışmam ile ilgili verdikleri öneri ve yapıcı eleştirilerinden dolayı teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca desteklerini ve hoşgörülerini esirgemeyen çalışma arkadaşlarıma,

Çalışmam boyunca yaşadığım zor durumlarda sabır gösteren, her daim maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen başta eşim Sayın İlknur GÖÇERLER'e annem Sayın Ayşe GÖÇERLER'e ve babam Sayın Mehmet GÖÇERLER'e,

Teşekkürlerimi sunarım.

Birkan GÖÇERLER

EDİRNE - 2015

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**

ABSTRACT ..... **ii**

TEŞEKKÜR ..... **iii**

ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **vi**

TABLOLAR LİSTESİ ..... **viii**

KISALTMALAR ..... **xi**

1. GİRİŞ **1**

2. LİTERATÜR TARAMASI **4**

2.1. Plaka Tanıma Sistemleriyle İlgili Yapılmış Bazı Çalışmalar 4

2.2. Profesyonel Plaka Tanıma Sistemleri 9

3. MATERYEL – METOT **11**

3.1. Donanım Bileşenleri 11

3.1.1. Web Kamera 11

3.1.2. Arduino Uno Mikrodenetleyici Kartı 12

3.1.3. LDR Işık Sensörü Kartı 13

3.1.4. Arduino Lazer Işık Kartı 13

3.1.5. SG 90 Mini Servo Motor 14

3.2. Yazılım Bileşenleri ve MATLAB 14

3.2.1. MATLAB Ana Ekranı 15

3.2.2. MATLAB Kod Yazma Ekranı (.m File Editör) 16

Kullanılan MATLAB Kodları ve Açıklamaları 17

3.3. Görüntü Bozunmaları ve Düzeltme Teknikleri 18

3.3.1. Adaptif Filtresi 20

3.3.2. Medyan (Median) Filtresi 21

3.3.3. Ortalama (Mean) Filtresi 22

3.3.4. Gauss Filtresi 22

3.4. Kenar Bulma Fonksiyonları 23

3.4.1. Sobel Kenar Dedektörü 23

3.4.2. Prewitt Kenar Dedektörü 24

3.4.3. Roberts Kenar Dedektörü 25
3.5. Karakter Tanıma Yöntemleri 26
3.5.1. Ağırlık Merkezine Dayalı Tanıma 26
3.5.2. Kontur Çıkarma 26
3.5.3. Şablon Eşleştirme Yöntemi 27
3.5.4. Yapay Sinir Ağları 28
3.5.4.1. Biyolojik Sinir Hücresi 28
3.5.4.2. Yapay Sinir Hücreleri 29
3.5.5. Optik Karakter Tanıma (OCR) Motorları 31
3.5.5.1. Tesseract 31
3.5.5.2. Fine Reader 32
3.5.5.3. Microsoft Office Document Imaging (MODI) 32
3.5.5.3. OmniPage 32
4. UYGULAMA 33
4.1. Sistemin Tanıtımı 33
4.2. Sistemin Çalışması 37
4.3. Plaka Tanıma Sistemi 40
4.3.1. Görüntüden Resmin Yakalanması 40
4.3.2. Görüntüde Aday Plaka Bölgesi Tespiti 41
4.3.3. Plaka Bölgesinden Karakter Ayrıştırma 44
4.3.4. Ayrıştırılan Karakterlerin Tanınması 46
4.4. Programdan Alınmış Uygulama Örnekleri 46
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 50
KAYNAKLAR 53
ÖZGEÇMİŞ 55

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1: Örnek Tescil Plakası……2
Şekil 3.1: Uygulamada kullanılan Webcam……11
Şekil 3.2: Arduino Uno Mikroişlemci Kartı (Ön ve Arka Yüzü)……...12
Şekil 3.3: Arduino Uno Mikro Denetleyici Kartı Blok Şeması...……...12
Şekil 3.4: Arduino LDR Işık Sensörü Kartı ……...……13
Şekil 3.5: Arduino Lazer Işık Kartı ……...……13
Şekil 3.6: SG 90 Mini Servo Motor . ……...……...…14
Şekil 3.7: Servo konumunun PWM ile ayarlanması ……...…….……...…14
Şekil 3.8: Matlab Ana penceresi……...…….……..…16
Şekil 3.9: Matlab Kod Editörü……...……...…….……..…16
Şekil 3.10: Radyal bozunma türleri...……...…….……...…19
Şekil 3.11: Radyal bozunma sebebi...……...…….……...…19
Şekil 3.12: Barrel ve Pinchusion bozunma örneği……...…….……..…20
Şekil 3.13: Gürültülü görüntü ve Adaptif filtre uygulanmış hali...…….……...…21
Şekil 3.14: Medyan Filtre için örnek maske...…….……...…21
Şekil 3.15: Gürültülü görüntü ve Medyan filtre uygulanmış hali……...…22
Şekil 3.16: Gürültülü görüntü ve Ortalama filtre uygulanmış hali……..…...…22
Şekil 3.17: Gürültülü görüntü ve Gauss filtre uygulanmış hali…….……..…...…23
Şekil 3.18: Yatay ve dikey sobel karnelleri…….……..….....…24
Şekil 3.19: Gri seviye resme uygulanan sobel kenar bulma yöntemi…….……...…24
Şekil 3.20: Yatay ve dikey prewitt maskeleri…….……..…….....…24
Şekil 3.21: Gri seviye resme uygulanan sobel kenar bulma yöntemi…….....…25
Şekil 3.22: Yatay ve dikey roberts maskeleri…….....…25
Şekil 3.23: Gri seviye resme uygulanan roberts kenar bulma yöntemi…….....…25
Şekil 3.24: Eğitim setinde kullanılan karakterlerin ağırlık merkezleri…….....…26
Şekil 3.25: Kontur çıkarma…….....……...27
Şekil 3.26 : Biyolojik sinir hücresinin genel yapısı …….....…….…...29
Şekil 3.27 : Yapay sinir hücresinin genel yapısı …….....…….…...29
Şekil 4.1: Gerçeklenen uygulama görüntüsü…….....…….……..33
Şekil 4.2: Lazer sensör modülleri ve lazer sensör ışık kartları yerleşimi……..……..34

Şekil 4.3: İkaz LED'leri……..……35
Şekil 4.4: Sistemin genel akış şeması……...…...36
Şekil 4.5: Sistem çalışmaya hazır iken bilgisayar ekran görüntüsü……..……...…...37
Şekil 4.6: Araç giriş yaparken bilgisayar ekran görüntüsü……..……..…..….....38
Şekil 4.7: Araç giriş yaparken, bariyer açık durumda……..……...……..…..…....38
Şekil 4.8: Araç çıkış yaparken bilgisayar ekran görüntüsü……..……...……....39
Şekil 4.9: Araç çıkış yaparken, bariyer açık durumda……..……...……....39
Şekil 4.10: Plaka tanıma sistemi akış şeması……..……..……...……....40
Şekil 4.11: Renkli resim……..……..……...……....41
Şekil 4.12: Gri seviye resim……..……..……....……....41
Şekil 4.13: Sobel filtre çıktısı ……..……..……....……....41
Şekil 4.14: Aşındırılmış resim çıktısı.……..……....…….42
Şekil 4.15: Kapalı alanları doldurulmuş resim çıktısı.……...42
Şekil 4.16: Aşındırılmış resim çıktısı.……....43
Şekil 4.17: Etiketlendirilmiş resim çıktısı.……..……...43
Şekil 4.18: Resimden çıkarılan plaka bölgesi……..……...44
Şekil 4.19: İkili resme dönüştürülen plaka bölgesi……..……...44
Şekil 4.20: Terslenmiş plaka bölgesi……..……...……...45
Şekil 4.21: Renklendirilmiş plaka bölgesi……..……..……...45
Şekil 4.22: Plaka bölgesinden ayrıştırılarak bölütlenmiş karakterler.……....46
Şekil 4.23: Plaka bölgesinden ayrıştırılarak tanınmış ascii karakterler.……..46
Şekil 4.24: Başarılı Plaka Tanıma İşlemi.……..…....47
Şekil 4.25: Başarılı Plaka Tanıma İşlemi.……..…....47
Şekil 4.26: Başarılı Plaka Tanıma İşlemi.……..…....47
Şekil 4.27: Başarılı Plaka Tanıma İşlemi.……..…....48
Şekil 4.28: Başarılı Plaka Tanıma İşlemi.……..…....48
Şekil 4.29: Başarılı Plaka Tanıma İşlemi.……..…....48
Şekil 4.27: Başarısız Plaka Tanıma İşlemi.……..….....49
Şekil 4.28: Başarısız Plaka Tanıma İşlemi.……...….....49
Şekil 4.29: Başarısız Plaka Tanıma İşlemi.……...….....49

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1: Dünyada ticari plaka tanıma sistemi üretici firmalar ve ürünleri……..…9
Tablo 2.2: Ülkemizde plaka tanıma sistemi üretici firmaları……..…10
Tablo 5.1: Plaka Tanıma Sistemi Başarı Durumu……..…….51
Tablo 5.2: Literatürdeki benzer çalışmalar……..……..…….52

KISALTMALAR

Kısaltmalar

ASCII:	American Standard Code for Information Interchange (Bilgi Değişimi İçin Amerikan Standart Kodlama Sistemi)
CMOS:	Complementary Metal Oxide Semiconductor (Bütünleyici Metal Oksit Yarı İletken)
EEPROM:	Electronically Erasable Programmable Read-Only Memory (Elektronik Ortamda Silinip Programlanabilir Salt Okunur Bellek)
FPGA:	Field Programmable Gate Array (Alanda Programlanabilir Kapı Dizileri)
LDR:	Light Dependent Resistor (Işık Etkili Direnç)
LOG:	Laplacian of Gaussian
MATLAB:	Matrix Laboratory (Matris Laboratuvarı)
MLP:	Multilayer Perceptron (Çok Katmanlı Algılayıcılar)
OCR:	Optical Character Recognition (Optik Karakter Tanıma)
PDF:	Portable Document Format (Taşınabilir Belge Biçimi)
PWM:	Pulse Width Modulation (Darbe Genişlik modülasyonu)
SOM:	Self Organizing Map (Öz Düzenlemeli Harita)
SRAM:	Static Random Access Memory (Durağan Rastgele Erişimli Bellek)
USB:	Universal Serial Bus (Evrensel Seri Veriyolu)
V:	Volt

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Günümüzde motorlu taşıtlar ulaşımda çok önemli rol oynamaktadır. Dünyanın bir çok bölgesinde motorlu araç firmaları tarafından ucuz ve seri üretim yapıldığından araç popülasyonu artmakta buda mevcut araçların kontrol edilmesini büyük bir sorun haline getirmektedir.

Bu problemin çözümü için pratik ve kullanışlı görüntü işleme teknolojilerinden biri olan plaka tanıma sistemleri kullanılmaktadır. Her şeyin otomasyona bağlandığı günümüzde, bilgisayarlı görü uygulamalarına bağlı olarak geliştirilen plaka tanıma sistemleri araç takibi, trafik denetimi, otoyol ve köprü geçişleri, kayıp-çalıntı-ihbarlı araçların bulunması, yetkili giriş çıkış sistemleri, güvenlik uygulamaları, trafik projeleri ve birçok değişik amaçlarla kullanılabilmektedir. Bu teknoloji, güvenlik ve trafik donanımları içinde popülarite kazanmaktadır.

Araç kimliklerinin tanımlanması işlemini plakalar ile gerçekleştirmenin ardında yatan temel fikir, her aracın plakasının bulunması ve bu plakanın eşsiz olmasıdır. Böylece geliştirilen yazılımla araç üzerinde başka bir eklentiye gerek kalmadan araçların tanınması sağlanmaktadır.

Yazılım teknolojisindeki gelişmelerle beraber, Plaka tanıma sistemi, kamera ile elde edilen görüntülerin, bilgisayarda çalışmakta olan plaka tanıma yazılımları sayesinde plaka karakterlerini tanımlama, tanımlanan karakterlerin, ASCII karakter kodlarıyla veritabanında yedeklenmesi ve istenilen zaman diliminde, plakası okunan araçların plaka bilgileri ve araçların sayısal fotoğraflarıyla beraber sorgulanması esasına dayanan bir görüntü işleme teknolojisidir.

Ülkemizde plaka tanıma sistemlerinde Karayolları Trafik Yönetmeliğinin dördüncü bölümündeki “Tescil Plakaları” başlıklı kısımda belirtilen özelliklerdeki

araçlara takılan Şekil:1.1'de görülen plakalar kullanılmaktadır. Plaka gövdesi alüminyumdan yapılmıştır. Boyutları araba, kamyon, kamyonet ve panelvanlar için 11x52 cm dir. Sol tarafta 4x10 cm mavi bar üzerine beyaz harflerle "TR" yazmaktadır. Motosiklet ve traktörler hariç diğer tüm araçlarda hem ön hem de arka taraflarda plaka bulunması zorunludur.



Şekil 1.1: Örnek Tescil Plakası

Yapay zeka tabanlı plaka tanıma sisteminin faydası, kontrol işlemleri için insan gücünün kullanımını azaltarak, bunun yerine 24 saat aralıksız çalışabilen ve de bir insana göre çok daha hızlı işlem yapabilen makinelere işleri devrederek, maddi yönden ve performans yönünden büyük kazanç sağlamasıdır.

Türk Plaka Standartlarına uyan plakaya sahip araçlar için plaka tanıma sistemleri incelenmiştir. Plaka tanıma sistemleri genel olarak üç ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar, plaka yerinin saptanması, plakadan karakterlerinin ayrıştırılması, ayrıştırılan karakterlerin tanınmasıdır.

İncelenen çalışmalarda hem plaka tanıma hemde bariyer kontrolü yapan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamızda bu her iki sistemi birleştiren bir uygulama gerçekleştirilmiştir.

Uygulamamızda dijital bir kamera kullanılarak alınan görüntülerden aracın plakasının yerinin saptanması, plaka karakterlerinin tanınıp metne dönüştürülmesi ve metnin veri tabanında karşılaştırılmasıyla daha önceden tanımlanan plaka verisine göre bariyerin açılması gerçekleştirilmiştir. Plaka yerinin saptanması ve karakter tanımlama için görüntü işleme yöntemleriyle geliştirilen ve bilgisayarların insan beyni gibi düşünmesini sağlayan, yapay zeka yöntemleri kullanılmıştır.

Tez çalışmasının aşamaları aşağıdaki bölümlerden oluşmuştur.

Tezin ikinci bölümünde plaka tanıma sistemleri üzerine yapılan akademik yayınlardan bahsedilmektedir.

Üçüncü bölümünde çalışmada kullanılan materyal ve metodlar açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde geliştirilen uygulamanın ayrıntılı açıklaması bulunmaktadır.

Son bölümde uygulamada elde edilen veriler değerlendirilerek sistemin daha verimli çalışabilmesi için önerilerde bulunulmaktadır.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Plaka Tanıma Sistemleriyle İlgili Yapılmış Bazı Çalışmalar

Literatür incelemesi ve geçmiş yıllarda plaka tanıma sistemleriyle ilgili yapılmış bazı çalışmalar;

Kim ve ark. (2000) öğrenme tabanlı plaka tanıma sistemi çalışmalarında araba tespitinde %90, plaka tespitinde %88 ve karakter tespitinde %85 oranında başarı elde etmişlerdir[1].

2003 yılında Wang ve Lee tarafından yapılan çalışmada plaka yeri tespitinde plaka zemini ve karakterlerin renklerinden yararlanmışlardır. Karakter tanıma işleminde ise Şablon Eşleme denilen birebir karşılaştırma işlemi kullanılmıştır[2].

Plaka yerinin tespiti için Umut Çelik tarafından 2003 yılında yapılan bir diğer çalışmada, bir dizi görüntü işleme algoritmasının yanı sıra geriye yayılım algoritması kullanan yapay sinir ağından yararlanmıştır. Plakada karakter yeri, karakter sayısı, boyutu ve türü algılanmış, ardından belirlenen karakter bölgeleri, plakalarda kullanılan 22 harf ve 10 rakamı tanımaya eğitilmiş yapay sinir ağına gönderilerek plaka tanıma gerçekleştirmiştir. Sistemin plaka yer tespitinde %88.6 ve plaka tanımadaki başarı oranları %76.8 olarak belirlenmiştir[3].

Videodan alınan görüntünün dikey ve yatay düzlemde Sobel filtresinden geçirildiği bir diğer çalışma Yanamura ve ark. (2003) tarafından yapılmıştır. Elde edilen görüntü üzerindeki gürültüler yok edilmiştir. İmgedeki doğruları bulmaya yarayan Hough dönüşümünü ve plaka en boy oranı kullanılarak plaka bölgesi tespit edilmiştir[4].

Avusturalya plakalarının renk ve şekil özelliklerinin farklılığını kullanarak plaka yeri tespiti ile ilgili çalışma Hamey ve Priest tarafından 2005 yılında yapılmış ve

başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Kullandıkları algoritmada resim içerisindeki plaka aday bölgeleri teker teker karakterler okununcaya kadar kontrol edilmektedir ve bu zaman açısından sistemin bir handikapıdır.[5].

Wu ve ark. (2005) tarafından Çin'in güney sahilinde bulunan Macao tarzı plakalar için deneysel bir plaka tanıma sistemi üzerine çalışmışlardır. Plaka belirlemek için yapısal işlemler ve izdüşümü arama algoritması kullanılmıştır. İmgenin morfolojik açılması ile imgenin farkı alınarak yatay ve düşey tarama yöntemiyle plaka bölgesini tespit etmişlerdir. Plaka bölgesi bulunduktan sonra karakterleri ayırmak için dikey bir izdüşüm yapmışlardır. Şablon eşleştirme yöntemi kullanılarak karakter tanıma işlemi gerçekleştirmişlerdir[6].

2005 yılında yaptığı çalışmada Barış Evrim Demiröz, araç plaka yerinin saptanması ve plakaya ait karakterlerin bölünmesine yönelik olarak Gabor dönüşümü, Otsu eşiklemesi ve hiyerarşik bağlantılı bileşen analizi yöntemlerini kullanmıştır. Plaka yerini saptamada %98,9, karakter bölütlemede %97,9 başarı sağlamıştır[7].

Qin ve ark. (2006) plaka yerini tespit etmek için, plakanın belirgin özellikleri olan kenar ve köşe noktalarını tespit etme yöntemini kullanarak %95 başarı oranı elde etmişlerdir[8].

2006 yılında yapılan başka bir çalışmada ise Hakan Caner, gömülü sistem olarak adlandırılan Mikrobilgisayar (FPGA vb.) donanımı kullanarak akan video üzerinde plaka tanıma sistemi gerçekleştirmiştir. Plaka alanını bulabilmek için Gabor filtre, yatay yönde genişletme, eşikleme ve Bağlantılı Bileşenler Analizi kullanılmıştır. Tespit edilen plaka bölgesi birbirinden ayrı karakterlere bölütlenerek karakter tanıma sistemi için hazır hale getirilmiştir. Ayrıştırılan karakterler Öz Düzenlemeli Harita (Self Organizing Map(SOM)) yapay sinir ağı kullanılarak tanınmıştır. Başarı oranı %87 olarak belirtilmiştir[9].

Plaka bölgesini çıkartırken, kenar belirleme, lekeleme algoritmaları kullanan Serkan Orbay (2006) yaptığı çalışmanın karakter ayrıştırma bölümünde, lekeleme, filtreleme ve bazı morfolojik algoritmalar kullanmıştır. Plaka karakterlerinin tanınması için istatiksel temellli şablon eşleştirme kullanmıştır. Duran araç görüntüleri üzerinde plaka bölgesinin çıkartılmasında %97.6 başarı oranı, plaka karakterlerin ayrıştırılması için %96 ve plaka karakterlerinin tanınmasında %98.8 doğruluk oranı ve sistemin bütünü için %92.57 tanıma oranı elde etmiştir.[10]

Ali Gökay Günaydın, 2007 yılında yaptığı çalışmada plaka yerini belirleme algoritmasını, plaka bölgesinin dikey köşe özellikleri üzerinden metin olmayan alanların filtrelenmesi üzerine kurmuştur. Karakter ayrıştırma işlemi için yatay ve dikey izdüşümleri, Optik Karakter Tanıma modülü (OCR) için ise Çok Katmanlı Algılayıcılar (MLP) kullanılmıştır. Çalışmada plaka yerinin tespiti için %92, karakter ayrıştırma ve tanıma için %88 doğruluk oranlarına ulaşmıştır[11].

2007 yılında Emre Çamaşırcıoğlu tarafından yapılan çalışmada plaka yerinin tespitinde plaka zemin rengi ve plaka karakterlerinin renginden yararlanılmıştır. Karakterlerin ayrıştırılmasında sütun toplam vektörü kullanılarak, resimdeki imza bölgesi araştırılmıştır. Ayrıştırılan karakterler, ileri beslemeli, eğitim için geri yayınım algoritması kullanılan yapay sinir ağı ile tanınmışlardır. Çalışma içerisinde sistemin genel başarı oranı yer almamaktadır.[12].

Halime Boztoprak tarafından 2007 yılında yapılan başka bir çalışmada top-hat dönüşümü kullanarak plaka bölgesini belirlemiş ve %98,75 başarı sağlamıştır. Karakter tanıma için istatistik tabanlı destek vektör makinaları metodu kullanmıştır. Karakter tanımada da %91 başarı sağlamıştır[13].

İsmail Irmakçı (2008) yaptığı çalışmasında imgeye önişlem uygulamakta, imgeden plaka çıkarımı için morfolojik işlemler uygulanarak köşeler belirlemekte ve belirlenen köşelerin kapladığı en küçük dörtgen bölgeyi imgeden çıkarmaktadır. Çıkarılan bölgeye tekrar önişlemler uygulandıktan sonra bölge karakter ayrıştırma sisteminde yatay ve düşey taramaya sokulmaktadır. Son olarak da karakterlerin tanınması aşamasında 23 harf ve 10 rakamın her biri için geriye yayılma algoritması ile eğitilmiş çok katmanlı yapay sinir ağları kullanılarak plakanın ASCII kodu tespit edilmektedir. Bu çalışmada sistemin bölümlerden bağımsız tüm başarısı %86,89 dur[14].

Taşıt plakalarının yerlerinin bulunabilmesi için sık kullanılan resim işleme algoritmaları, tümevarımsal öğrenme ve şablon eşleştirme yöntemleri kullanan Beytullah Yalım (2008) yaptığı çalışmada yeniden boyutlandırma, gri seviyeye indirgeme, Histogram eşitlemesi, Thresholding, Smearing algoritmalarından oluşan karma bir sistem tasarlanmış ve bu algoritmalar morfolojik filtreleme yöntemleri ile birbirlerini tamamlayacak şekilde entegre edilmiştir. Plakanın okunması işleminde ise

morfolojik filtrelemeler, şablon eşleştirme ve tümevarımsal öğrenme yöntemleri kullanılmıştır. Uygulamanın başarım oranı %92,5 olarak gösterilmiştir[15].

Melih Çiçek'in 2008 yılında yaptığı çalışmada ise plaka tanıma için yapay sinir ağları kullanılmıştır. Resim işleme kısmında smearing algoritması, morfoloji yöntemleri ve sobel kenar bulma gibi yöntemler kullanılarak yapmıştır. Çalışma içerisinde sistemin genel başarı oranı yer almamaktadır.[16].

2008 yılında Gözde Yavuz tarafından yapılan çalışmada, plaka alanını belirlemek için çizgiye dayalı metot kullanmıştır. Çizgiye dayalı metot, araba görüntüsünün enine kesitini gözlemlemeye dayanmaktadır. Enine kesit plaka numarası alanını kestiği zaman plaka alanı tespit edilir. Tespit edilen plaka bölgesindeki karakterleri ayrıştırmak için yatay bölünme, dikey bölünme ve karakter seçimi işlemleri uygulanmaktadır. Ayrıştırılan karakterleri tanıma işlemi için şablon eşleme yaklaşımı kullanılmıştır. Sistemin başarı oranı, sırası ile plaka bölgesi tespitinde %92, plaka karakterlerinin ayrıştırılmasında %95 ve plaka karakterlerinin tanınmasında %90 olarak belirtilmiştir[17].

Okan Bingöl ve ark. 2008 yılında yaptıkları çalışmada plaka bölgesinin bulunması işlemi için kenar bulma algoritmaları, karakter ayrıştırma işlemi için Blob Coloring algoritması, karakter tanıma işlemi için ise şablon eşleştirme algoritması kullanmıştır. Plaka bölgesinin tespitinde % 95' lik doğruluk oranı, karakter ayrıştırmada %92' lik doğruluk oranı ve karakterlerin okunması işleminde %87' lik doğruluk oranı elde edilmiştir[18].

Yaptığı çalışmada resimlerdeki karakterlerin belirlenmesini hedefleyen Emre Aksoy (2008), yöntem gerçeklenirken smearing algoritması, yerel ve genel eşikleme fonksiyonları kullanmıştır. Ardından araç resimlerindeki plakanın yerini belirleme amaçlı yüksek frekans bileşenlerinin dalgacık dönüşümü ile bulunması yöntemini incelemiştir. Çalışmada bu amaçla Haar ve Daubechies filtreleri kullanılmış ve bu filtrelerin performanslarını karşılaştırmıştır. Çalışma kapsamında incelenen son teknik dikey kenar çıkarımına dayanmaktadır. Sobel operatörü ile dikey kenar çıkarımı yapıldıktan sonra resim içinde plaka boyutundaki bir çerçeve gezdirilerek aday bölgeler belirlenir. Bu bölgeler içinde en fazla dikey kenar ayrıtı içeren bölgenin seçilmesiyle plaka resim içinde bulunmaktadır[19].

Kayhan Bora (2009) tarafından yapılan çalışmada plaka görüntüsünden karakterlerin ayrıştırılması ve ayrıştırılan karakterlerin tanınması üzerine çalışılmıştır. Yapay sinir ağları veya karmaşık matematiksel işlemler yerine insan gözü ile karakterin nasıl algılandığına dikkat edilmiştir. Plaka görüntüsü ikili sisteme çevrilmiş ve sonra dikey ve yatay doğrultularda taranarak karakterlerin sınırları bulunmuştur. Bulunan karakterler soldan sağa, sağdan sola, yukarıdan aşağıya, aşağıdan yukarı taranarak her bir karakter için özellik sınıfları oluşturulmuştur. Daha önceden karakterler için hazırlanmış olan özellik sınıfları veritabanı ile ayrıştırılan karakterin özellik sınıfı karşılaştırılmıştır. Karakterin diğer karakterlere benzeme oranı kullanıcıya gösterilmiştir. Çalışma karakter tanıma işleminde %88,9 başarı oranı elde etmiştir[20].

2009 yılında Funda Akar tarafından yapılan çalışmada ise Bağlı Bileşen Analizi ve öznitelik çıkartma işlemleri sonrasında en büyük alandan başlanarak plaka bölgesinin başarılı olarak bulunması sağlanmıştır. Resim içinden başarılı olarak alınan plaka bölgesi için karakter bölütleme sistemi çalıştırılmış ve karakterlerin birbirinden ayrılması ilgili resim üzerinde yapılmıştır. Elde edilen karakterler normalize edildikten sonra her karakter alanının karakter tanıma işleminin yapıldığı algoritmaya gönderilmesi sağlanmıştır. Sistemin genel başarı oranı %93,7 olarak hesaplanmıştır[21].

Kirami Kaçan (2010) tarafından yapılan çalışmada plaka bölgesinin belirlenmesinde ikili seviyede kenar tabanlı görüntü işleme yöntemleri, karakter bölütlemede ikili seviyede dikey izdüşüm yöntemi ve karakter tanımada da çok katmanlı yapay sinir ağları kullanmıştır. Belirlenen mesafe ve bakış açılarından elde edilmiş görüntüler üzerinde ortalama %95 lik bir başarı elde etmiştir[22].

Bir kamera ile görüntüyü alıp sisteme bağlı bilgisayara ileten Kerim Kürşat Çevik (2010) tarafından yapılan çalışmada, elde edilen resim üzerinde Canny kenar bulma algoritması kullanılarak plaka bölgesi tespit edilmiştir. Blob coloring yöntemi kullanılarak elde edilen plaka bölgesinden karakterler ayrıştırılmış ve ileri beslemeli geri dönüşümlü çok katmanlı perseptron yapay sinir ağı kullanılarak karakter tanıma işlemi geçekleştirilmiştir. Sistemin genel başarı oranı %95,36 olarak belirtilmiştir[23].

2011 yılında Ali Bakkaloğlu'nun yaptığı çalışmada plaka yerinin tespiti için resim üzerindeki piksel değerlerinin değişim oranları incelenmiş ve inceleme sonucunda plaka bölgesi tespit edilmiştir. Karakter ayrıştırma işlemi için resim üzerindeki sütun toplam vektör değerleri kullanılmıştır. Ayrıştırılan karakterlerin tanınması için şablon

eşleştirme yöntemi kullanılmıştır. Resimler işlenirken bilinen resim filtreleme fonksiyonları kullanılmamıştır. Bunların yerine doğrudan işlemin amacına yönelik algoritmalar yazılmıştır. Bu yöntemle, işlemin en hızlı şekilde tamamlanması sağlanmıştır. Bu sistem, 1500 araç resmi üzerinde test edilmiştir. Yapılan test işlemini sonucunda %89,4 başarı oranı elde edilmiştir[24].

Bahsedilen bu çalışmalar dışında, bu yöntemlere benzer birçok çalışma yapılmıştır.

2.2. Profesyonel Plaka Tanıma Sistemleri

Dünyada ticari olarak plaka tanıma sistemi tasarlayan ve ürün olarak satan birçok firma bulunmaktadır. Gözde Yavuz (2008) ve Ali Bakkaloğlu (2011), Tomasetti ve ark. (2008) tarafından hazırlanan bu firmaların bazılarını tablo 2.1'deki gibi yayınlamıştır.

Firma	Ürün Adı
AITEK Srl	TarGet
Alphatech Inc.	Argus; VES (Violation Enforcement System)
Amano Cincinnati, Inc.	LPR (License Plate Recognition System)
American Traffic Systems, Inc.	AutoPass/AutoScan
AutoVu Technologies, Inc.	AutoTrace
Belgian Advanced Technology Systems	CIS (Car Identification System)
ECM Inc.	Neuroplak
Elettronica Santerno SpA.	SIRIO
ELIOP Tráfico SA.	SIPA
Federal APD, Inc.	License Plate Inventory
Fornix Information Technologies	Carina
Fraunhofer-Institute	ISYPLATE
Gevis Video IdentifizierungsSysteme	VIS1000 (Video Identification System)
Hi-Tech Solutions	LPR (License Plate Reader); SEE/CAR
Hughes Transportation Management	Video-Tag
MAZ Hamburg GmbH	MAZ-VIS (Vehicle Identification System)

Monitron International Ltd.	Number Plate Recogniser
Neurotechnologija Ltd.	CIS (Car Identification System)
Non-Cooperative Target Recognition Ltd.	VIA
OMRON Corporation	Automatic Vehicle Identifier
Optasia Systems Pte Ltd.	IMPS (Integrated Multi-Pass System)
Parsytec Computer GmbH	Ruggedized ID-Recognition Systems
Perceptics Corporation	LPR (License Plate Reader)
R&H Systems BV	KEVER
Racal Messenger Ltd.	Talon
R.B. TEC Ltd.	CMPS (Car Plate Matching System)
Redflex Traffic Systems Pty Ltd.	TCO (Automated Traffic Camera Office)
Siemens Traffic Controls Ltd.	ARTEMIS-IC
Telematica Systems Ltd	Automatic Number Plate Recognition
Telstra Applied Technologies	Safe-T-Cam
Visual Image Dynamics Ltd.	ANPR (Automatic Number Plate Reader)
Zamir Recognition Systems Ltd.	Centurion

Tablo 2.1: Dünyada ticari plaka tanıma sistemi üretici firmalar ve ürünleri

Türkiye'de de ticari olarak plaka tanıma sistemi tasarlayan ve ürün olarak satan birçok firma bulunmaktadır. Ülkemizde bu alanda faaliyet gösteren firmaların ürettikleri yazılımların isimleri genel olarak "Plaka Tanıma Sistemi" olarak ifade edildiğinden sadece alanında önde gelen firma isimlerinden bazıları tablo 2.2'de verilmiştir.

Essed Elektronik Güvenlik Sistemleri
Metcom Bilgisayar
DİVİT- Dijital Video ve İmge Teknolojileri
Ekin Teknoloji
Nöron Teknoloji
Fideltus İleri Teknoloji A.Ş.
Fortibase Network
ADATA Elektronik Güvenlik Sistemleri
Avikon

Tablo 2.2: Ülkemizde plaka tanıma sistemi üretici firmaları

BÖLÜM 3

MATERYEL – METOT

Bu bölümde tezde kullanılan meteryel, metot, yöntem ve tekniklerden bahsedilmiş olup bunların birbirleri ile ilişkileri, olumlu ve olumsuz özellikleri verilmiştir.

3.1. Donanım Bileşenleri

3.1.1. Web Kamera

Uygulamada erişim kolaylığı ve maliyet etkinliği açısından üstün özelliklere sahip, birçok uygulamada kullanım alanı bulabilecek, 1024x1012 hücre çözünürlükte, 24 bit renkli görüntü sağlayabilen ve USB 2.0 (Universal Serial Bus) arayüz birimi ve ortamdaki ışık şiddetine bağlı olarak saniyede 6- 30 imge yakalama kapasitesine sahip bir web kamera kullanılmıştır. Kullanılan webcam Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1: Uygulamada kullanılan Webcam

Kameranın çözünürlüğü, yeterli olması ve algoritmanın çalışma hızını artırması bakımından 800x600 hücre çözünürlüğüne ayarlanmıştır. Kamera, sürekli izleme yapan görüntü alma aracı olarak kullanılmaktadır.

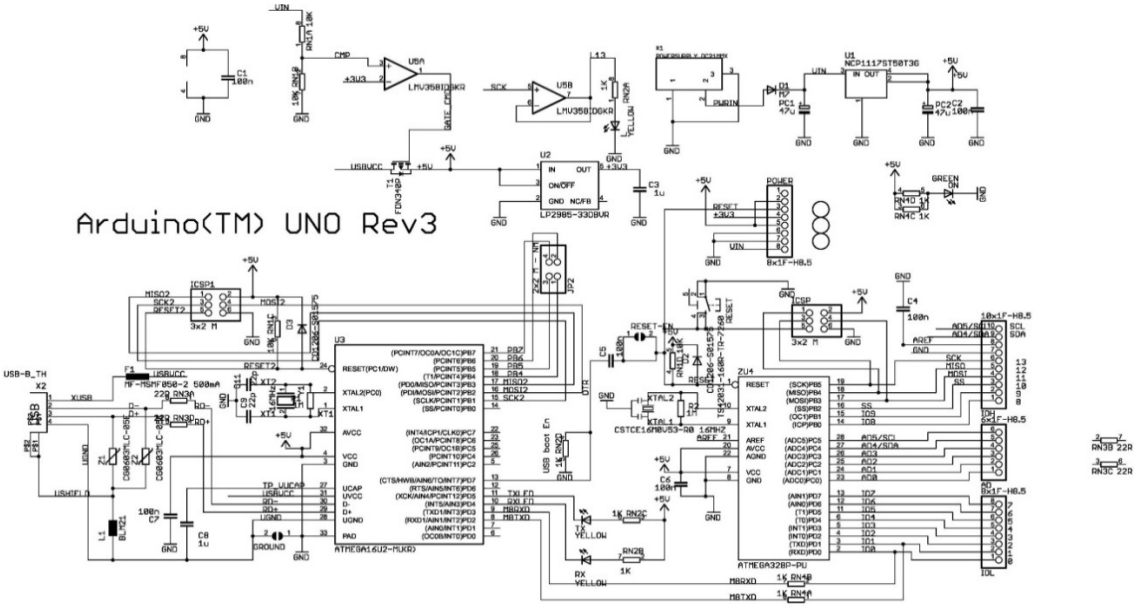
3.1.2. Arduino Uno Mikro Denetleyici Kartı

Arduino Uno, 32KB flaş bellek kapasitesine sahip bir ATmega328 Atmel AVR mikro denetleyici kartıdır. 32KB flaş bellek kapasitesine ek olarak 2KB SRAM (Static Random Access Memory) ve 1KB EEPROM (Electronically Erasable Read Only Memory) bellek kapasitesi de bulunmaktadır. 16 MHz kristal osilatörü ile zamanlama palslerinin üretildiği kartın kullanımı oldukça basittir. Arduino programlama dili Java tabanlı bir dildir ve C++'a oldukça yakın bir komut işleme sistemine sahiptir. Arduino Uno Mikro Denetleyici Kartının genel görünümü Şekil 3.2'de gösterilmektedir.



Şekil 3.2: Arduino Uno Mikroişlemci Kartı (Ön ve Arka Yüzü)

Arduino Uno besleme gerilimini USB arayüz üzerinden, Vin portundan veya besleme girişi üzerinden alabilmektedir. Arduino Uno Mikro Denetleyici Kartı Blok Şeması Şekil 3.3'te gösterilmektedir.

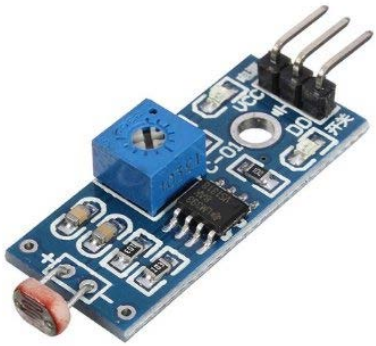


Şekil 3.3: Arduino Uno Mikro Denetleyici Kartı Blok Şeması[25].

Besleme girişine ve Vin portuna uygulanan gerilim değeri 6-20 VDC arasında değişebilmekle birlikte tavsiye edilen besleme gerilimi 7-12 VDC arasındadır. USB arabiriminden alınan gerilim değeri ise regüle edilmiş 5 VDC'dir.

3.1.3. LDR Işık Sensörü Kartı

Aşağıdaki Şekil 3.4'te görülen ışık sensörü kartı üzerinde 5 mm LDR bulunmaktadır. Ortam ışığına göre dijital ve analog çıkış veren bu kart karanlık durumda 0 V, sensör üzerine ışık düştüğü durumda ise 5 V sinyal vermektedir. Üzerindeki trimpot ile hassasiyet ayarı yapılabilir. Çalışma gerilimi 5V'tur.



Şekil 3.4: Arduino LDR Işık Sensörü Kartı [26]

Kullanımı oldukça kolay olan LDR sensör kartı başta Arduino platformları olmak üzere bir çok mikrodenetleyici ile beraber kullanılabilmektedir.

3.1.4. Arduino Lazer Işık Kartı

5 V çalışma gerilimine sahip olan kırmızı renkli nokta şeklinde lazer ışığı üreten kart Şekil 3.5'te görülmektedir. Üretilen lazer ışığının dalga boyu 650 nm'dir.



Şekil 3.5: Arduino Lazer Işık Kartı [27]

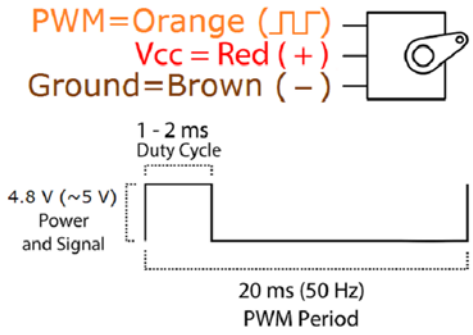
3.1.5. SG 90 Mini Servo Motor

Tower Pro SG90 plastik dişlili küçük mekanizmalar için ideal bir mini servo motordur. Birçok mikrodenetleyiciden alabilen PWM sinyali ile konumu kolaylıkla ayarlanabilen servo motor şekil 3.6'da görülmektedir. Çalışma gerilimi olan 4.8 Volttaki hızı 0.12 saniye/60 derecedir. 6 Volttaki zorlanma torku 1.3 kgf.cm'dir.



Şekil 3.6: SG 90 Mini Servo Motor [28]

Şekil 3.7'de servonun konum durumlarının PWM ile ayarlanması görülmektedir. Başlangıç konumu olan "0" için (1,5 msn darbe) orta, tam sağ için, "pozisyon 90" (~ 2 ms darbe), tam sol için " pozisyon -90" (~ 1 ms darbe) uygulanması gereklidir.



Şekil 3.7: Servo konumunun PWM ile ayarlanması [28]

3.2. Yazılım Bileşenleri ve MATLAB

MATLAB Mathworks firması tarafından geliştirilen bir uygulama geliştirme ortamıdır. MATLAB MATrix LABoratory kelimelerinin kısaltılmasıdır. MATLAB kod yazılarak programlama yapılabilen uygulama geliştirilebilen bir platformdur.

MATLAB'in diğer uygulama geliştirme platformlarına göre olan üstünlüğü zengin matematiksel işlem yeteneğidir. Başka programlama dilleri ile satırlarca kod yazılarak gerçekleştirilen işlemler MATLAB'in hazır matematiksel algoritmaları ile tek

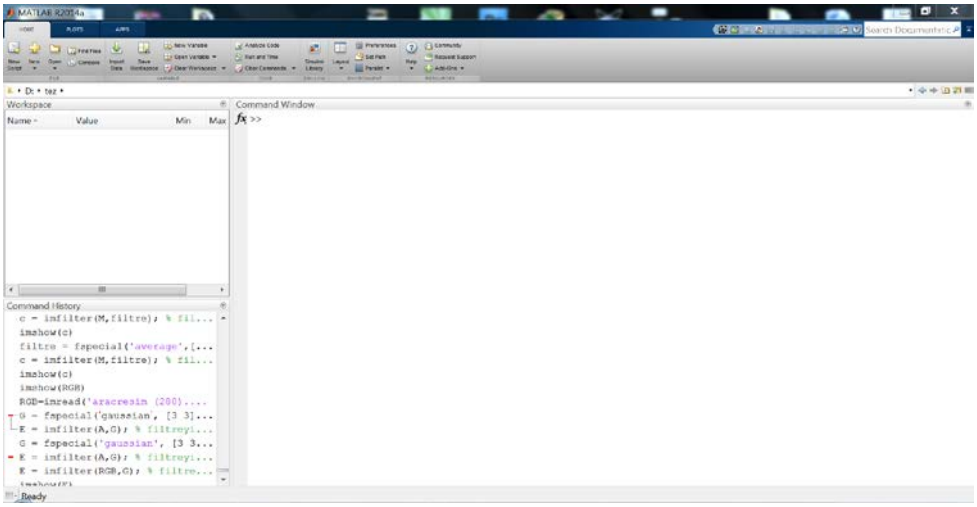
fonksiyon çağırılması ile gerçekleştirilebilir. MATLAB birçok uygulama alanına göre hazırlanmış fonksiyonlara, algoritmalara ve fonksiyonlara sahiptir. MATLAB görüntü işleme gereçlerinin yanı sıra kontrol sistemleri, haberleşme, yapay sinir ağları, istatistik gibi birçok alanda uygulama geliştirebilecek imkan sağlamaktadır. MATLAB ile kod yazılarak işlemler gerçekleştirilebildiği gibi similasyonlar hazırlanarak birçok uygulama test edilebilir. Ayrıca simülasyonların sistemlerle gerekli donanım aracılığı ile bağlantısı sağlanarak gerçek zamanlı uygulamalar gerçekleştirilebilir.

MATLAB işlem yapılan değişkenleri matris olarak tutmaktadır. Bu matrislerin sahip olduğu değerleri istenilen anda görüntüleyip, dış ortamlara aktarma, dış ortamdan veri alma imkanları sağlamaktadır. MATLAB'in önemli özelliklerinden biride üstün grafik yeteneğidir. İşlem sonuçları 2 ve 3 boyutlu grafik türleri ile görüntülenebilir.

3.2.1. MATLAB Ana Ekranı

MATLAB ana ekranında bulunan kısımların en önemlisi "Command Window" denilen komut ekranıdır. Bu ekrana tek satırlı fonksiyonlar ve komutlar yazılarak işlemler yapılabilir. Ayrıca döngü ve karar yapıları ile çok sayıda fonksiyon ve komut bir arada kullanılabilir. "Workspace" alanında ise o anda işlem yapılan, yüklenmiş olan tüm değişkenler ve matrisler yer almaktadır. Bunlardan istenilenler "Array Editor" denilen arabirim ile görüntülenir.

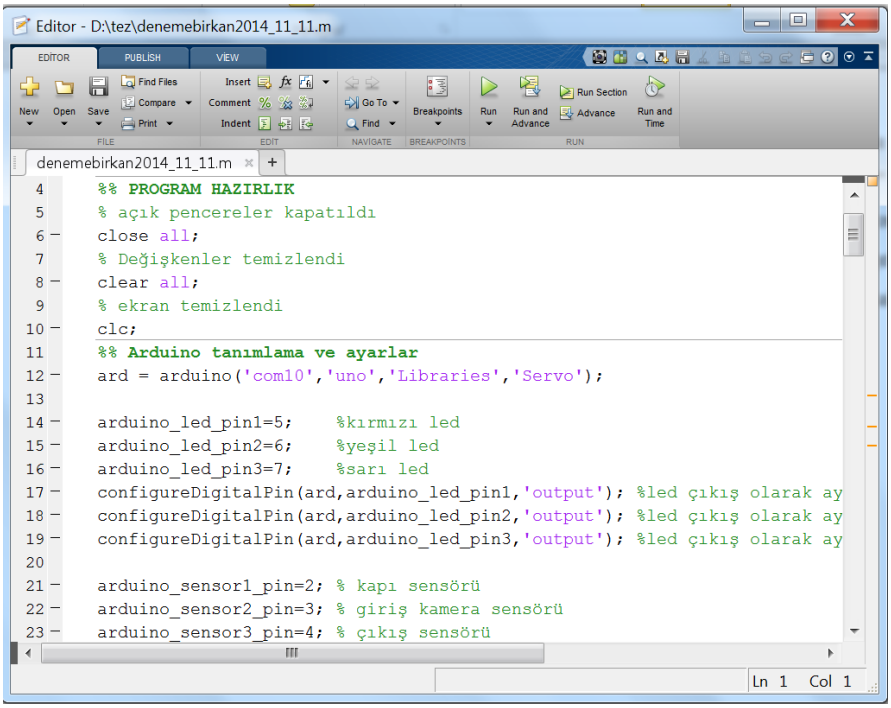
"Command History" denilen bölüm ise MATLAB'in son kullanımlarından gerçekleştirilen işlemler ve komutlar tarihleri ile birlikte tutulmaktadır. MATLAB penceresinin üst tarafında bulunan sekme menüleri kullanılarak dosya, arama, grafik, program işlemleri ve yardım işlemleri yapılabilir. Plot sekmesi kullanılarak seçilen değişkenin çizim türlerine ulaşılabilir. Apps sekmesi kullanılarakta çeşitli Toolbox'ların program parçalarına ulaşılabilir. Program ana ekranına ait ekran görüntüsü şekil 3.8'de gösterilmiştir.



Şekil 3.8: Matlab Ana penceresi

3.2.2. MATLAB Kod Yazma Ortamı (.m File Editor)

MATLAB ortamında kod ile uygulama gerçekleştirme m dosyası denilen metin dosyaları yazılarak gerçekleştirilir. Bu uygulamalar ".m File Editor" denilen araç kullanılarak yazılır. M file editör ile MATLAB'in standart fonksiyonları ve ilgili gerecin fonksiyonları kullanılarak programlar yazılabilir. Editör gelişmiş birçok programlama editörü gibi kod düzenleme, derleme, test etme araçlarına sahiptir. Kod yazma editörüne ait ekran görüntüsü şekil 3.9'da gösterilmiştir.



Şekil 3.9: Matlab Kod Editörü

3.2.3. Kullanılan MATLAB kodları ve açıklamaları

Kodlama yapılırken kullanılan komutlardan bazıları aşağıda kısaca açıklanmıştır.

imread: Resim dosyasını okur.

Kullanım:

Degisken=imread('resim_dosyasi.uzanti')

imwrite: Resim dosyasını mevcut konuma yazar.

Kullanım:

imwrite(degisken,'resim_dosyasi.uzanti')

imcrop: Resmi belirlenen koordinatlarda ve belirlenen ölçülerde kırpar.

Kullanım:

Kesilmis_resim = imcrop(resim, dikdortgen)

dikdortgen = [xmin ymin genislik yukseklik]

imresize: Resmi yeniden boyutlandırır.

Kullanım:

yeniden_boyutlandirilan_resim = imresize(resim_degiskeni, [satir sutun])

videoinput: Video giriş nesnesi oluşturur.

Kullanım:

Video_Nesnesi = videoinput(kamera_adi, kamera_kimligi, video_formati)

preview: Oluşturulan video nesnesinin önizlemesini yapar.

Kullanım:

preview(video_nesnesi)

rgb2gray: Renkli resmi gri seviye resme çevirir.

Kullanım:

gri_resim=rgb2gray(renkli_resim)

strel: Morfolojik işlemlerde kullanılan yapısal bir filtre elemanıdır. Morfolojik işlemlerin hangi şekil ve parametrelerle uygulanacağı *strel* ile belirlenir.

Kullanım:

strel(filtreleme şekli, parametre)

getsnapshot: Video nesnesinden tek resim karesi döndürür.

Kullanım:

tek_kare_resim = getsnapshot(video_nesnesi)

im2bw: Gri seviye resmi eşik seviyesine göre ikili resme çevirir.

Kullanım:

ikili_resim = im2bw(resim_degiskeni, esik_seviyesi)

size: Matris yada resim dosyasının boyutlarını döndürür.

Kullanım:

Boyut_vektoru = size(matris)

imaqreset: Bellekte mevcut tüm görüntü nesnelerini siler ve önceden yüklenen tüm bağdaştırıcıları kaldırır.

Kullanım:

imaqreset

imfill: İkili resimde delikleri doldurur.

Kullanım:

islenmis_resim = imfill(ikili_resim,'holes')

bwboundaries: İkili resimdeki bölge sınırlarının özelliklerini belirler.

Kullanım:

[nesneler,etiketler,nesne_sayisi] = bwboundaries(ikili_resim)

bwmorph: İkili resimde morfolojik işlemler yapar.

Kullanım:

islenmis_resim = bwmorph(ikili_resim,operasyon_parametresi)

bwlabel: İkili resimde birbirine bağlı bileşenleri etiketler.

Kullanım:

islenmis_resim = bwlabel(ikili_resim)

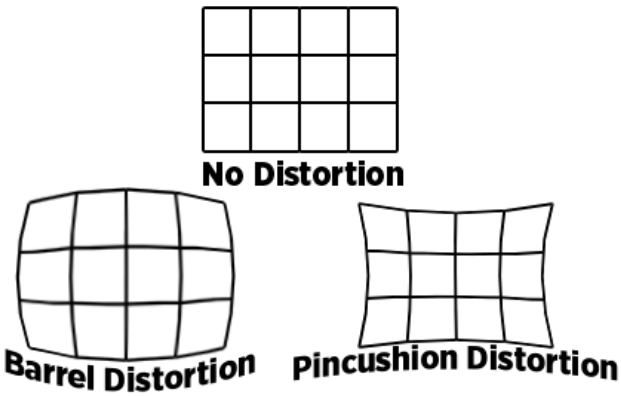
regionprops: Görüntü bölgesinin özelliklerini çıkartır.

Kullanım:

Goruntu_ozellikleri = regionprops (ikili_resim, "ozellikler")

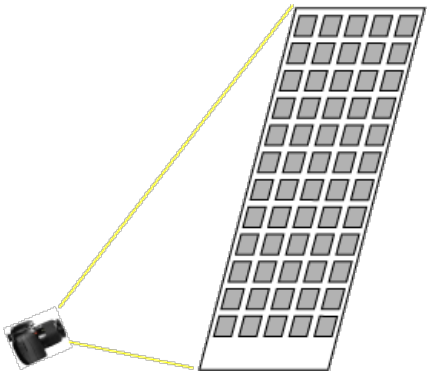
3.3. Görüntü Bozunmaları ve Düzeltme Teknikleri

Bozunma, görüntünün objektifinizden girip makinenizin gövdesinde işlenip önünüze gelene kadar zamandaki yapılan işlemler sırasında fotoğrafı dijital ortamda betimlerken ortaya çıkan hatalardır. Fotoğraflardaki bozunma olaylarına bakıldığında en çok karşılaşılan bozunma şekli radyal bozunmalardır. Şekil 3.10'da radyal bozunma türleri görünmektedir.



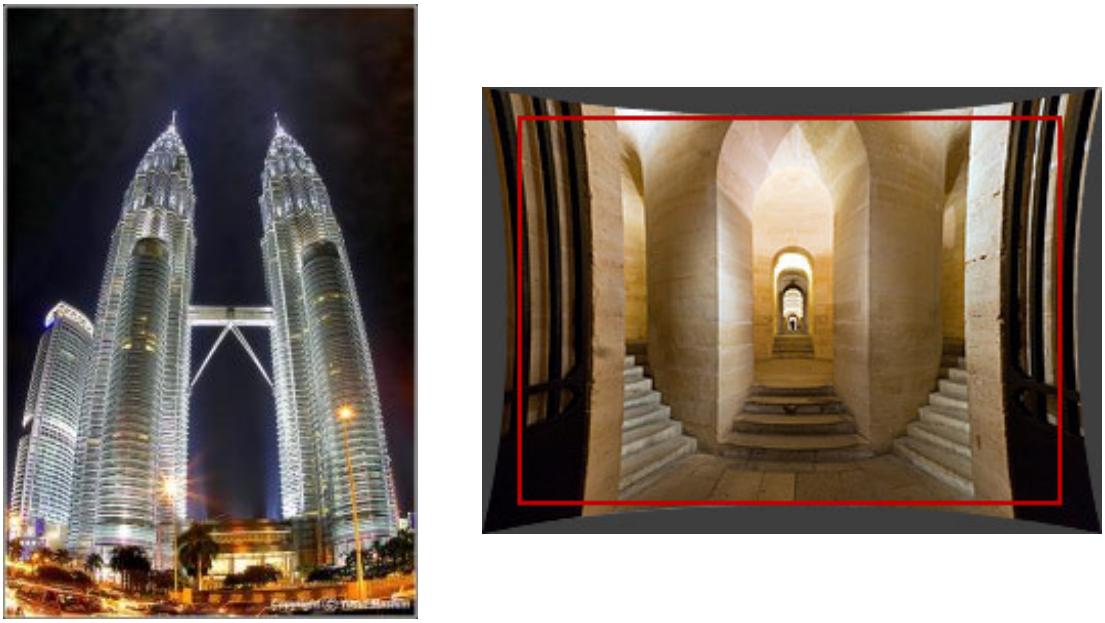
Şekil 3.10: Radyal bozunma türleri

Radyal bozunmaların çoğu vizörden alınan görüntüyü film kağıdına ya da Cmos sensörüne (dijital makinelerde) işleyen lens (objektif) kaynaklıdır. Şekil 3.11'deki gibi lensin karakteristik özellikleri fotoğraf kalitesini belirler. [29]



Şekil 3.11: Radyal bozunma sebebi

Radyal bozunmalar; Barrel bozunması ve Pinchusion bozunması olmak üzere ikiye ayrılır. Şekil 3.12'deki resimlerde Barrel ve Pinchusion bozunmalarının resim üzerinde nasıl bir etki bıraktıklarını görülmektedir.



Şekil 3.12: Barrel ve Pinchusion bozunma örneği

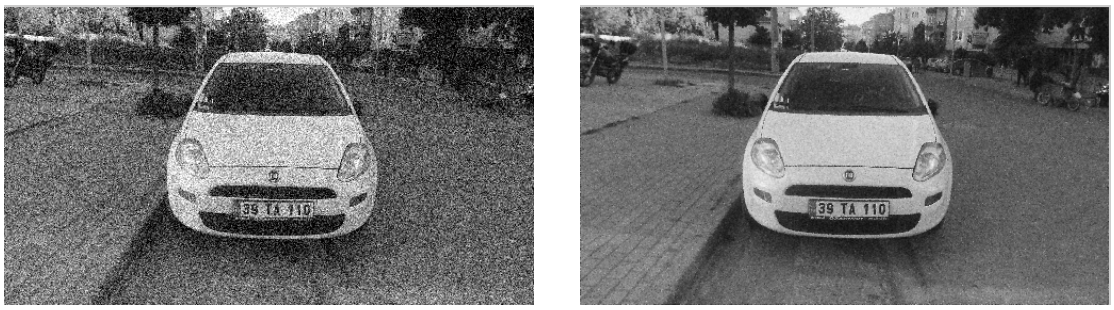
Fotoğraflarda; çekim anında makinenin vizörünün odaklanamamasından, lensin kalitesinden, ortamın çok ışıklı olmasından ya da ışık yetersizliğinden veya objektifin açısından kaynaklanan gürültü dediğimiz bir takım bozunmalar oluşur. Gürültülerle, radyal bozunmaları birbirine karıştırmamak gerekir. Radyal bozunma fotoğrafınızdaki açısal bir bozunmadır, gürültü ise fotoğraf pikselleri arasında oluşan sorunlu piksellerdir.

Gürültü gibi bu tür piksel bozunmalarını düzeltmek için genellikle Adaptif, Medyan (Median), Gauss, ve Ortalama (Mean) olmak üzere dört tür algoritma kullanılmaktadır.

3.3.1. Adaptif Filtresi

Kameradan alınan görüntü farklı bir yere taşınmak istendiğinde bu taşıma işlemi yapılırken doğabilecek sorunları gidermek için genellikle adaptif filtreler kullanılır. Adaptif filtre 3 temel yapıdan oluşur. Bunlar: Birincil sinyal, Kaynak sinyali ve Filtrenin uygulandığı modüldür. Filtrenin işleyiş biçimi şöyle özetlenebilir; birincil sinyal (video sinyali) üretilirken, uygun bir frekansta video sinyalini sönümleyecek biçimde kaynak sinyali (referans sinyali) üretilir, bunlar adaptif filtresinde uygun oranlarda bir araya getirilerek bozunmaya uğramış imgecikler (pixeller) sönümlenir yani yok edilir.

Adaptif bozunmalar, MATLAB' de "*wiener2*" komutu ile giderilebilir. Şekil 3.13'de örnek resmin gürültülü hali ve filtre uygulandıktan sonraki hali görülmektedir.



Şekil 3.13: Gürültülü görüntü ve Adaptif filtre uygulanmış hali

3.3.2. Medyan (Median) Filtresi

Görüntü üzerindeki gürültüyü temizlemenin bir diğer yolu da medyan filtresidir. Medyan filtre genellike "*salt & pepper*" dediğimiz bozunma türünü gidermek için kullanılır, Medyan filtrenin çalışma mantığını şöyle açıklayabiliriz.

Öncelikle, maske matris boyutumuzu 3x3 olarak seçtiğimizi varsayalım ve medyan filtreyi bir imgeye uygularken maske matrisimizin komşulukları Şekil 3.14'teki gibi olsun.

4	5	6
1	7	8
3	2	9

Şekil 3.14: Medyan Filtre için örnek maske

Medyan filtreyi uyguladığımızda; filtre matris elemanlarını büyükten küçüğe doğru sıralayacak ve ortanca elemanı matrisin ortasına yani (2,2) numaralı indise yerleştirecektir. Matris elemanlarımızı sıralayacak olursak 1,2,3,4,5,6,7,8,9 ortanca eleman 5 olması sebebiyle (2,2) indisine 5 yerleşecektir. Bu şekilde görüntümüzde iyileştirme sağlamış oluruz.

Matlab ile medyan filtreyi "*medfilt2()*" komutuyla uyguluyoruz. Şekil 3.15'te örnek resmin gürültülü hali ve filtre uygulandıktan sonraki hali görülmektedir.



Şekil 3.15: Gürültülü görüntü ve Medyan filtre uygulanmış hali

3.3.3. Ortalama (Mean) Filtresi

Ortalama filtre; imge düzelten lineer algoritmalar arasında yer almaktadır. Ortalama filtresinin mantığı imgenizi sizin belirleyeceğiniz maske matrisin boyutlarında komşuluk alarak tarayacak ve oluşan her bir matrisin ortalamasını alacak bu değeri matrisin orta elemanı olarak seçecektir. Mean filtre sadece imge işlemede değil dijital sinyal işlerken de kullanılan bir algoritmadır.

Mean filtreyi MATLAB ile uygulamak için "*fspecial()*" komutu "*avarage*" parametresiyle kullanılır. Şekil 3.16'da örnek resmin gürültülü hali ve filtre uygulandıktan sonraki hali görülmektedir.



Şekil 3.16: Gürültülü görüntü ve Ortalama filtre uygulanmış hali

3.3.4. Gauss Filtresi

Gauss filtresi Ortalama filtresine benzemektedir. Gauss filtresi uyguladığınız imgeyi önceden belirleyeceğimiz maske boyutunda bir matris ile tarar ve her bir matriste ağırlıklı ortalamayı hesaplar. Bu sebeple Gauss filtresi Mean filtresine göre daha yumuşak bir bulanıklık (blur) sağlar. Bir görüntü ayrık piksellere ayrıldıktan sonra Gauss filtresini uygulayabilmek için konvülüsyon gerçekleştirmek gerekir. Gauss

maskesi, maske sınırları içerisindeki matriste hemen hemen bütün sıfırları temizler. Bu şekilde daha temiz bir görüntü elde edilmiş olur.

Gauss filtreyi MATLAB ile uygulamak için "*fspecial()*" komutu "*gaussian*" parametresiyle kullanılır. Şekil 3.17'de örnek resmin gürültülü hali ve filtre uygulandıktan sonraki hali görülmektedir.



Şekil 3.17: Gürültülü görüntü ve Gauss filtre uygulanmış hali

3.4. Kenar Bulma Fonksiyonları

Kenar bulma, görüntülerde piksel değerlerindeki değişimlerin gerçekleştiği yerlerin belirlenmesidir. Nesne tanıma, hedef izleme ve bölütleme gibi daha ileri seviyeli görüntü işleme yöntemlerinin içinde ilk aşamalardan biri olarak yer aldığından, bunların başarısını etkileyen önemli unsurlardan biridir. Kenar bulma ile ilgili bu güne kadar çeşitli yöntemler önerilmiştir.

İlk yöntemler, keskin piksel değişimlerini bulmak için geliştirilen gradyana dayalı işlemlerdir. Birinci derecede türeve dayanan teknikler, gradyanın çeşitli yönler için hesaplanmasına ve bunların birleştirilmesine dayanmaktadır. Sobel, Prewitt ve Roberts işleçleri, bu tür yöntemlere örnek verilebilir. Türev temelli diğer yöntemler, görüntünün ikinci türevinin sıfır geçişlerinden kenarların bulunması esasına dayanmaktadır. Laplace ve Gauss süzgeçlerin birbiri arkasına uygulanmasına dayanan LoG filtresi örnek olarak verilebilir. [30]

3.4.1. Sobel Kenar Dedektörü

Sobel kenar algılama algoritması görüntü işleme algoritmaları arasında en çok bilinenlerdendir. Verilen herhangi bir resimdeki kenarları elde etmeye yarar. Böylelikle resimler içindeki isteğe yönelik nesneler algılanıp gerekli işlemler yapılabilir.

Maske ortasına denk gelen pikselin gradienti komşularda gözönüne alınarak şekil 3.18'deki yatay ve dikey Sobel maskeleri kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

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

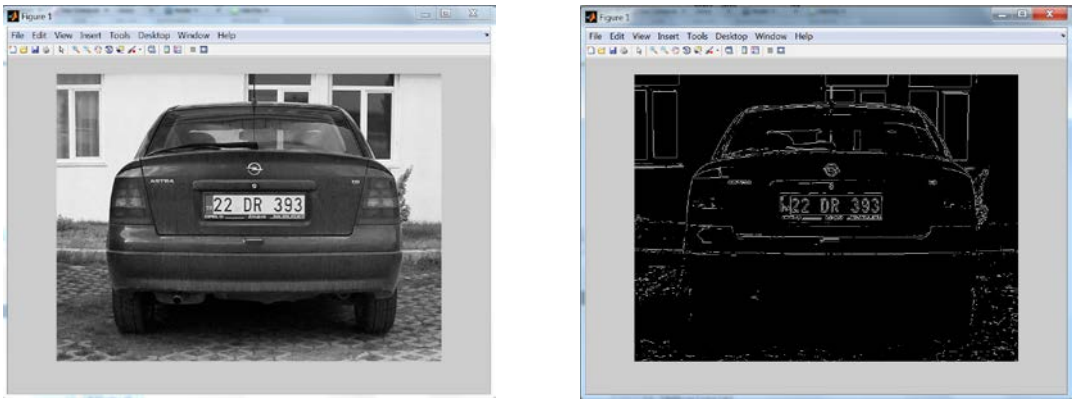
-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

Şekil 3.18: Yatay ve dikey Sobel maskeleri

Matlab fonksiyonu olarak;

$$[\,\mathbf{g}\,,\mathbf{t}\,] = \mathbf{edge}(\,\mathbf{f},'\text{sobel}',\mathbf{T},\mathbf{dir})$$

Burada f, giriş görüntüsü, T eşik değeri, dir ise kenar dedektörünün tavsiye edeceği yön indeksidir. Bunlar 'Horizontal', 'vertical' veya 'both' dur. Şekil 3.19'de gri seviye resme uygulanan Sobel kenar bulma yöntemi gösterilmiştir.



Şekil 3.19: Gri seviye resme uygulanan sobel kenar bulma yöntemi

3.4.2. Prewitt Kenar Dedektörü

Prewitt dedektörü Sobel dedektörüne göre hesaplamayı uygulamak için biraz daha basit, fakat biraz fazla gürültülü sonuçlar üretme eğilimindedir. Matlab fonksiyonu olarak Sobel'in parametreleri ile aynıdır.

$$[\,\mathbf{g}\,,\mathbf{t}\,] = \mathbf{edge}(\,\mathbf{f},'\mathbf{prewitt}',\mathbf{T},\mathbf{dir})$$

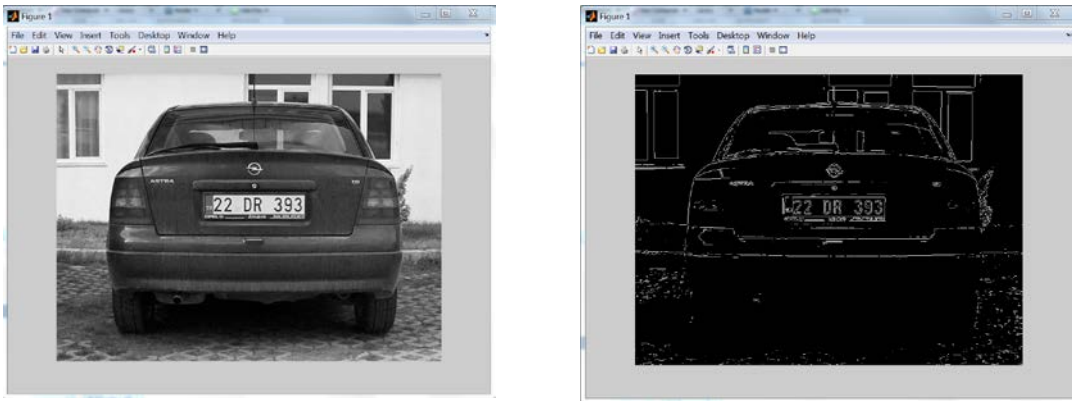
Yatay ve dikey Prewitt maskeleri Şekil 3.20'de gösterilmiştir.

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

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

Şekil 3.20: Yatay ve dikey Prewitt maskeleri

Şekil 3.21'de gri seviye resme uygulanan Prewitt kenar bulma yöntemi gösterilmiştir.



Şekil 3.21: Gri seviye resme uygulanan sobel kenar bulma yöntemi

3.4.3. Roberts Kenar Dedektörü

Roberts kenar detektörü görüntü işlemede en eski ve en basit dedektörlerdir. Bu dedektör yalnız yatay veya düşey kenarları algılayabilir. Hızlı ve basit olduğundan gerçek zamanlı uygulamalarda kullanılmaktadır. Matlab fonksiyonu aşağıdaki gibidir.

$$[\,\mathbf{g}\,,\mathbf{t}\,] = \mathbf{edge}(\,\mathbf{f},'\mathbf{roberts}',\mathbf{T},\mathbf{dir})$$

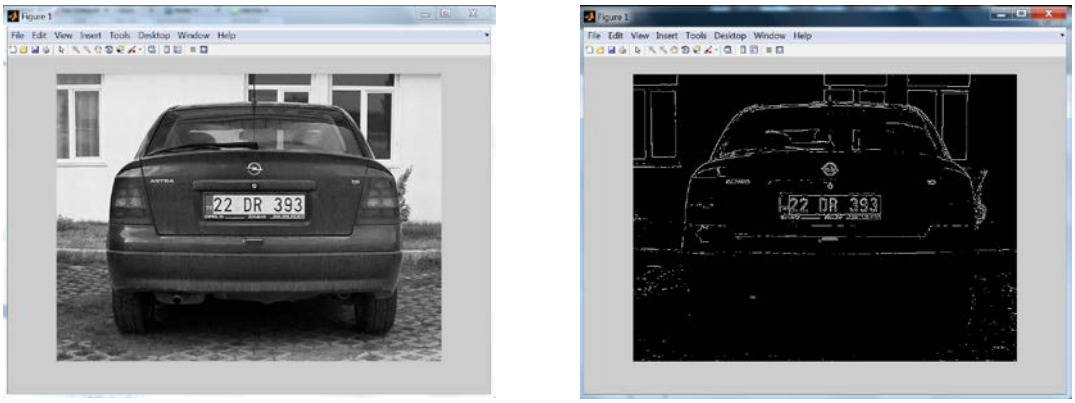
Yatay ve dikey Roberts maskeleri şekil 3.22'de gösterilmiştir.

-1	0
0	1

0	-1
1	0

Şekil 3.22: Yatay ve dikey Roberts maskeleri

Şekil 3.23'de gri seviye resme uygulanan Roberts kenar bulma yöntemi gösterilmiştir.

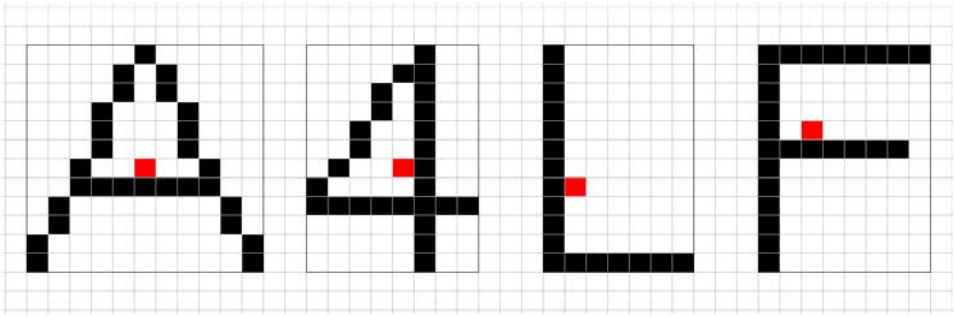


Şekil 3.23: Gri seviye resme uygulanan Roberts kenar bulma yöntemi

3.5. Karakter Tanıma Yöntemleri

3.5.1. Ağırlık Merkezine Dayalı Tanıma

Ağırlık merkezine dayalı tanıma, karakterlerin ağırlık merkezlerinin farklı noktalarda olduğu düşüncesinden ortaya çıkmıştır. Şekil 3.24'da bazı karakterlerin ağırlık merkezlerine işaret edilmiştir. Bu şekil piksel bazda incelendiğinde ağırlık merkezlerinin aynı noktada olduğu söylenebilir. Oysa ki oransal temelden bakıldığında farklı olacaktır. Ağırlık merkezine dayalı sınıflandırma sabit karakter boyutlarında iyi sonuçlar vermektedir. Örnek desenler giriş matrisine, kendi ağırlık merkezleri ile matrisin ağırlık merkezi çakışacak şekilde yerleşirler.



Şekil 3.24: Eğitim setinde kullanılan karakterlerin ağırlık merkezleri

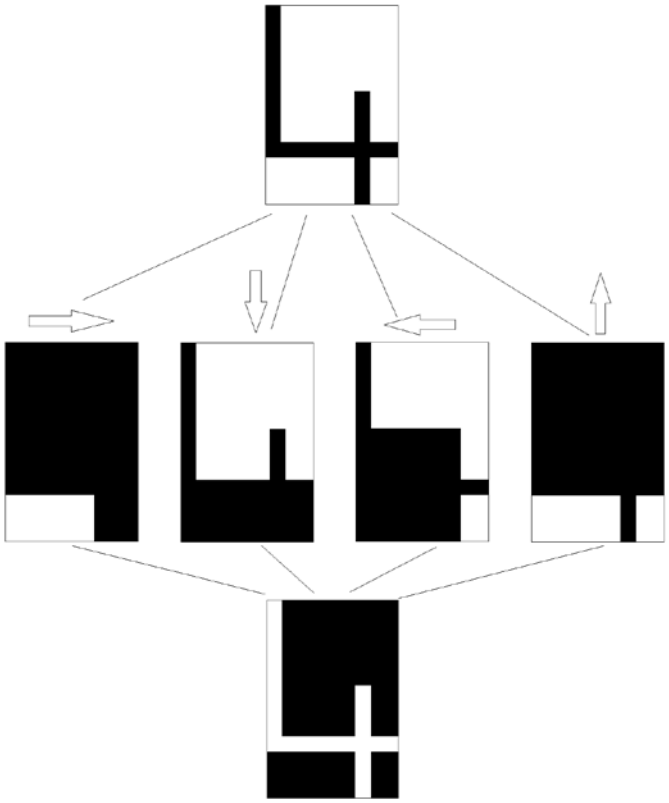
Ağırlık merkezi kriteri her ne kadar ayırt edici özellik taşıyorsa da, aynı yazı tipinin farklı büyüklüklerinde ağırlık merkezi kaymaktadır. Bu nedenle farklı özellik vektörlerine ihtiyaç duyulmaktadır [31].

3.5.2. Kontur Çıkarma

Bu algoritma, çerçevelenmiş karakterin 4 yönlü kesit (sol, üst, sağ, alt) eğrilerinin yapılarının incelenmesine dayanır. Karakter tanıma işlemleri bu 4 yön izdüşüm bilgilerinin karşılaştırılması ile gerçekleştirilir.

Aramayı hızlandırmak amacıyla her yönde elde edilen uzaklık bilgileri önce toplanarak toplam izdüşüm değerleri elde edilir. Aynı değerli birkaç karaktere rastlanıldığında oluşturulmuş yön bilgilerini içeren 4 vektörün farkları değerlendirilir. Her yönde normalize edilmiş karakterlerin izdüşüm farklarının toplamı alınarak minimum olanı muhtemel sonuç olarak verilir [31]. Şekil 3.25'te orijinal görüntüden

dört yönde oluşan izdüşüm bilgileri ve toplam sonuç bilgisinin elde edilmesi gösterilmiştir.



Şekil 3.25: Kontur çıkarma

3.5.3. Şablon Eşleştirme Yöntemi

Şablon eşleştirme yöntemi, karakterlerin şablonlarının yani piksel değerlerinin, daha önceden sisteme tanıtılmış ve hangi karakter olduğunu bilinen şablonlarla yani piksel değerleriyle karşılaştırılmasıyla yapılan tanıma yöntemidir.[24]

Tanıma işlemi yapılacak karakterin öncelikle karşılaştırma yapılacak şablon yapısı çıkarılmalıdır. Bu nedenle şablon eşleme yönteminin sağlıklı sonuçlar verebilmesi için karakterlerin tanıma işleminden önce her birinin sabit boyutlara getirilmesi gerekmektedir.

Bir karakterin sahip olduğu piksel sayısı yatay ve dikeydeki piksel sayılarının çarpımı ile bulunur. En uygun eğitim karakter setleri belirlendikten sonra, bu karakterlerin hepsinin şablon yapısı çıkartılarak bir dosyaya yazılır. Tanıma işlemi başlarken hazırlanarak dosyaya yazılmış örnek şablon değerlerini okuyarak hafızaya alır ve şablon karşılaştırma işlemine hazır hale gelir. Tanıma işlemi yapılacak karakter

şablonuyla, şablon karşılaştırma işlemi için hafızaya alınan karakterlerle sırayla karşılaştırma yapılmaktadır. Örneğin tanınmak istenilen bir E karakteri ile hafızadaki B karakterinin benzerlik oranı hesaplanırken, kendilerini tanımlayan şablonda bulunan tüm değerlerin sırayla farkları alınarak olması gereken değere yüzde kaç oranında benzediği bulunur. Tüm karşılaştırma işlemleri bittikten sonra en yüksek benzerlik değerine sahip örnekleme şablonu aranan karakteri gösterir.

Eğitim karakter seti hazırlanırken, tanıma işlemi yapılacak her bir karakter için en az bir tane şablon eklenmektedir. Birbirine benzeyen ve program tarafından çok karıştırılan "0"-"O"-"D" , "A"-"4", "8"-"B" , "M"-"N" karakterlerinden eğitim setine fazla miktarda eklenerek bu karakterlerin tanınma işlemi sırasında hata yapma oranı düşürülebilir.

Şablon eşleme (template matching) yönteminde, ayrıştırılan karakter ile şablonun benzerliği "Euclidean uzaklığı" ile hesaplanır. Euclidean uzaklığı, matematikte iki noktanın birbirine olan uzaklığı ile ifade edilir.

3.5.4. Yapay Sinir Ağları

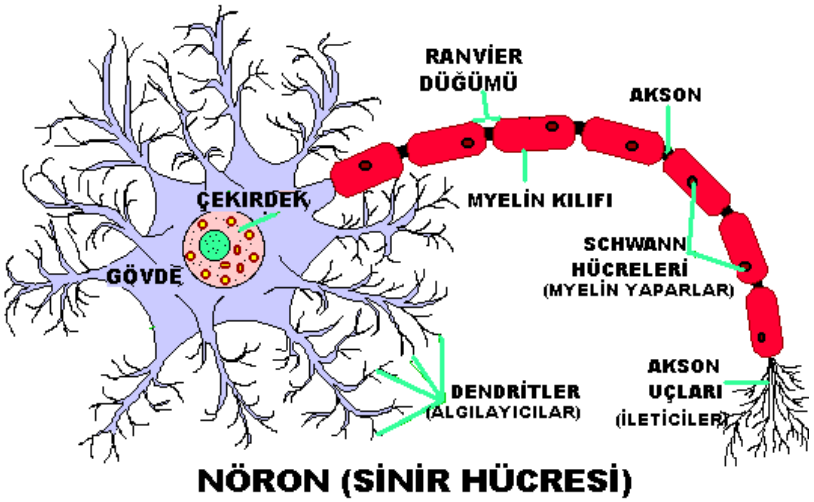
Yapay sinir ağları, insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme, yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmek amacı ile geliştirilen bilgisayar sistemleridir.

Yapay sinir ağları günümüzde birçok probleme çözüm üretebilecek yeteneğe sahiptir. Yapay sinir ağları birbirine hiyerarşik olarak bağlı ve paralel olarak çalışabilen yapay hücrelerden oluşmaktadır. [32].

3.5.4.1. Biyolojik Sinir Hücresi

Sinir hücresi ya da nöron sinir sisteminin temel fonksiyonel birimidir. Çeşitli biçim ve büyüklüklerde olabilir. Sinirsel uyarıları elektriksel ve kimyasal yolla iletir. Hücre gövdesi büyüktür ve çekirdek burada yer alır. Kısa uzantıları dendrit, uzun uzantıları akson olarak adlandırılan sinir sistemini oluşturan hücrelerdir. Nöron çeşitlerine göre, nöron gövdesinden çıkan uzantıların sayısı ve şekli değişiktir. Akson ve dendrit denilen uzantıları vardır. Başka hücrelerden gelen uyarılar dendritlerin uçlarından alınır ve aksonların uçlarından diğer hücrelere iletilir. [33]

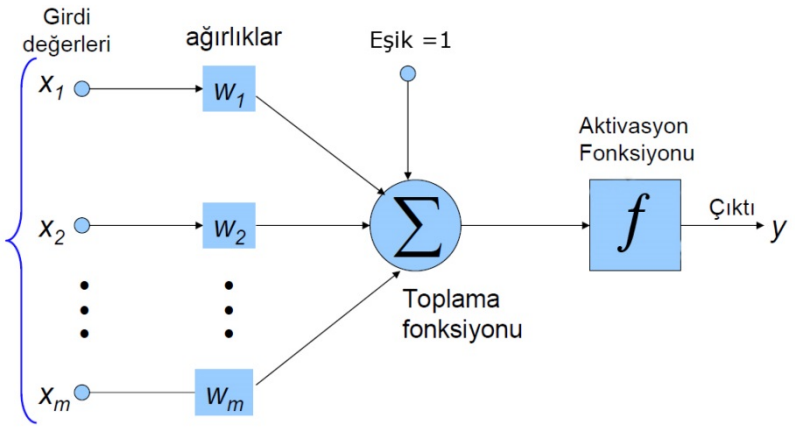
Biyolojik sinirler insanın bütün davranışlarını ve çevresini anlamasını sağlar. Biyolojik sinir ağları beş duyu organından gelen bilgiler ışığında geliştirdiği algılama ve anlama mekanizmalarını çalıştırarak olaylar arasındaki ilişkileri öğrenir. Yapay sinir ağları bu özelliklerden yararlanılarak geliştirilmiştir. Şekil 3.26'de bir biyolojik sinir hücresinin genel yapısı verilmiştir. [33]



Şekil 3.26 : Biyolojik sinir hücresinin genel yapısı [34]

3.5.4.2. Yapay Sinir Hücreleri

Biyolojik sinir ağlarının sinir hücreleri olduğu gibi yapay sinir ağlarının da yapay sinir hücreleri vardır. Yapay sinir hücreleri mühendislik biliminde proses olarak da adlandırılmaktadır. Her proses elemanının beş ana bölümü vardır.



Şekil 3.27 : Yapay sinir hücresinin genel yapısı [35]

Şekil 3.27'de gösterilen yapay sinir hücresi temel olarak beş kısımdan oluşmaktadır. Bunlar; girişler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıkış olarak sıralanır.

Girişler

Yapay sinir ağlarında öğrenme işlemi girişler ile gerçekleştirilir. Girdiler nöronlara gelen verilerdir. Girdiler yapay sinir hücresine bir diğer hücreden gelebileceği gibi direk olarak dış dünyadan da gelebilir. Bu girdilerden gelen veriler biyolojik sinir hücrelerinde olduğu gibi toplanmak üzere nöron çekirdeğine gönderilir.

Ağırlıklar

Yapay sinir hücresine gelen bilgiler girdiler üzerinden çekirdeğe ulaşmadan önce geldikleri bağlantıların ağırlığıyla çarpılarak çekirdeğe iletilir. Bu sayede girdilerin üretilecek çıktı üzerindeki etkisi ayarlanabilmektedir. Bu ağırlıkların değerleri pozitif, negatif veya sıfır olabilir. Ağırlığı sıfır olan girdilerin çıkıl üzerinde herhangi bir etkisi olmamaktadır.

Toplama fonksiyonu

Birleştirme fonksiyonu bir yapay sinir hücresine ağırlıklarla çarpılarak gelen girdileri toplayarak o hücrenin net girdisini hesaplayan bir fonksiyondur. Yapay sinir hücresine gelen net girişin hesaplanması toplama işlemi olarak adlandırılır. En yaygın kullanılan yöntem ağırlıklı toplamı bulmaktır. Ağırlıklı toplamı bulabilmek için yapay sinir hücresinin girişindeki her bir ağırlığın ait olduğu girişlerle çarpımının toplamlarına eşik değeri ilave edilir. Eşik değeri biyolojik sinir hücrelerinin yüzeylerindeki potansiyel farkının bir benzerini yapay sinir hücrelerinde elde etmek için kullanılan kat sayılardır.

Aktivasyon Fonksiyonu

Birleştirme (toplama) fonksiyonundan çıkan NET toplam hücrenin çıktısını oluşturmak üzere aktivasyon fonksiyonuna iletilir. Aktivasyon fonksiyonu genellikle doğrusal olmayan bir fonksiyon seçilir. Yapay sinir ağlarının bu özelliği doğrusal olmama özelliğinden gelmektedir. Aktivasyon fonksiyonu seçilirken dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise fonksiyonun türevinin kolay hesaplanabilir olmasıdır. Geri beslemeli ağlarda aktivasyon fonksiyonunun türevi de kullanıldığı için hesaplamanın yavaşlamaması için türevi kolay hesaplanır bir fonksiyon seçilir. En yaygın kullanılan doğrusal olmayan sigmoid fonksiyonudur.

Çıktılar

Aktivasyon fonksiyonundan çıkan değer nöronun çıktı değeri olmaktadır. Bu değer ister yapay sinir ağının çıktısı olarak dış dünyaya verilir ister tekrardan ağın içinde kullanılabilir. Nöronun bir çıktısı olmasına rağmen bu çıktı istenilen sayıda nörona bağlı olabilir.

3.5.5. Optik Karakter Tanıma (OCR) Motorları

Optik Karakter Tanıma veya OCR, basılmış kâğıt evrakları, PDF dosyaları veya dijital bir kamerayla çekilen resimler gibi değişik belge türlerini düzenlenebilir verilere dönüştürmenize olanak sağlayan bir teknolojidir. Dijital görüntüler üzerindeki karakterler, metin bilgileri ya da makineler tarafından yazılmış işaretlerini kolaylıkla okuyup ASCII koda dönüştürülebilen birçok optik karakter tanıma yazılımı vardır. Karakterlerin tanınmasında birkaç optik karakter tanıma yöntemi kullanılır. Bunlar arasında topolojik tabanlı olan, yapay sinir ağlarına dayanan, matris eşleme ile gerçekleşen, öznitelik analizi ile çalışan ve eğrileri izleyerek karakter tanıma işlemini gerçekleştiren yöntemler yer almaktadır. Karakterlerin daha büyük doğrulukla tanınması için, okunan verilere ön işleme ve son işleme algoritmaları uygulanmaktadır. Bu algoritmalar, formların belirlenmesinde, formlar üzerindeki belirli alanların silinmesinde, form ve karakterlerin düzeltilmesinde ve görüntünün iyileştirilmesinde kullanılırlar. Karakterlerin büyük doğrulukla okunmasında, sisteme sunulan elektronik görüntünün mümkün olduğunca keskin, temiz ve düzgün olması oldukça büyük önem taşımaktadır. Buna rağmen, günlük yaşamda kullanılan dokümanlar ve formlar genellikle kirli, yıpranmış ve katlanmıştırlar. Tanıma işleminden önce uygulanacak ön işleme algoritmaları ile formun elektronik görüntüsü temizlenir ve karakterler mümkün olduğunca iyileştirilir [36].

En yaygın olarak kullanılan optik karakter tanıma yazılımları; Tesseract, Fine Reader, Microsoft Office Document Imaging, OmniPage'dir.

3.5.5.1. Tesseract

Açık kaynak kodludur. Hewlett-Packard firması tarafından geliştirilmiştir ve sponsoru Google firmasıdır. Tesseract bellekte az yer kaplar ve hızlıdır. Bir çok dili destekler, ücretsizdir. Açık kaynak kodlu olmasının avantajlarının yanı sıra Web platform desteğinin olmaması ve emsallerine göre daha yavaş gelişmesi ve daha az performans göstermesi dezavantajları arasında gösterilebilir.[36,37]

Ayrıca Tesseract, Matlab 2014'ün içine gömülü şekilde "*ocr*" fonksiyonuna bağlı olarak kullanılmaktadır. Text Layout, Language ve characters olmak üzere 3 adet parametresi vardır.

Text Layout içinde tercih edilecebilecek 3 seçenek mevcuttur. Bunlardan "Block", görüntüdeki metni blok olarak alarak işlem yapar. "Line", metni tek satır alarak işlem yapar. "Word" ise görüntüdeki karakterleri tek bir kelime olarak işlem yapar.

Language içinde varsayılan dil İngilizcedir. Alternatif olarak Japonca dilide desteklenmektedir.

Characters varsayılan olarak tüm karakterleri desteklemektedir. Oluşabilecek tanıma hataları en aza indirmek için büyük harf ve rakamlardan oluşan bir karakter seti kullanılmıştır.

Tesseract yapay zeka kullanarak işlem yapmaktadır.

3.5.5.2. Fine Reader

FineReader, ABBYY firması tarafından geliştirilen ve en çok bilinen optik karakter tanıma uygulamasıdır. Bu alanda bir çok ödül almıştır. Kurulumu kolaydır. Bulanık ve dönük metinleri düzgün şekilde işlemektedir. Mobil platform desteği vardır. Geniş bir dil desteği bulunmaktadır. Lisanslama hizmeti zahmetli ve pahalıdır. Performansı iyi fakat yavaştır. [36,38]

3.5.5.3. Microsoft Office Document Imaging (MODI)

Microsoft Office Document Imaging (MODI), Office 2007 ile birlikte ücretsiz olarak dağıtılmıştır. .NET kütüphanesi ile uyumlu çalışmaktadır. Microsoft tarafından artık desteklenmemektedir. [36,39]

3.5.5.3. OmniPage

OmniPage, Nuance Communications tarafından piyasaya sürülen, kişisel bilgisayarlarda kullanılan ilk optik karakter tanıma programlarından biridir. 1980'li yılların sonlarında Philip Bernzott, John Dilworth, David George, Bryan Higgins ve Jeremy Knight tarafından geliştirilen OmniPage, Robert Noyce'un yönetimindeki Caere Corporation tarafından satılmaktaydı. Caere, 2000 yılında ScanSoft tarafından satın alındı. ScanSoft, 2005 yılında Nuance Communications'ı satın aldı ve şirketin adını devraldı. [40]

BÖLÜM 4

UYGULAMA

4.1. Sistemin Tanıtımı

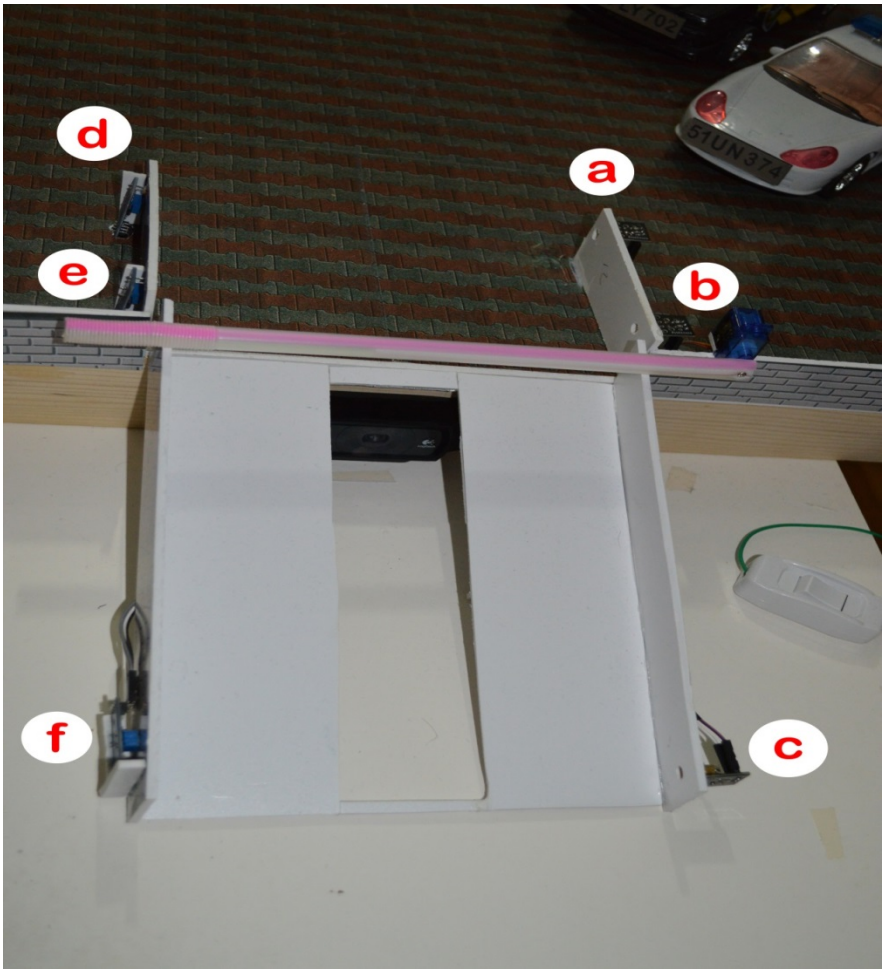
Bu çalışma, plaka tanıma uygulamasıyla bariyer kontrolü yapan yapay zeka tabanlı bir sistemdir. Sistem 4 ana kısımda incelenebilir. Bunların ilki plaka yeri tespiti, ikincisi tespit edilen plaka bölgesine bulunan karakterlerin ayrıştırılması, üçüncü olarak ayrıştırılan karakterlerin tanınması ve son olarak elde edilen plaka bilgisi ile bariyerin kontrolüdür. Yapılan uygulamada otopark, askeri tesis, site girişi vb. bir yerin girişine uygulanan plaka tanıma ile bariyer kontrolü sistemi modellenerek gerçeklenmiştir. Gerçeklenen uygulama görüntüsü Şekil 4.1 de gösterilmiştir.



Şekil 4.1: Gerçeklenen uygulama görüntüsü

Gerçeklenen model incelendiğinde 3 adet lazer sensör modülü ve bunlara karşılık gelen 3 adet lazer sensör ışık kartı, 1 adet web cam, 3 adet ikaz ledi (kırmızı, sarı ve yeşil renklerde), 1 adet Arduino kontrol kartı, 1 adet servo motor ve bilgisayar düzeneğinden oluşmaktadır.

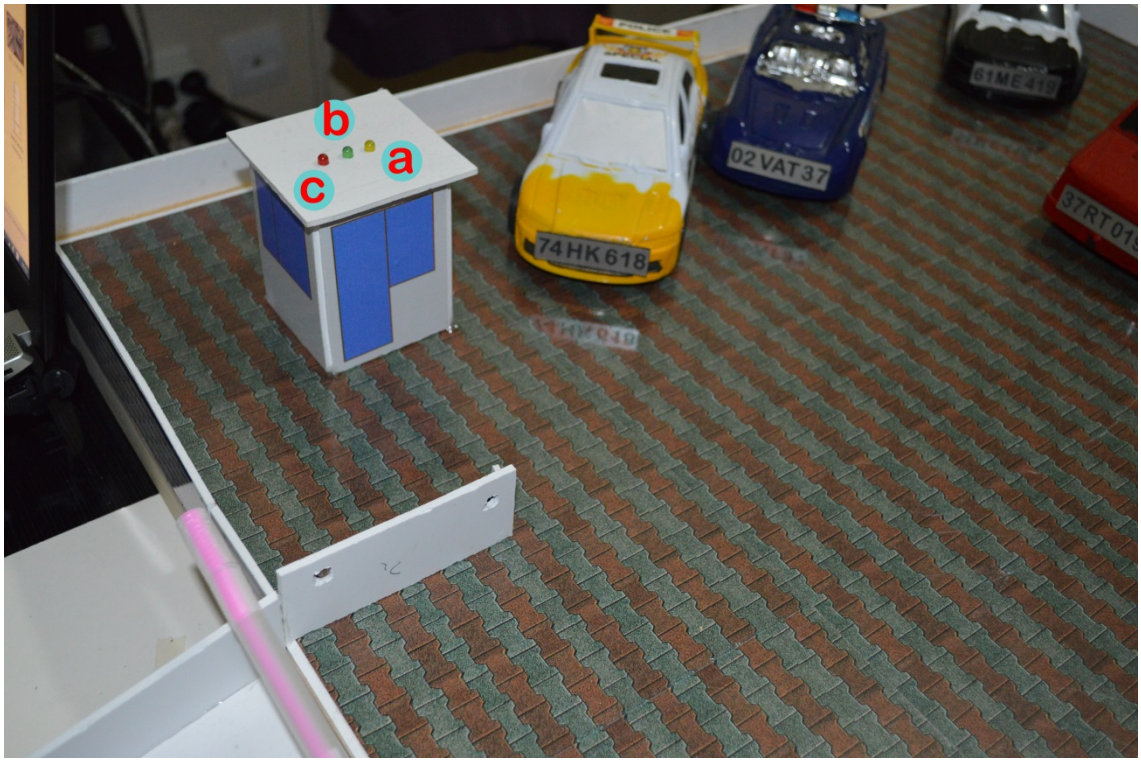
Uygulamada kullanılan 3 adet lazer sensör modülleri ve bunlara karşılık gelen 3 adet lazer sensör ışık kartının yerleşimleri Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2: Lazer sensör modülleri ve lazer sensör ışık kartları yerleşimi

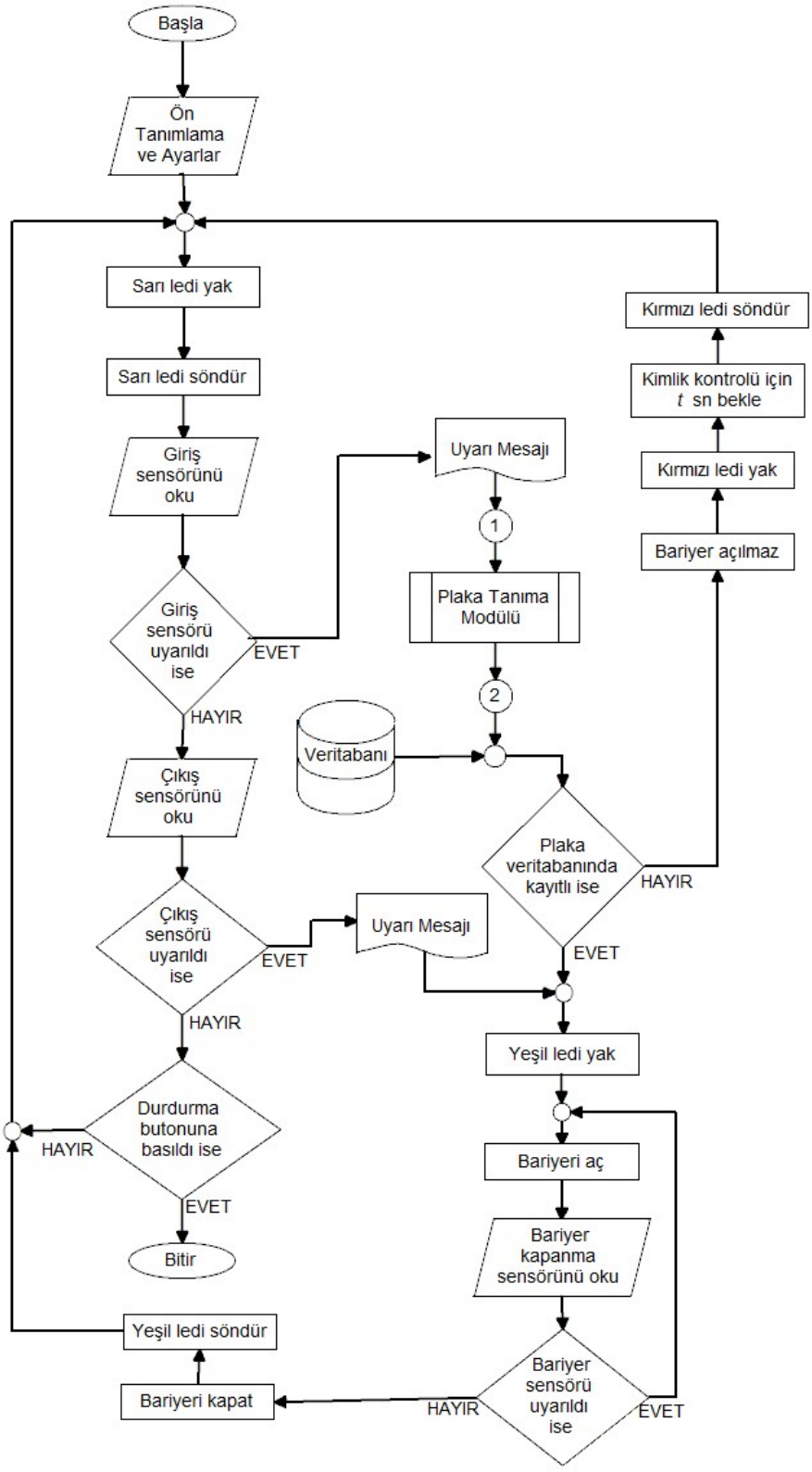
Şekil 4.2 (a), (b), (c) de lazer sensör modülleri bulunmaktadır. Bunlara karşılık gelen lazer sensör ışık kartları ise Şekil 4.2 (d), (e), (f) de görülmektedir. Sensörlerden (a) ile (d) aracın çıkış yaparken algılanarak bariyerin açılmasını, (e) ile (b) araçlar giriş veya çıkış yaparken bariyerin araçların üzerine kapanmasını önlemek için algılanmasını, (c) ile (f) ise araç giriş yaparken aracın tanınmasını sağlayacak fotoğrafın çekilmesi için webcam'i uyarmada kullanılmaktadır.

Kullanıcıya ikazları veren LED ışıklar Şekil 4.3'te görülmektedir. Bu ışıklar kırmızı, sarı ve yeşil renktedir. Işıkların yanıp sönme durumlarına göre kullanıcıya uyarı verilmekte ve bu şekilde sistemin çalışma durumunu takip edilmektedir.



Şekil 4.3: İkaz LED'leri

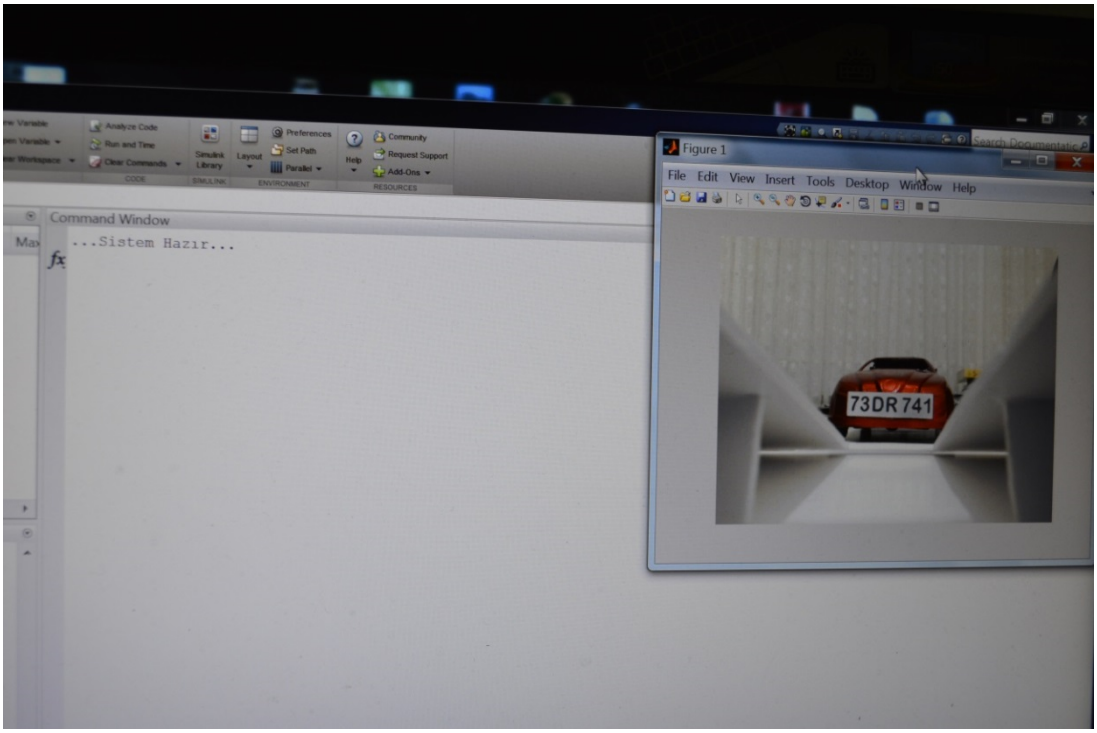
Sistemin akış şeması Şekil 4.4'te gösterilmiştir.



Şekil 4.4: Sistemin genel akış şeması

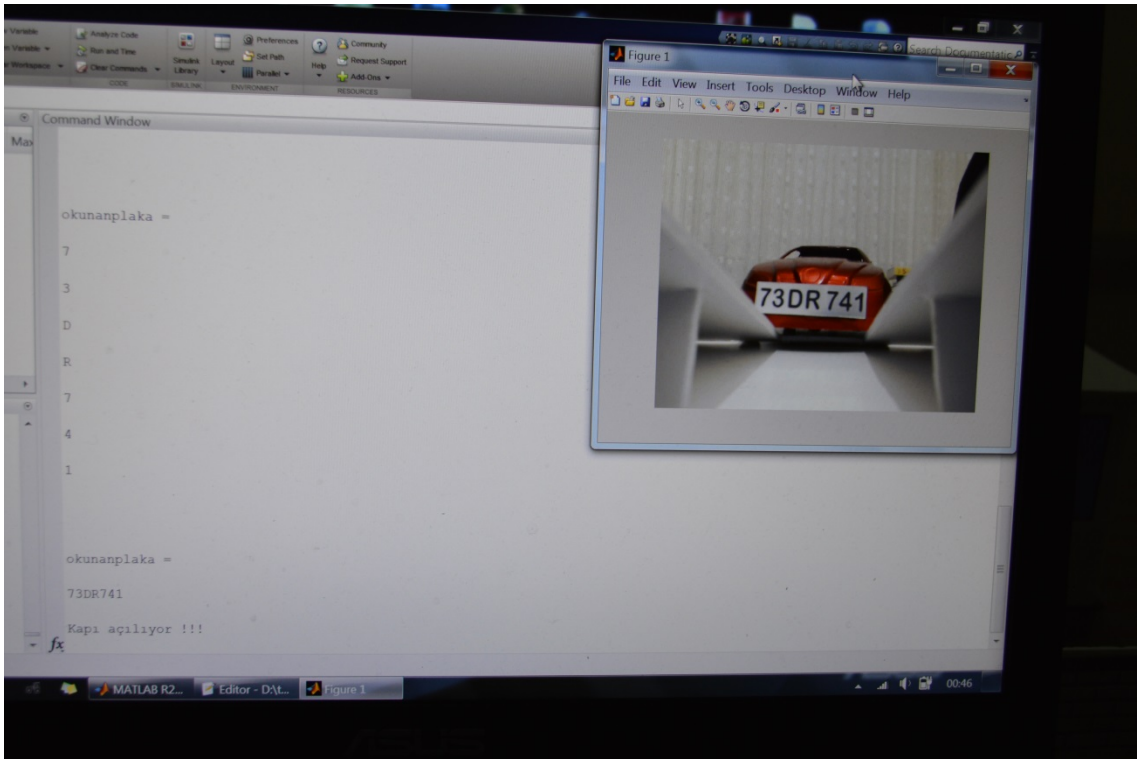
4.2. Sistemin Çalışması

Sistem başlatıldığında Şekil 4.3 (a)'da görülen sarı renkli ışık yarım saniye aralıklarla sürekli yanıp sönmektedir. Bu uyarı sistemin kararlı olarak çalıştığını ve araçların giriş veya çıkış yapabileceklerini göstermektedir. Ayrıca bilgisayar ekranından da Şekil 4.5'te görüldüğü gibi bilgilendirme yapılmaktadır.

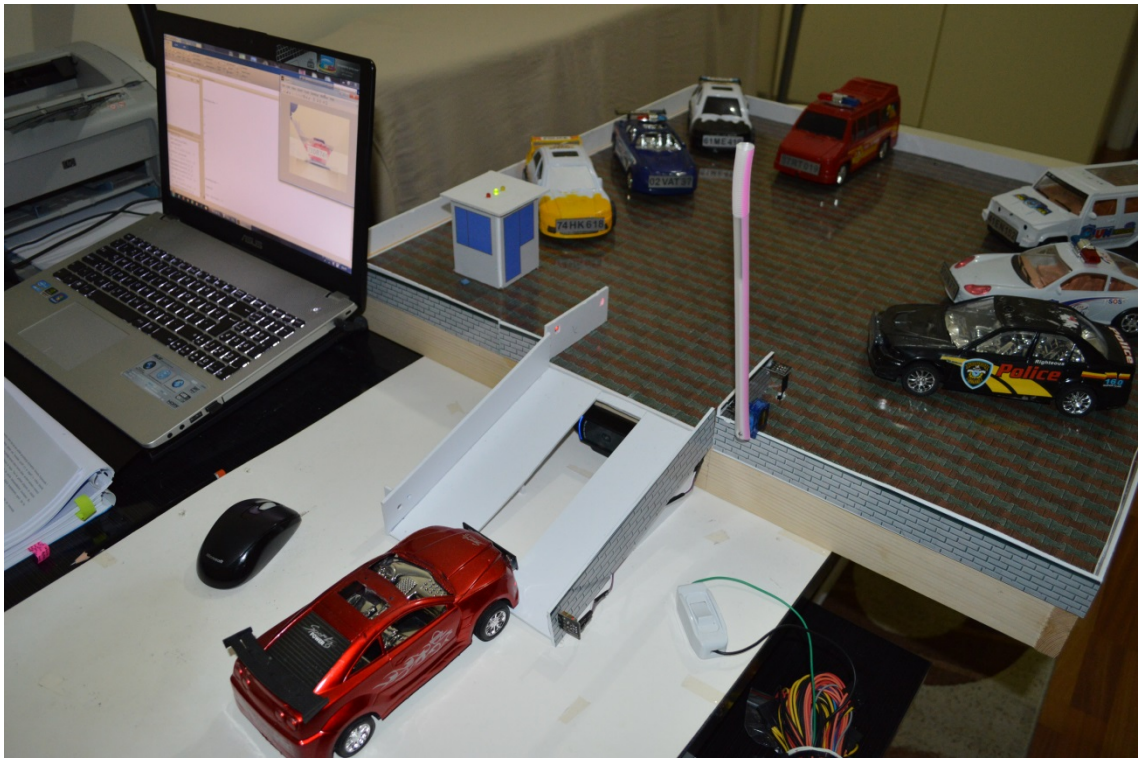


Şekil 4.5: Sistem çalışmaya hazır iken bilgisayar ekran görüntüsü

Araç giriş yapmak istediğinde Şekil 4.2 (c) ile (f) sensörleri tarafından uyarılan webcamden alınan fotoğraf plaka tanıma modülü tarafından işlemekte ve elde edilen veriler veritabanından kontrol edilmektedir. Yapılan kontrol sonucunda kayıtlı plaka verisi bulunursa Şekil 4.3 (b)'deki yeşil ışık yanmakta, ardından bariyer süratle açılmakta, Şekil 4.6'teki gibi kullanıcıya bilgisayar ekranındanda bilgi verilerek Şekil 4.7'teki gibi araç girişi sağlanmaktadır.



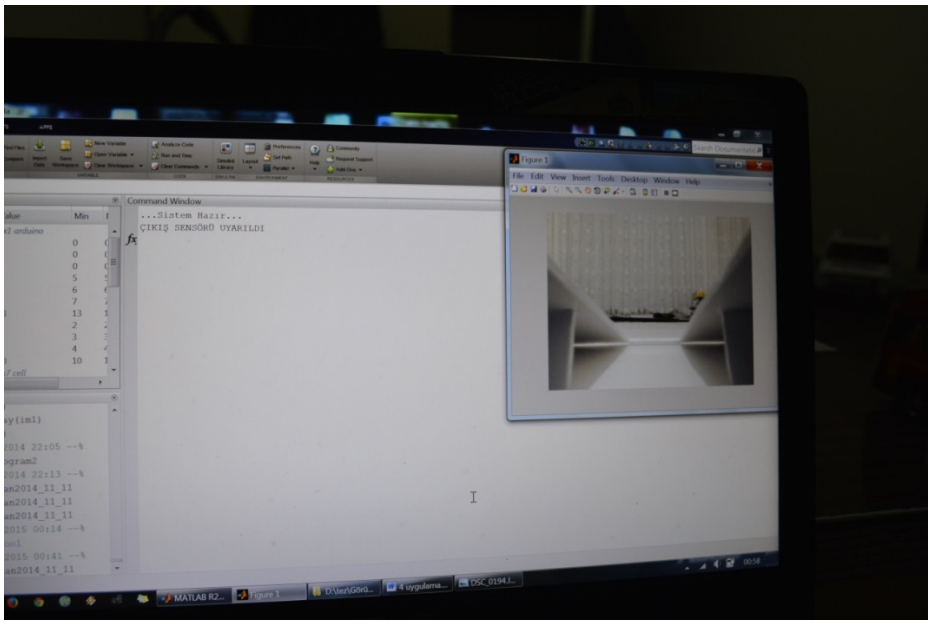
Şekil 4.6: Araç giriş yaparken bilgisayar ekran görüntüsü



Şekil 4.7: Araç giriş yaparken, bariyer açık durumda

Yapılan kontrol sonucunda kayıtlı plaka verisi bulunamazsa Şekil 4.3 (c)'deki kırmızı ışık yanmakta, aracın geçişinin engellenmesi için bariyer kapalı kalmaktadır. Yapılacak kontrolden sonra bariyer verilen komutla isteğe bağlı olarak açılmaktadır.

Araç çıkış yapmak istediğinde, Şekil 4.2 (a) ile (d) sensörleri tarafından algılandığında Şekil 4.3 (b)'deki yeşil ışık yanmakta, ardından bariyer süratle açılmakta, Şekil 4.8'teki gibi kullanıcıya bilgisayar ekranındanda bilgi verilerek Şekil 4.9'teki gibi araç çıkışı sağlanmaktadır.



Şekil 4.8: Araç çıkış yaparken bilgisayar ekran görüntüsü

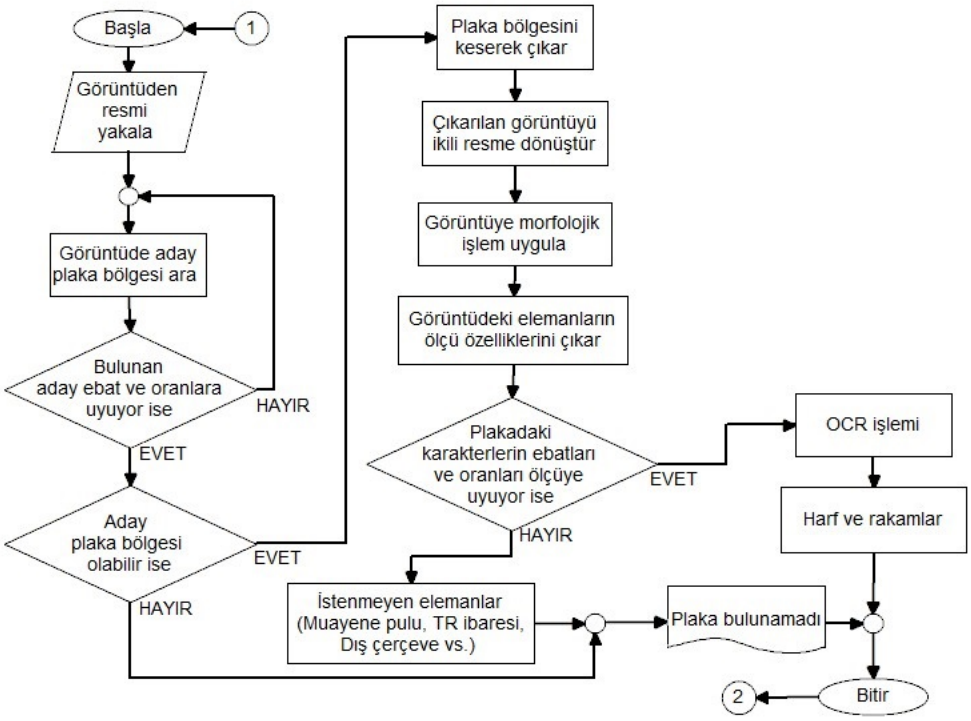


Şekil 4.9: Araç çıkış yaparken, bariyer açık durumda

4.3. Plaka Tanıma Sistemi

Uygulamanın temelini oluşturan plaka tanıma sistemi, çekilen fotoğraftaki araç plakasının yerinin bulunması ve tanınması işlemini gerçekleştiren yazılımdır.

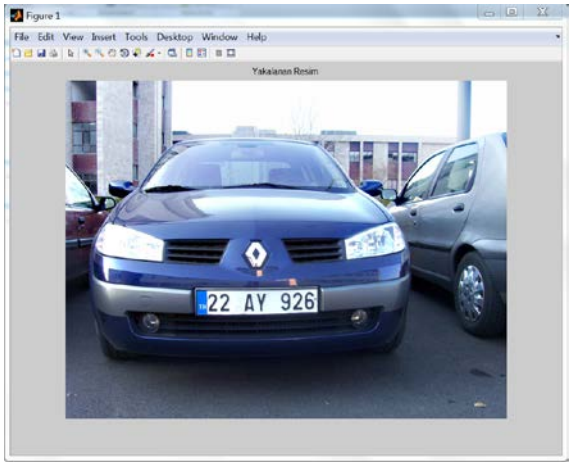
Sisteme uygulanan plaka tanıma sisteminin akış şeması Şekil 4.10'da gösterilmiştir.



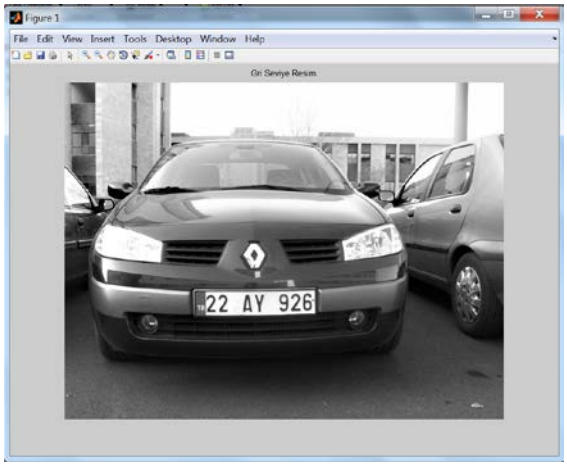
Şekil 4.10: Plaka tanıma sistemi akış şeması

4.3.1. Görüntüden Resmin Yakalanması

Araç giriş yaparken sensörler tarafından algılanması sonucunda, program kamera üzerinden bir kare fotoğraf alarak işlem yapmaya başlar. Bu işlem için image Acquisition Toolbox içindeki "getsnapshot" fonksiyonu kullanılır. Yakalanan resim Şekil 4.11 de gösterilen 800x600 çözünürlükte 24 bit RGB resimdir. Resim üzerinde daha kolay ve daha hızlı çalışılması için resim iki boyutlu gri seviye (gray level) formata dönüştürülmüştür. Bu işlem için "rgb2gray" fonksiyonu kullanılır. Gri seviyeye dönüştürülen resim Şekil 4.12 de gösterilmiştir.



Şekil 4.11: Renkli resim

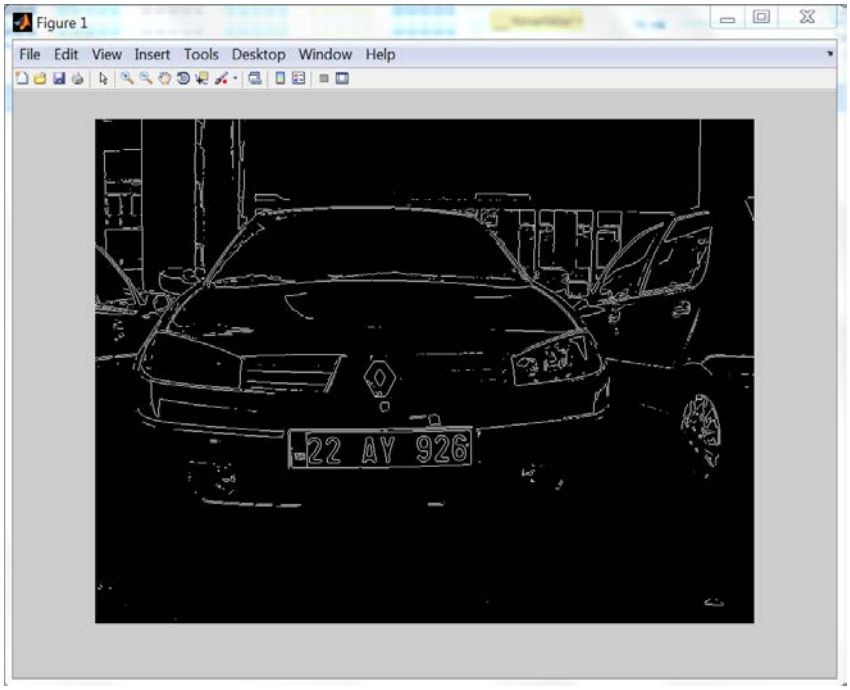


Şekil 4.12: Gri seviye resim

4.3.2. Görüntüde Aday Plaka Bölgesi Tespiti

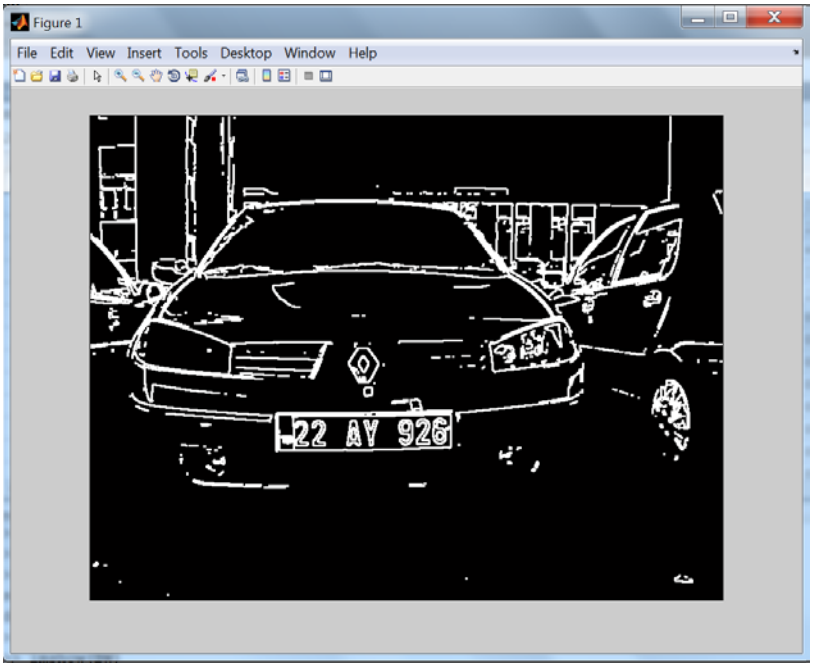
Gri seviyeye dönüştürülen resme görüntüdeki yaşanabilecek olası bozulmalara karşı bozunma giderici medyan filtre uygulanmıştır.

Uygulanan bu filtrelerden sonra kenar bulma filtresi uygulanmıştır. Bu işlem için "edge" fonksiyonu kullanılmıştır. Yapılan denemelerde Sobel, Prewitt, Roberts, Gauss Laplasyen, Canny gibi metodlar denenmiş olup en başarılının Sobel metodu olduğu görülmüştür. Uygulama çıktısı şekil 4.13'te gösterilmiştir.



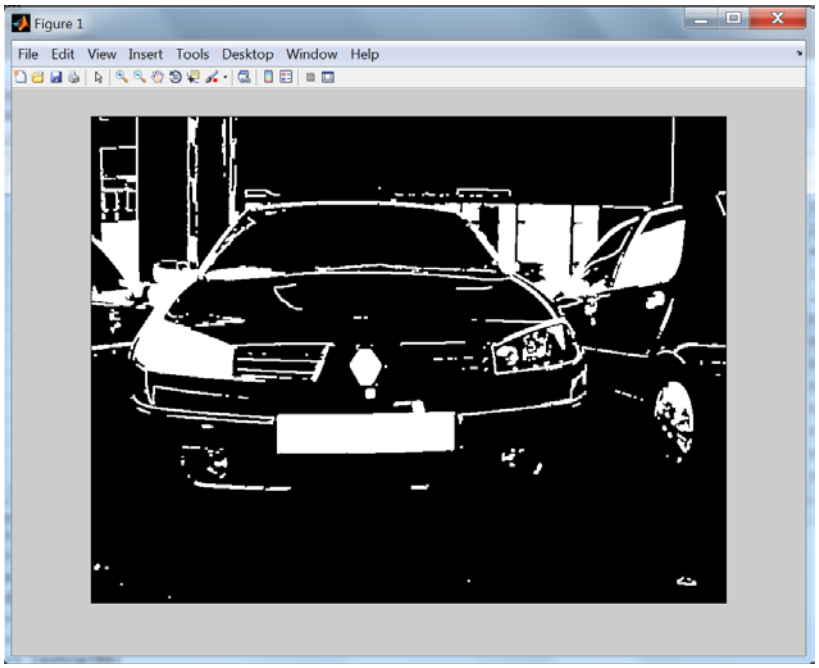
Şekil 4.13: Sobel filtre çıktısı

Şekil 4.13 te elde edilen kenarları bulunmuş görüntüye aşındırma fonksiyonu “imerode” uygulanarak elde edilen çizgiler kalınlaştırılarak daha da belirginleştirilmiştir. Uygulama çıktısı şekil 4.14’te gösterilmiştir.



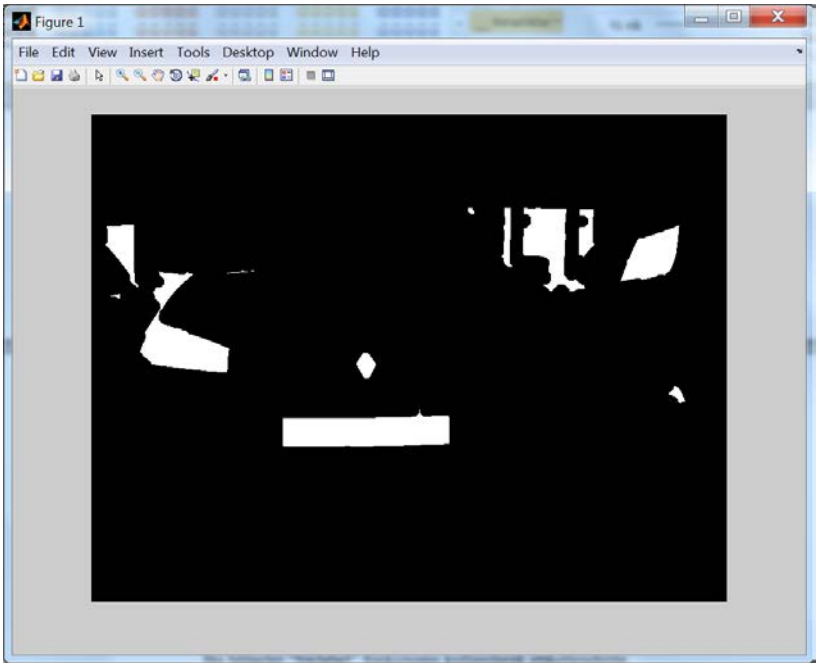
Şekil 4.14: Aşındırılmış resim çıktısı

Aşındırılmış resimdeki kapalı alanları ve delikleri doldurmak “imfill” fonksiyonu kullanılmıştır. Uygulama çıktısı şekil 4.15’te gösterilmiştir.



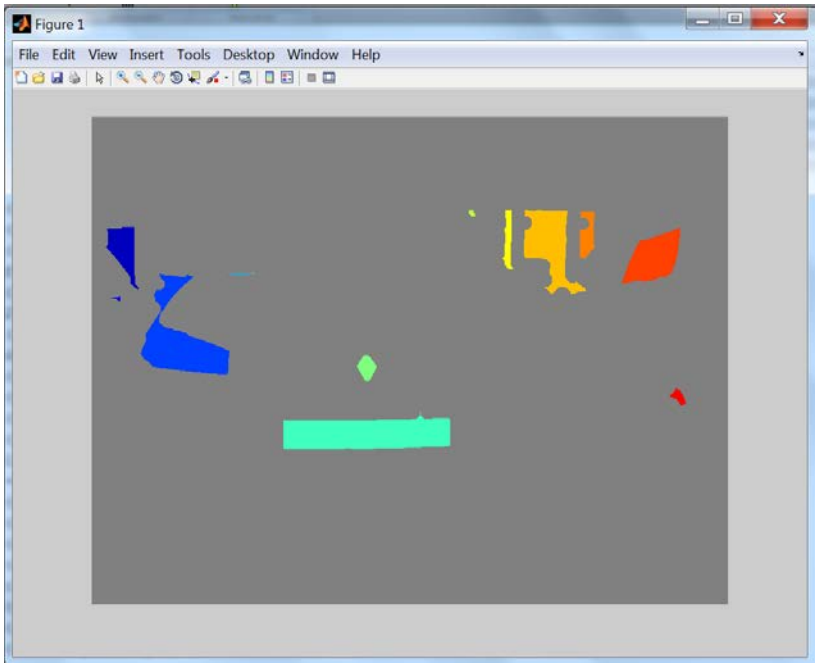
Şekil 4.15: Kapalı alanları doldurulmuş resim çıktısı

Tekrar yoğun olarak aşındırma yapılarak ince çizgiler ve detaylar yok edilir. Böylece resimden geriye büyük boş beyaz alanlar kalır. Şekil 4.16'da görülen alanlar plaka olmaya aday bölgelerdir.



Şekil 4.16: Aşındırılmış resim çıktısı

Bu bölgeler "bwlabel" fonksiyonu kullanılarak etiketlendirilmiştir. Şekil 4.17'de gösterilmiştir.



Şekil 4.17: Etiketlendirilmiş resim çıktısı

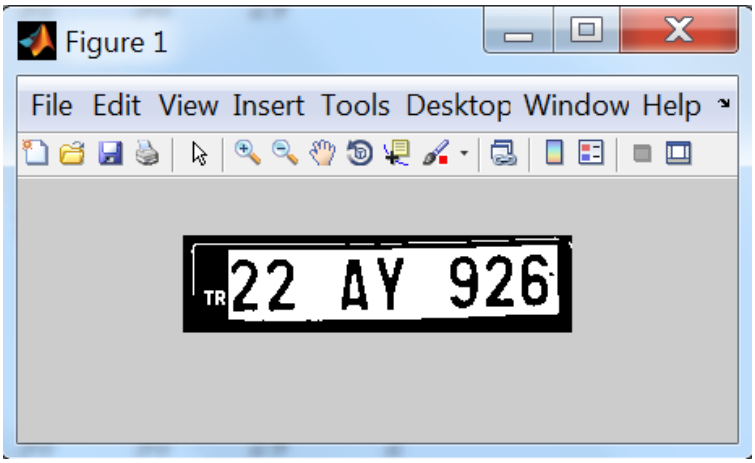
Etikenlendirilen bölgelerin alanından 200 pikselden küçük alanlar “bwareaopen” komutuyla kaldırılır. Kalan bölgelerin alan bilgileri ve yatayla yaptıkları açı bilgileri regionprops komutuyla çıkarılır. Etiketlendirilen plaka adayı bölgelerde sağlanması gereken özellikler mevcuttur. Öncelikle bu bölgelerin siyah üzerinde beyaz karakterler barındırıyor olması gereklidir. Plaka aday bölgesinin yapılan denemelerdeki belirlenen açı değerlerine ve alan özelliğine sahip olması gerekir. Bu açı değeri yatayla -20 ile 20 derece arasındadır. Ayrıca plaka bölgesinin alanının 8200 pikselden küçük olması gerekir. Ardından aday bölgeler sıra ile kontrol edilerek önceden belirlenen koşullara uyup uymadığı test edilir. Yapılan testler sonucunda önceden belirlenen kısıtlara sahip alan kesilip resimden çıkartılır. Bu alan plaka bölgesidir.



Şekil 4.18: Resimden çıkarılan plaka bölgesi

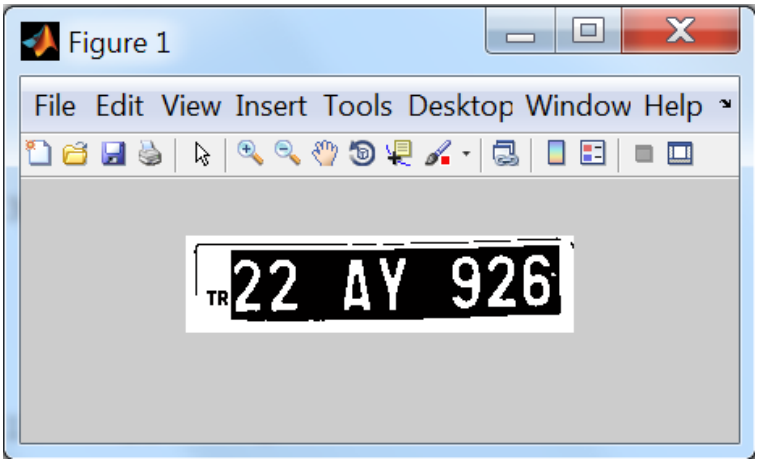
4.3.3. Plaka Bölgesinden Karakter Ayrıştırma

Kesilen plaka bölgesi, eşiklenerek ikili resme çevrilir. Uygulama çıktısı Şekil 4.19’da gösterilmiştir.



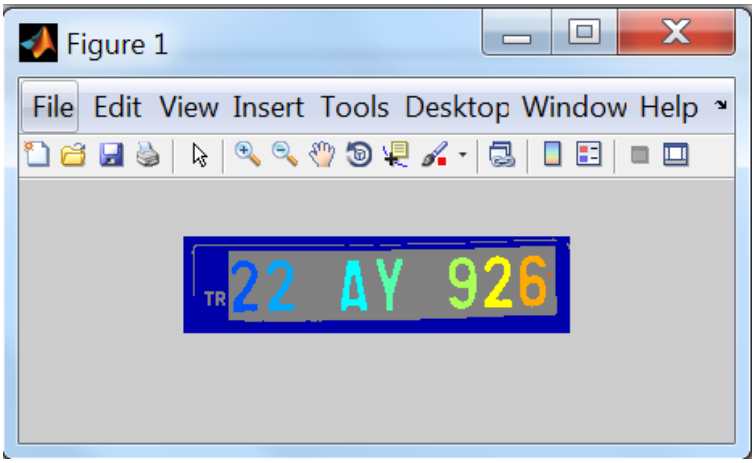
Şekil 4.19: İkili resme dönüştürülen plaka bölgesi

Elde edilen resim terslenerek siyah kısımlar beyaza, beyaz kısımlar ise siyaha çevrilmiştir. Uygulama çıktısı şekil 4.20’de gösterilmiştir. Bunu yapmanın amacı resimdeki elemanları etiketlemede kullanılan “bwlabel” fonksiyonunun beyaz bölgeler üzerinde çalışmasıdır.



Şekil 4.20: Terslenmiş plaka bölgesi

"bwlabel" fonksiyonu uygulanıp bölgeler renklendirildiğinde görüntüdeki detaylar daha ayrıntılı olarak görülmektedir. Uygulama çıktısı şekil 4.21'de gösterilmiştir.



Şekil 4.21: Renklendirilmiş plaka bölgesi

Elde edilen görüntüde harf ve rakamlar karakterlerinden oluşan plaka bilgisiyle birlikte TR ibaresi, 6 rakamından sonra vida deliği, üst tarafta plaka sınır çizgisi bulunmaktadır. Harfler ve rakamlar kamera tarafından sabit bir uzaklıktan alındığından dolayı karakter boyutları standart plakalarda değişmeyecektir. Bunu algılatabilmek için değişmeyen diğer bir özellik olan karakterlerin açı değerlerine ve alan özelliğine sahip olması gerekir. Bu açı değeri yatayla 79 ile 90 ve -79 ile -90 derece arasındadır. Ayrıca karakter bölgesinin alanının 1200 pikselden küçük olması gerekir.

Görüntüdeki etiketlendirilen elemanlar sıra ile alınarak önceden belirlenen koşullara sahip olup olmadıkları sıra ile test edilir. Testi geçebilen bölgedeki elemanlar sıra ile ayrıştırılır. Uygulama çıktısı Şekil 4.22'de gösterilmiştir.



Şekil 4.22: Plaka bölgesinden ayrıştırılarak bölütlenmiş karakterler

4.3.4. Ayrıştırılan Karakterlerin Tanınması

Yapılan çalışmada ayrıştırma işlemi sonunda plaka içerisindeki tüm karakterler birer resim dosyası olarak kaydedilmiştir. Kaydedilen her bir dosya tek tek çağırılarak Matlab içene gömülmüş yapay sinir ağlarını kullanan "OCR" fonksiyonuyla işleme alınır.

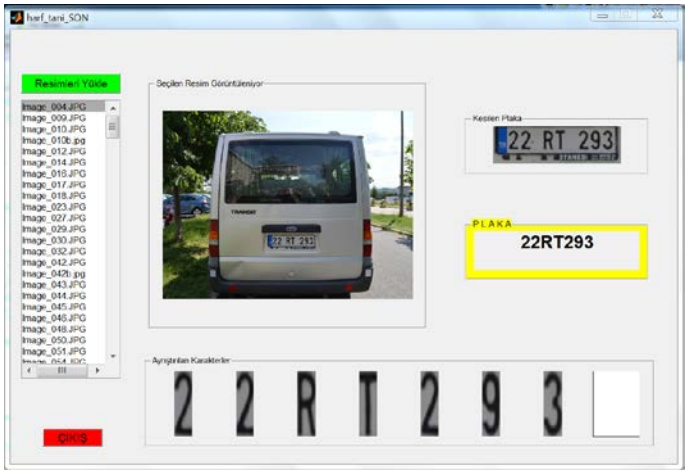
Matlab içindeki OCR fonksiyonunda gerekli parametreler ayarlandığında çıkışa tanınmış ASCII değerler göndermektedir. Fonksiyonda kesin sonuç elde etmek için karakterler tek tek gönderilmiştir. Plaka tanıma işlemi sonucu Şekil 4.23'te gösterilmiştir.



Şekil 4.23: Plaka bölgesinden ayrıştırılarak tanınmış ascii karakterler

4.4. Programdan Alınmış Uygulama Örnekleri

Plaka tanıma sistemi için tasarlanan algoritma ve yazılan kodlar, fotoğraf makinesi ile çekilmiş araç resimleri ile oluşturulmuş olan örnek veri setiyle test edilmiştir. Şekil 4.24 ile Şekil 4.32 arasında başarılı ve başarısız plaka tanıma örneklerine yer yerilmiştir.



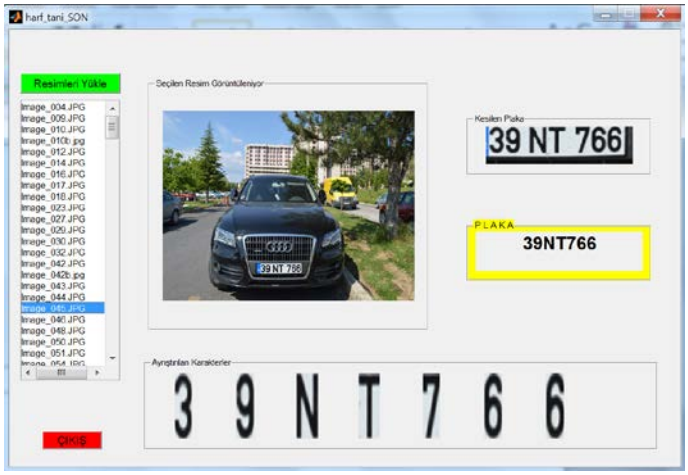
Şekil 4.24: Başarılı Plaka Tanıma İşlemi



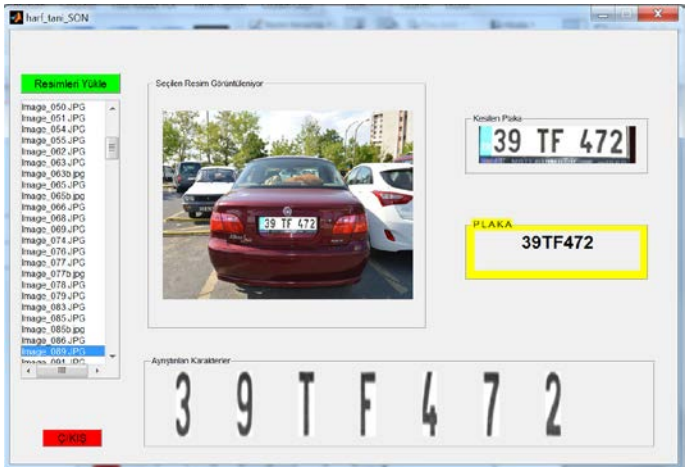
Şekil 4.25: Başarılı Plaka Tanıma İşlemi



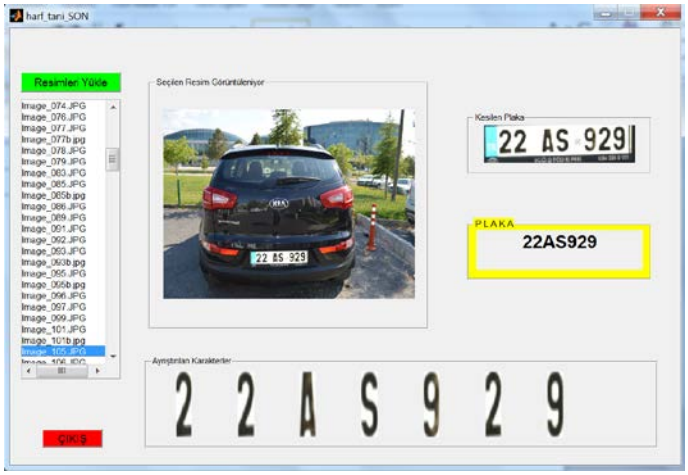
Şekil 4.26: Başarılı Plaka Tanıma İşlemi



Şekil 4.27: Başarılı Plaka Tanıma İşlemi



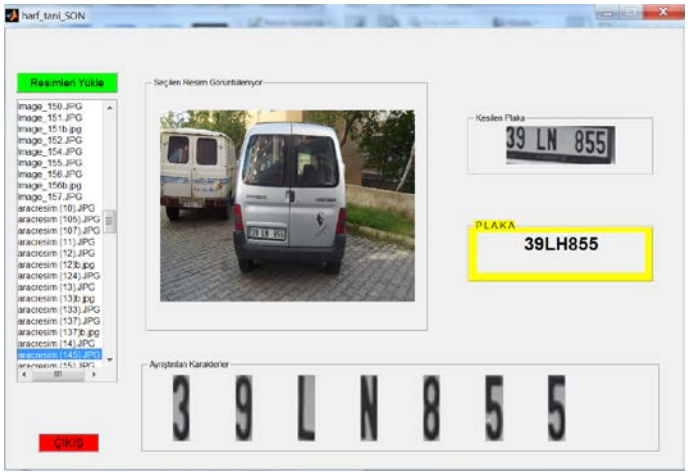
Şekil 4.28: Başarılı Plaka Tanıma İşlemi



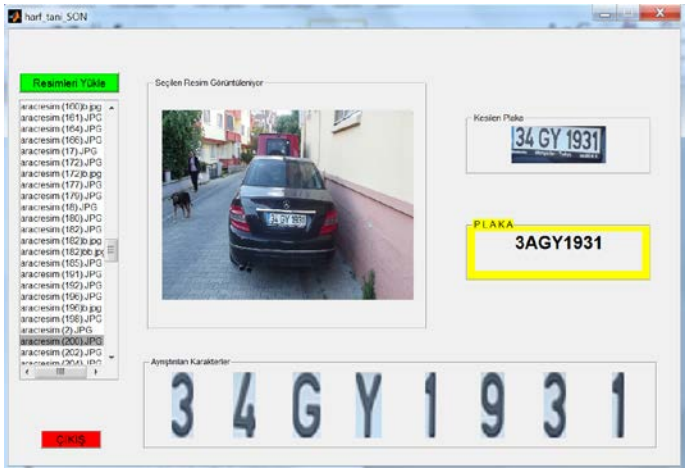
Şekil 4.29: Başarılı Plaka Tanıma İşlemi



Şekil 4.30: Başarısız Plaka Tanıma İşlemi



Şekil 4.31: Başarısız Plaka Tanıma İşlemi



Şekil 4.32: Başarısız Plaka Tanıma İşlemi

BÖLÜM 5

SONUÇ ve BULGULAR

Bu çalışmada yapay zeka tabanlı plaka tanıma ile bariyer kontrolünü gerçekleştirecek sistem tasarlanarak bir model üzerinde çalışılmıştır. Yapılan çalışmadaki sistem iki kısımda açıklanabilir. Bunlardan ilki plakanın tanınması diğeri de bariyerin uygun plakalar için açılmasıdır. Plaka tanıma için kullanılan yöntemler 3 ana başlığa ayrılmıştır. Bunların ilki plaka yerinin tespiti, ikincisi tespit edilen plaka bölgesinde bulunan karakterlerin parçalanması ve son olarak elde edilen karakterlerin tanınması işlemidir.

Gerçeklenen sistemde 8 adet araç plakası ile bariyerin kontrolü gerçekleştirilmiştir. Sistemin plaka tanıma uygulamasında kullanılan test seti için ise günün farklı saatlerinde, 2 ile 4 metre arasında çekilmiş, Karayolları Trafik Yönetmeliğindeki plaka standartlara uyan 7 yada 8 karakterli 150 araç resmi kullanılmıştır. Çekilen fotoğraflar bilgisayara aktarıldıktan sonra uygulama yazılımı tarafından 800x600 boyutuna dönüştürülerek işlem yapılmaktadır.

Resme uygulanan kenar bulma algoritmaları ve morfolojik işlemler ile plaka yeri başarı ile tespit edilmiştir. Tespit edilen plaka alanı kesilerek üzerinde karakterler dışındaki küçük gürültüler temizlenmiştir. Böylece karakter adaylarının tespiti kolaylaşmıştır. Karakterlerin en ve boy oranları sabit olduğundan ve gürültülerden arındırılan karakterler MATLAB'in OCR fonksiyonu ile tanınmıştır.

Geliştirilen uygulama ve kodlanan programın başarısını test edebilmek için plaka yerinin doğru olarak bulan resimler sayılmıştır ve tamamında doğru sonuç elde edilmiştir. Bulunan plaka alanı kesilerek plakada bulunan karakterler bölütlenmektedir.

Bu aşamada da 1 resimde karakterler bölütlenememiştir. Bölütlenen karakterler OCR fonksiyonuyla işleme sokulmuş ve 142 tanesi başarıyla tanınmıştır. Başarılı olarak tanınan plaka sayısı, toplam test edilen araç resim sayısına oranlandıktan sonra yüz ile çarpılarak yüzdelik sonuç bulunmuştur. Sonuçlar istatistiksel olarak Tablo 5.1'de gösterilmiştir.

	Plaka Bulma	**Karakter Bölütleme**	**Karakter Tanıma**
Sisteme Uygulanan Resim Sayısı	150	150	149
Sonucu Başarılı Olan Resim	150	149	142
Başarı Oranı (%)	**100**	**99,33**	**95,30**

Tablo 5.1: Plaka Tanıma Sistemi Başarı Durumu

Bu çalışmadaki istatistikler literatürde bulunan benzer çalışmalar ile de kıyaslanması Tablo 5.2'de gösterilmiştir.

Çalışmayı Yapan	**Yıl**	**Veri Setindeki Örnek Resim Sayısı**	**Plaka Yeri Tespiti**	**Karakter Bölütleme**	**Karakter Tanıma**	**Genel Sistem Başarısı**
Orhan KAPLAN ve ark.	2002					% 99,25
Barış Evrim DEMİRÖZ [7]	2005	186	% 98,9	% 97,9		
Serkan ORBAY [10]	2006	340	% 97,65	% 96,18	% 98,82	% 94,41
Halime BOZTOPRAK [13]	2007	240	% 98,75		% 91	
İsmail IRMAKÇI [14]	2008	146	% 96,55	% 96,61	% 95,25	% 86,89
Beytullah YALIM [15]	2008	200				% 92,5
Gözde YAVUZ [17]	2008	80	% 92,25	% 95,35	% 90,47	
Okan BİNGÖL ve ark. [18]	2008		% 95	% 92	% 87	

Funda AKAR [21]	2009	500	% 89,6	% 97,09	% 94,94	
Kirami KAÇAN [22]	2010	357	% 100	% 100	% 95,23	
Kerim Kürşat ÇEVİK [23]	2010	256	% 98,4	% 98,8	% 98	% 95,3
Ali BAKKALOĞLU [24]	2011	1500	% 95,6	% 97,14	% 96,26	% 89,4
Othman Subhı SIDDIK	2014	50	% 100			
Bu çalışma	2015	150	% 100	% 99,33	% 95,30	% 94,66

Tablo 5.2: Literatürdeki benzer çalışmalar

Sistemin başarısı açık kaynak kodlu olan OCR modülünün iyileştirilmesiyle veya yapay zekada kullanılan diğer algoritmalar kullanılmasıyla daha da arttırılabilir. Çalışmanın genel başarısına bakıldığında ve literatürdeki benzer çalışmalarla kıyaslandığında beklenen ve istenilen verime sahip olduğu görülmektedir.

Tasarlanan algoritma ve programda yapılacak küçük değişiklikler ile başka ülke plakalarına da uyarlanabilir.

KAYNAKLAR

[1] K. K. Kim, K. I. Kim, J. B. Kim, ***Character Extraction of License Plates from Video, Conferance of Computer Vision and Patern Recognition*** (CVPR'97),1997

[2] S. Wang and H. Lee, ***Detection and recognition of license plate characters with different appearances***, Intelligent Transportation Systems, 2003. Proceedings. IEEE, vol. 2., Sayfa 979–984, 2003

[3] Umut ÇELİK, ***Motorlu Araç Plaka Görüntülerinden Karakter Ayrıştırma Ve Tanıma***, IJCI Proceedings of International Conference on Signal Processing, ISSN 1304-2386, Volume:1, Number:2, 2003

[4] Yanamura, Y., Goto, M., Nishiyama, D., Soga, M., Nakatani H. and Saji H., ***Extraction and tracking of the license plate using hough transform and voted block matching***, Intelligent Vehicles Symposium Proceedings. IEEE pp. 243-246, 2003

[5] L.G.C. Hamey, and C.Priest, , ***Digital Image Computing: Technqiues and Applications***, 2005. DICTA'05. Proceedings, pp. 87-94 , 2005

[6] C. Wu, L. C. On, , C. H. Weng, , T. S. Kuan, , ***A macao license plate recognition system***, Proceedings of the Fourth International Conference on Machine Learning and Cybernetics, vol. 7, pp. 4506 – 4510. ,2005

[7] B. E. Demiröz, ***Bakış Açısından Bağımsız Gürbüz Plaka Tanıma Sistemi***, Bitirme Tezi, İ.T.Ü. Elektrik-Elektronik Fakültesi, İstanbul, sayfa 3-7., 2005

[8] Qin Z., Shi S., Xu J. and Fu H., ***Intelligent Control and Automation***, 2006. WCICA 2006. The Sixth World Congress, Dalian, Vol. 2, pp. 8645-8649. ,2006

[9] H. Caner, ***Fpga Donanımı Üzerinde Araç Plakası Tanıma Sistemi***, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, sayfa 11 - 38. , 2006

[10] Serkan ÖZBAY, ***Automatic Vehicle Identification By Plate Recognition***, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep, sayfa 46 -78. , 2006

[11] Ali Gökay GÜNAYDIN, ***A Constraint Based Real-Time License Plate Recognition System***, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, sayfa 16 -38. , 2007

[12] Emre ÇAMAŞIRCIOĞLU, ***Araç Plakası Algılama ve Tanıma***, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta, sayfa 37-65. , 2007

[13] Halime BOZTOPRAK, ***Gerçek Zamanlı Taşıt Plaka Tanıma Sistemi***, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, sayfa 37-65. ,2007

[14] İsmail IRMAKÇI, ***Otomatik Araç Plaka Tanıma Sistemi***, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, sayfa 5-76, 2008

[15] Beytullah YALIM, ***Türk Sivil Plaka Standartları için Araç Plaka Tanıma Sistemi***, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, Ankara, sayfa 46-88. , 2008

[16] Melih ÇİÇEK, ***Araç Plakası Tanınması***, Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, sayfa 46-88. , 2008

[17] Gözde YAVUZ, ***Plaka Tanıma Sistemi***, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, sayfa 23-40. , 2008

[18] Okan BİNGÖL, Ömer KUŞCU, ***Bilgisayar Tabanlı Araç Plaka Tanıma Sistemi***, Gazi Üniversitesi Bilişim Teknolojileri Dergisi, Cilt: 1, Sayı: 3, 2008

[19] Emre AKSOY, ***License Plate Segmentation in Images***, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, sayfa 14-48. , 2008

[20] Kayhan BORA, ***Car Plate Recognition***, Yüksek Lisans Tezi, Atılım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, sayfa 21-41. , 2008

[21] Funda AKAR, ***Şablon Eşleme Yöntemi İle Plaka Tanıma ve Değerlendirme Sistemi***, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, sayfa 56-80. , 2009

[22] Kirami KAÇAN, ***Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Araç Plakalarının Tanınması***, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, sayfa 41-53. , 2010

[23] Kerim Kürşat Çevik, ***Yapay Zeka Yöntemleri İle Araç Plaka Tanıma Sistemi***, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, sayfa 4-46, 2010

[24] Ali BAKKALOĞLU, ***Araç Plaka Tanıma Sistemi,*** Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, sayfa 4-46, 2011

[25] http://www.arduino.cc/en/uploads/Main/Arduino_Uno_Rev3-schematic.pdf, Erişim Tarihi: 11.09.2014

[26] http://www.robotistan.com/index.php?do=catalog/product&pid=1331, Erişim Tarihi: 11.09.2014

[27] http://robotshop.com.tr/index.php/urun/lazer-modul-arduino-ile-kullanilabilir-keyes-lazer-modulu-91116 ,Erişim Tarihi: 11.09.2014

[28] http://www.robotiksistem.com/tower_pro_sg90_servo_motor.html,Erişim Tarihi: 11.09.2014

[29] http://omertaban.com/2013/05/14/goruntu-bozunmalari-ve-duzeltme-teknikleri/ , Erişim Tarihi: 11.09.2014

[30] Hakan Güray ŞENEL, ***Kenar Bulma İçin Topolojik Gradyan İşleçleri***, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi, Cilt:XX, Sayfa 2, 2007

[31] V. V. Nabiyev, ***Yapay Zeka: Problemler, Yöntemler, Yaklaşımlar***, Seçkin yayınevi, 2. baskı, Ankara, 2005

[32] Ercan ÖZTEMEL, ***Yapay Sinir Ağları***, Papatya Yayıncılık, İstanbul, 2006

[33] http://tr.wikipedia.org/wiki/Sinir_hücresi , Erişim Tarihi: 23.10.2014

[34] http://thesecondmessengers.blogspot.com.tr/2011/11/sinir-hucresi-noron.html, Erişim Tarihi: 23.10.2014

[35] http://teknogezegen.com/wp-content/uploads/2014/04/Yapay-Sinir-Aglari-Genel-Yapisi.png, Erişim Tarihi: 23.10.2014

[36] Hüseyin KUTLU, Ersan YAZAN, ***OCR API'leri ve Gerçek Zamanlı OCR Uygulaması***, Mersin Akademik Bilişim, Mersin, 2014

[37] http://tr.wikipedia.org/wiki/Tesseract_(yazılım) , Erişim Tarihi: 30.10.2014

[38] http://tr.wikipedia.org/wiki/FineReader, Erişim Tarihi: 30.10.2014

[39] http:// en.wikipedia.org/wiki/ Microsoft_Office_Document_Imaging, Erişim Tarihi: 30.10.2014

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	: Birkan GÖÇERLER
Doğum Yeri	: İstanbul
Doğum Tarihi	**:** 01.12.1983
Medeni Hali	: Evli

EĞİTİM DURUMU

2007 – 2015	**Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**
	Yüksek Lisans - Bilgisayar Mühendisliği
2002 – 2006	**Kocaeli Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi**
	Lisans - Elektronik Öğretmenliği
1999 – 2001	**Endüstri Meslek Lisesi (Tekirdağ)**
	Ortaöğretim – Elektronik Bölümü
1998 – 1999	**Endüstri Meslek Lisesi (Lüleburgaz)**
	Ortaöğretim – Elektrik Bölümü

İŞ DENEYİMİ

2011 - Halen	**Lüleburgaz Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi**
	Bilişim Teknolojisi Alanı Atölye ve Laboratuvar Şefi
2007 - Halen	**Lüleburgaz Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi**
	Bilişim Teknolojisi Öğretmeni

İLETİŞİM

E-posta	**:** birkangocerler@birkangocerler.com
Web sitesi	**:** http://www.birkangocerler.com