



**T.C.
Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü**

**GERÇEK ZAMANLI ARAÇ PLAKA TANIMA SİSTEMİ
TASARIMI VE GERÇEKLENMESİ**

Serhat GÜLENÇ

Yüksek Lisans Tezi



**GERÇEK ZAMANLI ARAÇ PLAKA TANIMA SİSTEMİ
TASARIMI VE GERÇEKLENMESİ**

Serhat GÜLENC



T.C.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GERÇEK ZAMANLI ARAÇ PLAKA TANIMA SİSTEMİ TASARIMI VE
GERÇEKLENMESİ**

Serhat GÜLENÇ

Yrd. Doç. Dr. Ersen YILMAZ

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

BURSA-2018

TEZ ONAYI

SERHAT GÜLENC tarafından hazırlanan ‘‘Gerçek Zamanlı Araç Plaka Tanıma Sistemi Tasarımı ve Gerçeklenmesi’’ adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ersen YILMAZ

Başkan: Yrd. Doç. Dr. Ersen YILMAZ
Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi,
Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Üye: Doç. Dr. Ahmet Emir DİRİK
Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi,
Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Üye: Yrd. Doç. Dr. Cemal HANİLÇİ
Bursa Teknik Üniversitesi Doğa Bilimleri, Mim. Mühendislik Fakültesi,
Elektrik Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı

İmza



İmza



İmza



Yukarıdaki Sonucu Onaylarım



Prof. Dr. Ali BAYRAM

Enstitü Müdürü

2.3.2018

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

19/01/2018

Serhat GÜLENC

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

GERÇEK ZAMANLI ARAÇ PLAKA TANIMA SİSTEMİ TASARIMI VE
GERÇEKLENMESİ

Serhat GÜLENC

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ersen YILMAZ

Araç plaka tanıma sistemleri bina araç giriş kontrollerinden akıllı trafik kontrolü uygulamalarına kadar uzanan çok geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Plaka tanıma sistemleri üç temel işlem bloğundan oluşmaktadır. Bu bloklar sırasıyla plaka bölgesinin tespit edilmesi, plakadan karakterlerin ayırık olarak çıkarılması ve çıkarılan karakterlerin tanınması işlemlerini gerçekleştirmektedirler.

Bu tez çalışmasında ülkemizde kullanılan standart plakalar hedef alınmıştır. Plaka bölgesinin tespitinde yatay ve dikey kenar işleme ile morfolojik işlem tabanlı iki farklı yaklaşım kullanılmıştır. Bulunan plaka bölgesinden karakterlerin ayrıştırılması işlemi sınırlayıcı kutu yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıştırılan karakterlerin tanınması sürecinde ise şablon eşleştirme yöntemi kullanılmıştır.

Tasarlanan sistemin başarımı farklı hava koşulları ve farklı kameralardan alınan resimler üzerinde incelenmiştir. Plaka bölgesinin tespitinde %80, karakterlerin tanınmasında ise %75 başarı oranı elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Plaka Tanıma, Karakter Tanıma, Görüntü İşleme

2018, 80 Sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

DESIGN and IMPLEMENTATION of REAL-TIME VEHICLE PLATE RECOGNITION SYSTEM

Serhat GÜLENC

Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Electrical and Electronic Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ersen YILMAZ

Vehicle license plate recognition systems are used in a wide range of applications ranging from vehicle access controls for building to intelligent traffic control applications. The license plate recognition systems consist of three basic processing blocks. These blocks are for the extraction of the plate region, segmentation of the characters from the plate region and the recognition of the characters, respectively.

In this thesis study, standard plates used in our country are targeted. Two different approaches, which are based on horizontal and vertical edge processing and morphological processing, are used for the extraction of the plate region. Segmentation of the characters from the plate region are performed by the bounding box method. The template matching method is used for character recognition.

The performance of the designed system has been examined on the images taken from different weather conditions with different cameras. The system achieves that 80% success rate for plate region extraction and 75% success rate for character recognition.

Keywords: Plate Recognition, Character Recognition, Image Processing

2018, 80 pages

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanması aşamasında beni yönlendiren, tecrübesiyle bana katkıda bulunan danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Ersen YILMAZ'a, ve bu süreçte tüm desteklerinden dolayı aileme teşekkür ederim.

Serhat GÜLENÇ

19.01.2018

İÇİNDEKİLER TABLOSU

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Plaka Tanıma Sisteminin Kullanım Alanları	4
2.2. Plaka Tanıma Sistemi Yöntemleri	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM	11
3.1. Materyal	11
3.1.1. Görüntü işleme temel kuramları	12
3.2. Yöntem	20
3.2.1. Plaka bölgelerinin bulunması teori	20
3.2.2. Karakterlerin ayrıştırılması	39
3.2.3. Karakter tanıma	43
3.2.4. Plaka bölgelerinin bulunması, karakterlerin ayrıştırılması ve karakterlerin tanınması	46
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	60
4.1. Programdan Alınmış Görüntüler	61
5.SONUÇ	63
KAYNAKLAR	65
ÖZGEÇMİŞ	67

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
CCD :	Yük bağışlımlı görüntü elemanı
cov:	Kovaryans
Gx:	Yatay matris kenar bulma
Gy:	Dikey matris kenar bulma
HVS:	İnsan görme matrisi
NTSC:	Renk kodlama sistemi
PTS:	Plaka tanımlama sistemi
RGB:	(Kırmızı, yeşil, mavi) renk bölgesinde algılama yapmaktadır.

Kısaltmalar	Açıklama
E:	Değişkenlerin beklenen değeri
Sn:	Saniye
Vm:	Yatay projeksiyonda bulunan maksimum değeri
Va:	Yatay projeksiyonun ortalama değeri
$\rho_{(x,y)}$:	x,y'nin korelasyonu
μ_x :	Beklenen değeri
σ_x :	Standart sapma

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1.	Buski Genel Müdürlüğü otomatik bariyer kontrollü plaka tanıma sistemi..	4
Şekil 2.2.	Otoban giriş kontrolü.....	5
Şekil 2.3.	Araç plaka tanıma sistemi genel tasarımı	7
Şekil 3.1.	Matlab arayüzü	11
Şekil 3.2.	Sayısal resim ve görüntü matrisi	12
Şekil 3.3.	Hough dönüşüm metodu	19
Şekil 3.4.	Bir doğrunun ifadesi	19
Şekil 3.5.	(a) Sinüs eğrisi, (b) Kesişen noktalar	20
Şekil 3.6.	Kesişen doğruların grafiksel gösterilmesi	20
Şekil 3.7.	Yatay ve dikey kenar işleme ile yöntemi plaka bölgesinin bulunması algoritması.....	21
Şekil 3.8.	Orijinal renkli resim	22
Şekil 3.9.	Gri resim	22
Şekil 3.10.	Genişletilmiş (Dilated) resim	23
Şekil 3.11.	Yatay kenar işleme histogramı	24
Şekil 3.12.	Dikey kenar işleme histogramı	25
Şekil 3.13.	Olası plaka bölgeleri	26
Şekil 3.14.	Tespit edilen plaka	27
Şekil 3.15.	Morfolojik işlemler yöntemi plaka bölgesinin bulunması algoritması ..	28
Şekil 3.16.	Orijinal renkli resim	29
Şekil 3.17.	Gri resim	29
Şekil 3.18.	Resme medyan filtre uygulanması	30
Şekil 3.19.	Görüntüye edge detection uygulanması	33
Şekil 3.20.	Görüntüye konvolüsyon işlemi uygulanmıştır	34
Şekil 3.21.	Genişleme işlemi	35
Şekil 3.22.	Aşındırma işlemi	35
Şekil 3.23.	Açma işlemi.....	36
Şekil 3.24.	Kapatma işlemi	36
Şekil 3.25.	Yapısal eleman örnekleri	37
Şekil 3.26.	Gri seviyedeki genişleme işlemi.....	37
Şekil 3.27.	Gri seviyedeki aşındırma işlemi	37
Şekil 3.28.	Görüntüye morfolojik uygulanması	38
Şekil 3.29.	Görüntüye morfolojik uygulanması	38
Şekil 3.30.	Görüntüye morfolojik uygulanması	38
Şekil 3.31.	Nihai plaka alanının çıkartılması	38
Şekil 3.32.	Karakter ayrıştırma işlemi	40
Şekil 3.33.	Plaka bölgesi	42
Şekil 3.34.	Ayrıştırılmış karakterler	42
Şekil 3.35.	Karakter ön işlemleri	43
Şekil 3.36.	İnceltme işlemi için yapısal elemanlar	43
Şekil 3.37.	İnceltme işlemi	44
Şekil 3.38.	Şablonun oluşturulması	45

Şekil 3.39.	Araçtan alınan görüntü	47
Şekil 3.40.	Renkli görüntü gri resme dönüştürülmesi	47
Şekil 3.41.	Genişletilmiş resim	48
Şekil 3.42.	Kenar işleme işlemi uygulanmış resim	48
Şekil 3.43.	Yatay kenar işleme grafiği.....	49
Şekil 3.44.	Dikey kenar işleme grafiği	49
Şekil 3.45.	Parçalara ayrılmış görüntü	50
Şekil 3.46.	Tespit edilen plaka bölgesi	51
Şekil 3.47.	Araçtan alınan görüntü	51
Şekil 3.48.	Gri tonlamalı görüntü	52
Şekil 3.49.	Kenar iyileştirilmesi yapılmış görüntü	52
Şekil 3.50.	Morfolojik işlemler uygulanmış görüntü.....	53
Şekil 3.51.	Aşındırma işlemi yapılan görüntü	53
Şekil 3.52.	Şekillerin içleri dolu olan görüntü	53
Şekil 3.53.	Morfolojik ve aşındırma işlemleri yapılan görüntü	54
Şekil 3.54.	Plakanın kenar bölgesinde bulunan gürültü	55
Şekil 3.55.	Plakanın kenar bölgesinde bulunan gürültünün temizlenmesi	55
Şekil 3.56.	Karakterleri ayrıştırılan görüntü 1	56
Şekil 3.57.	Karakterleri ayrıştırılan görüntü 2	56
Şekil 3.58.	Karakterleri ayrıştırılan görüntü 3	56
Şekil 3.59.	42x24 Piksel veri tabanındaki karakterler	58
Şekil 4.1.	Sistemin çıktısı	60
Şekil 4.2.	Sisteme giriş yapılan görüntü ve karakterlerin okunması 1	60
Şekil 4.3.	Başarılı plaka okuma görüntüsü 1	61
Şekil 4.4.	Başarılı plaka okuma görüntüsü 2	62
Şekil 4.5.	Başarılı plaka okuma görüntüsü 3	62

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1	Matematiksel dönüşüm	17
Çizelge 4.1	Araç plaka tespit edilmesi test sonuçları	61



1. GİRİŞ

Görüntü işleme, dijital ortamdaki resimlerin değiştirilmesi ve gerekli bilgilerin alınmak üzere resmin işlenmesidir. Elde edilen datalar ve dijital ortamdaki görüntü sonuçları bu sistemin getirileridir. Günlük hayatta birçok alanda kullanılan sistemin yararları insan gücünden elde edilecek kazanç yerine bu işi bilgisayarlara yaptırarak hem daha hızlı işlem yapmak hem de maddi yönden ve performans olarak kazanç sağlamaktır. Bununla birlikte bir bilgisayarın bir insan kadar sağduyulu ve zeki olamayacağı göz ardı edilmemelidir.

Dijital ortamda resim işlemek bilgisayarın donanım kaynaklarının fazla tüketmesine yol açmaktadır. Ancak günümüzde, bilgisayar teknolojisi açısından değerlendirildiğinde, veriler çok kısa sürede çok büyük kapasitelerde işlenebilir. Bu şekilde, görüntü üzerinde daha hızlı ve daha anlamlı veriler elde etmek mümkündür. Bir bilgisayarın birim zamanda yapabileceği daha fazla işlem, aynı zaman aralığında görüntülenebilir bir görüntü üzerinde daha kapsamlı olur.

Plaka tanıma sistemini ortaya çıkaran etkenler trafikte oluşan problemler ve araç sayısındaki artıştır. Bu sebeple trafikteki araç yoğunluğuna bakıldığında bu sistem son derece gereklidir. Özel bir noktadan geçen aracı tanımlamak, araçların davranışlarını kontrol ederken elde ettiği dataları kullanarak trafik denetimini sağlamak plaka tanıma sisteminin amaçlarıdır. Plaka tanıma sisteminin en önemli getirisi araçta halen kullanılmakta olan ve araçtaki her türlü verileri içeren plaka üzerinden sonuçlar elde edebilmesidir. Dolayısıyla hiçbir ek kaynağa gerek kalmadan aracı belirlemek plaka tanıma sistemleri ile sağlanacaktır.

Plaka tanıma sistemlerinin uygulama alanları; otopark giriş çıkış uygulamaları, kurum-kuruluşların girişlerinin kontrolü uygulamaları, ücretli yollar, köprülerin giriş çıkış kontrol uygulamaları bunlardan bazılarıdır. Giriş ve çıkışların denetiminin istenildiği durumlarda işlemlerin makinelerin yerine insanlar tarafından yapılması, sürecin süresini arttırmakta ve güvenilirliğini azalmaktadır.

Literatürde plakaların tanımlanması ve plaka bölgelerinin belirlenmesi ile ilgili fazlaca sayıda çalışma yapılmıştır.

Hough dönüşümü, kenar tabanlı ayrıştırma, morfolojik işlemler Hsieh (2001), renk özelliği, histogram çözümlene gibi yöntemler bulunmaktadır. (Boztoprak 2007).

Hough dönüşümü kullanılarak plaka bölgesinin sınırlarını saptayan yöntemler plakanın dikdörtgen olduğundan dolayı kullanılmış olup ayrı temelli ya da bölge temelli yaklaşımlar plaka yerinin saptanmasında yangın bir şekilde kullanılmaktadır. (Kamat 1995).

Gerçek zamanlı sistemlerde kullanılmama sebebi çok fazla işlem ihtiyacı bulunması ve fazla miktarda bellek harcamasıdır. Plaka yer saptama yöntemlerinden bazıları; plaka renk bilgisini kullanma veya plaka histogram analizi yapmaktır. Kenar belirleme yöntemi oldukça kolay ve kullanışlı olmasının yanında gürültü bozulmalarına karşı duyarlıdır. Tabiki istenmeyen kenarlara karşı hassastır. (Boztoprak 2007).

Arka plan renginin kullanılarak plaka bölgesinin bulunduğu yöntemlerde performansın düşük olduğu ve plaka yerinin tespit edilmesinde başarı oranı en fazla yüzde yetmişlerde kaldığı gözlenmiştir. Plakanın arka plan rengi ile araç rengi aynı olduğu durumlarda ise hiç sonuç alınmamaktadır.

Literatürdeki çoğu yöntem, plaka görüntülerinin neredeyse doğrudan zıt taraftan çekildiği varsayımına ya da kısıtlamaya dayanmaktadır ve genel olarak kenar algılama ve yer değiştirme esaslı plaka konumlandırma yöntemleri, plakanın belirli bir açıyla xy düzlemi ve kameranın konumundan kaynaklanan perspektif bozulmalarından dolayı. Literatürde, x-y düzlemindeki karakterlerin altına geçmeyi düşündüğü rotasyon açısı, histogram analizi ve taban çizgisini bulmaya yönelik yöntemler bulunmaktadır ve bu yöntemler, döndürmeden önce giriş görüntüsünü bağımsız hale getirmek için bu açıyı kullanmaktadır.

Plaka karakterlerini parçalamak için çeşitli yöntemler önerilmiştir; projeksiyon histogramları ve dikey kenarlar, morfoloji Hsieh (2000), bileşen analizi kullanan yöntemleri içerir. Bu yöntemlerin kendi avantajları ve dezavantajları vardır ve bu yöntemler belirli kısıtlamalar altında çalışır.

Morfoloji yöntemi plaka karakterlerinin boyutlarını bildiğini sayarken izdüşümü histogramı dayalı yöntemler plaka doğrultusunu bildiğini saymaktadır. (Kahraman 2003)

Araç plakaların ortak noktaları plaka yüzeyleri ile karakterler arasında yüksek karşıtlık olmasıdır. Ayrıca plakaların standartları ülkeler arası farklılık gösterdiği gibi aynı ülke içerisinde dahi şekil ve renk itibarıyla farklılık göstermektedir. Plaka tanıma sisteminin çalışmasını zorlaştıran etkenlerin başında değişik format ve renkli plakaların olmasıdır.

Plakaların üzerinde damgalar, pullar, vidalar ve çamur gibi yabancı maddelerin bulunması, aracın hızı, resim kalitesinin kötü olması plaka tanıma sisteminin doğru çalışmasını etkileyen faktörlerdendir. Plakaların bir standardı olmasına rağmen bazı araçların bu standarda uymadığı aşikardır. Bu bahsedilen problemleri gidermek üzere görüntü işleme yöntemleri geliştirilmektedir.

Bu tez çalışmasında, materyal ve yöntem kısmında araç plaka tanıma uygulamasının incelenmesi ve daha sonra sistemin araştırma bulguları ve tartışma bölümündeki başarısı ortaya çıkarılmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Plaka Tanıma Sisteminin Kullanım Alanları

Trafikteki araçların sayılmasında ve plakaların tanımlanmasında kullanılan plaka tanıma sistemi bir çeşit otomatik araç kimliği tespit etme yazılımıdır. Plaka tanıma sistemi sayesinde bir köprüye giriş-çıkış yapan araçlar ve köprüde bulunan araç sayıları saptanabilmektedir. Bununla birlikte trafik akışının yoğun olduğu bölgeler belirlenerek trafikteki araçlar başka bir yola veya feribot vb. başka bir ulaşım aracına yönlendirilmektedir.

Günümüzde kurum, şirket ve site girişlerinde kapıları açmak amacıyla araç plaka tanıma sistemleriyle belirlenen plakalar otomatik olarak açılabilen ve üstelik bu sistemde araçların plakaları her türlü bilgiyi içerdiği için araçlar için ekstra bir harcamaya gerek yoktur. Bu sistem sayesinde giriş çıkışlarda kameralı güvenlik sağlandığından dolayı edilen datalar daha sonra istenildiği şekilde kullanılmaktadır. Plaka tanıma sistemine uygulama örneği Şekil 2.1 de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Buski Genel Müdürlüğü otomatik bariyer kontrollü plaka tanıma sistemi

Otoparklarda kullanıldığında, müşteri bilgileri de kaydedilir ve aylık abonelik işlemleri çok kolay takip edilebilir ve otoparkta araçların kalma süresi ve maliyeti otomatik

olarak hesaplanabilmektedir. Sistem manuel kontrol yapmadığından dolayı plaka tanıma sistemiyle, süre hesaplayan çalışanlara ücret ödenmesine gerek kalmayacaktır. (Bakkaloğlu 2011)

Plaka tanıma sistemi sistemde kayıtlı olan arabalar için plakaları tanımladıktan sonra paralı geçiş sistemlerinde de kullanılıp uzun süre bekletmeden direk geçişlerine izin verebilir. Dolayısıyla plaka tanıma sistemi ile toplu geçiş hakkı getirilip trafiğin aksaması da önlenmektedir. Örnek uygulama resmi Şekil 2.2 de görülmektedir.



Şekil 2.2. Otoban giriş kontrolü

Kullanılan sistemde eğer plaka bilgileriyle pasaport bilgileri bağlantılı kullanılırsa ülkeye giren araçların giriş çıkış saatleri kaydedilebilir ve ülkede kaldığı süre hesaplanabilir. Bununla birlikte sınır kapısında araçların bekleme süresi azaltılıp sıkışıklık giderilmiş olmaktadır.

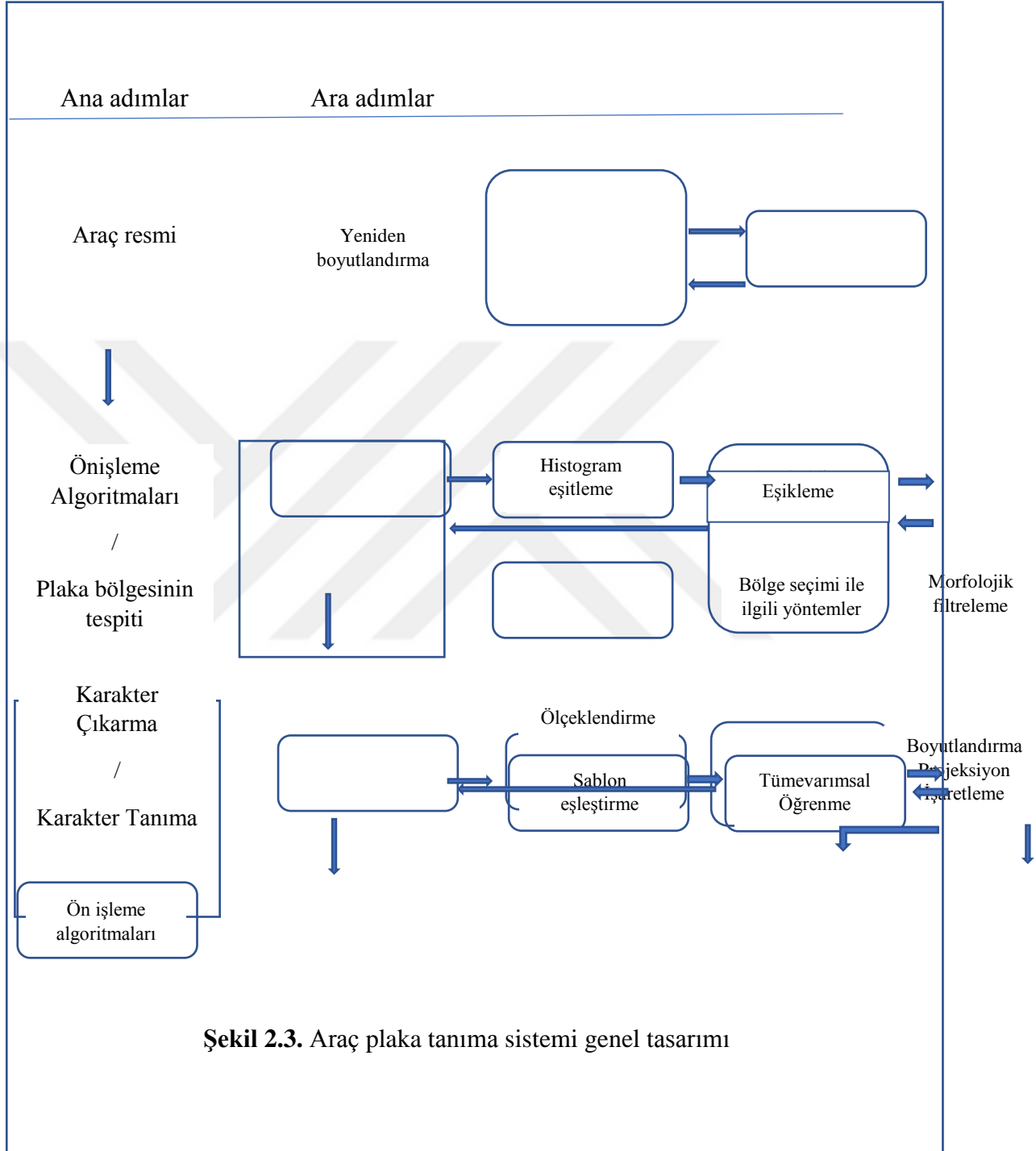
Plaka tanıma sistemi sayesinde sistemde çalıntı veya suçlu olarak kayıtlı olan bir araç bu sisteme yakalandığı an sistem otomatik olarak mesaj atarak bildirimde bulunabilir. Böylelikle suç durumlarına daha kolay müdahale edilip çalıntı arabayla gezmelerine engel olabilmektedir.

Bu sistemin yaygın olarak kullanım amaçlarından biri de ceza uygulamalarıdır. Bu yöntemle trafikte hız ihlali yapan ve kırmızı ışıktaki geçen araçlar için cezalar internet üzerinden takip edilip ödeme yapılabilmektedir. Dolayısıyla sistem hem maliyeti düşürür hem de otomatik olarak işlemektedir.

Günlük hayatta sıkça ziyaret edilen alışveriş merkezlerini fazlaca kullanan kişilerin listesi yapıp, giriş sayılarına göre bir profil belirlenebilir. Bununla birlikte güvenlik şeritlerine kamera konulmasıyla bu şeritleri ihlal eden kişiler için otomatik para cezası kesilebilmektedir.



Araç plaka tanıma sistemi genel tasarımı Şekil 2.3 de gösterilmiştir.



2.2. Plaka Tanıma Sistemi Yöntemleri

Araç plaka tanıma sistemiyle bugüne kadar yapılan çalışmalarda karşılaşılan zorluklardan dolayı doğru bir sonuç bulunamamış ve plaka tanıma işlemi güçleşmiştir.

Bu zorluklar plaka resminin akşam çekilmesi, plaka üzerindeki cam korumalar ve vida vb, karakterler, plakanın temiz olmaması ve hava durumu gibi sebeplerdir. Plaka tanıma sistemi 3 bölümden oluşmaktadır.

Bunlar;

- Plaka bölgesinin tespit edilmesi,
- Tespit edilen karakterlerin plaka üzerinden ayrıştırılması,
- Ayrıştırılan karakterin belirlenmesi.

Araç plaka tanımlama sistemleriyle ilgili örnekler;

1989 yılında öğrenme tabanlı algoritma kullanan bir araç plakası tanıma sistemi geliştirildi. Algoritma hakkında bilgi verilmeyip başarı oranının %93 olarak belirtildi (Williams ve ark., 1989) 2000 yılında, öğrenmeye dayalı araç plaka tanıma sistemi kavramı bir başarı olarak görülmüş ve bilimsel çalışmalara başlamıştır.

Kim ve ark. (2000) yapay zeka temelli araç plaka tanıma sistemi çalışmalarında aracın belirlenmesinde %90, aracın plakasının belirlenmesinde %88 ve karakterlerin belirlenmesinde %85 oranında başarıda bulunulmuştur.

Lee - Wang (2003) Plakaların içerisindeki karakterlerin belirlenmesi işleminde karakter eşleştirme yani bire bir karşılaştırma yöntemini kullanmış, plaka yeri tespitinin de ise zemin ve karakterlerin renklerinden yararlanmıştır.

Yanamura (2003) yaptıkları çalışmada, kameradan alınan görüntüyü sobel filtresinden geçirip, daha sonra görüntü üzerindeki gürültüler yok edilmiştir. Hough dönüşümü ile plakanın en boy oranını kullanarak plaka bölgesi tespit edilmiştir.

Hamey ve Priest (2005) yaptıkları çalışmada kullandıkları algoritmada resim içerisindeki plaka olması planlanan bölgelerdeki karakterlerin okununcaya kadar kontrol edilmekte olup bu da sistem için bir doğru sonucu bulmayı güçleştirmektedir. Ayrıca Avustralya da ki plakaların renklerinin ve şekillerinin farklı olmasından dolayı plaka yeri tespitinde başarılı olmuşlardır.

Wu ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada plakaların yerlerinin belirlenmesinde izdüümü arama algoritmaları tercih edilmiştir. Görüntünün morfolojik yöntemler uygulanması ile görüntüyü yatay ve düşey tarama yöntemleri ile plaka bölgeleri tespit edilmiştir. Karakterleri tanımak için ise şablon eşleştirme yöntemi kullanılmıştır.

Kenar ve köşe noktalarını tespit etme yöntemi kullanılarak plaka yerini tespit etmişler ve başarı oranı %94 olarak belirtilmiştir.

Hakan Caner (2006) yaptığı çalışmada plaka yerini bulabilmek için gabor filtre, yatay yönde genişletme, eşikleme yöntemleri kullanılmıştır. Ayırıştırılan karakterler öz düzenlemeli harita kullanılarak tanınmış ve başarı oranı %87 olarak belirtilmiştir.

Çamaşırcıoğlu (2007) yaptığı çalışmada plaka zemini ve karakterlerin yerlerinin renklerini kullanarak plaka yerini tespit etmiştir. Sütün toplam vektörü kullanılarak resimdeki bölge ayırıştırılıp, bu ayırıştırılan karakterler yapay sinir ağı kullanılmıştır. Bu yapay sinir ağında eğitim için ise geri yayılım algoritması kullanılmıştır.

Yalım (2008) yaptığı çalışmada plakanın tespiti için gri seviye indirgeme, yeniden boyutlandırma, histogram eşitlemesi ve morfolojik filtreleme yöntemleri kullanmıştır. Plakadaki karakterlerin okunmasında ise şablon eşleştirme, morfolojik filtreleme yöntemini kullanarak sistemin çalışma başarı oranı %92,5 olarak belirtmiştir.

Yavuz (2008) yaptığı çalışmada araç görüntüsünün enine kesitini alarak gözleme dayalı bir yöntem geliştirmiş olup, tespit edilen plaka bölgesindeki karakterleri ayırtmak için ise şablon eşleştirme yöntemini kullanmıştır. Sistemin plaka karakterlerinin tanınma başarısı ise yüzde doksan olarak tespit etmiştir.

Bora (2009) tarafından yapılan çalışmada, Plaka görüntüsü 2'li sisteme çevrilmiş ve plaka yatay ve dikey olarak taranmış, karakterlerin sınırları bulunmuştur. Daha sonra aşağıdan yukarı, yukardan aşağı, sağdan sola, soldan sağa taranarak karakter için özellik bölümleri oluşturulup, özellik sınıfları ile veri tabanındaki karakterleri karşılaştırılarak sonuca gitmiştir. Karakter tanıma işleminde %89 başarı oranı elde etmiştir.

Çevik (2010) tarafından yapılan çalışmada Karakterler, renklendirme yöntemi kullanılarak elde edilen plaka bölgelerinden ayrılmış ve karakterler yapay sinir ağı

kullanılarak tanınmıştır. Görüntü üzerinden Canny kenar bulma algoritması kullanılmıştır. Sistemin genel başarı oranı %95 olarak belirtilmiştir.

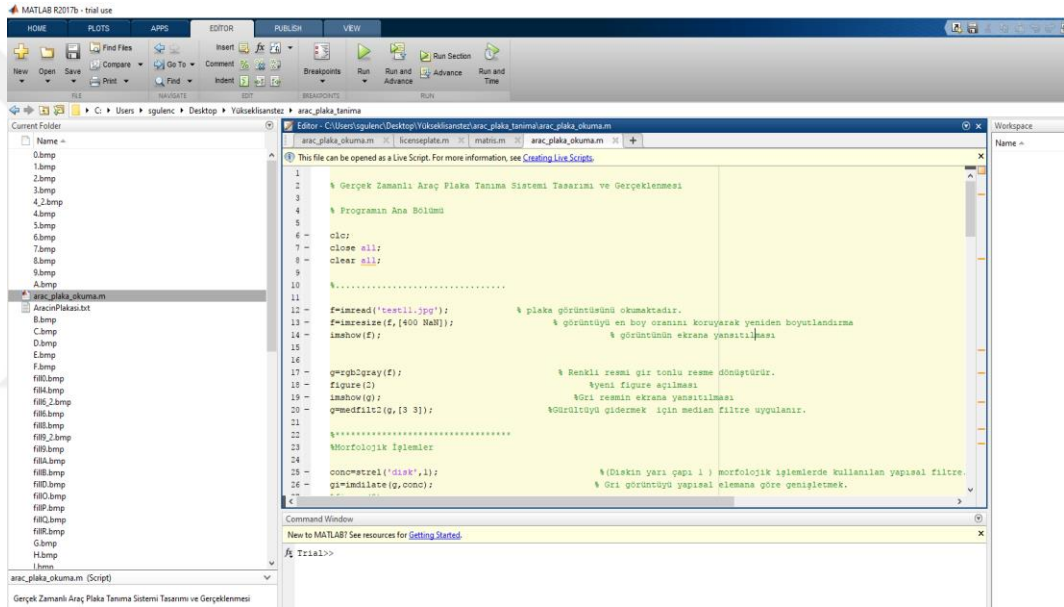
Yukarıda söz edilen yöntemler dışında benzer yöntemler mevcuttur. Resmin plaka konumunu belirlemenin diğer bir yolu, plakanın karakterini bulmak ve plaka alanını bulmaktır. Bu yöntemde, görüntü yatay çizgilerle taranır, çizgilerdeki piksel değışiklik değeri incelenir ve karakter olarak kabul edilen bölgeler belirlenir. Bu tez çalışmasında plakayı bulma yöntemi plaka karakterlerini doğrudan imge üzerinde bulma yöntemini kullanmaktadır. En büyük avantajı, tüm histogramın kaldırılmadan önce karakterlerin taranmasıdır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Plaka tanınması uygulamasında MATLAB “Matrix Laboratory” programı kullanılmıştır. Bu program, hazırdaki fonksiyonlar ve program ile bir takım matematiksel algoritma işlemlerin gerçekleşmesini matematiksel çözüm ile sağlamaktadır. Bu program ayrıca haberleşme, istatistik, kontrol sistemleri ve görüntü işleme gereçlerini sağlamaya yöneliktir. Sistemin tasarımında kullanılan matlab programının ara yüzü Şekil 3.1 de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Matlab arayüzü

Yaklaşık 100 aracın görüntüsü bu program ile değişik mekanlarda jpg formatında kaydedilmesinde kullanılmaktadır. Oluşturulan bu görüntülerin, farklı saat dilimlerinde çekilmesine dikkat edilmiştir. Tasarlanan bu program ile oluşturulan plaka bilgisi, verilen görüntülerde farklı platformlarda kullanılacak metin bilgilerine çevrilmektedir. Plaka tanımlama ile, sayısal görüntü işleme yöntemleri kullanılmaktadır. Bundan dolayı, görüntünün işleneceği renk bölgesini, sayısal görüntüye dair başlıca kavramları ve görüntünün işlenmesinde olumsuz durum oluşturabilecek koşulları, baştan iyi analiz ederek geliştirmek ve uygun olan şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Üç farklı başlık altında, plaka tanıma ele alınmıştır.

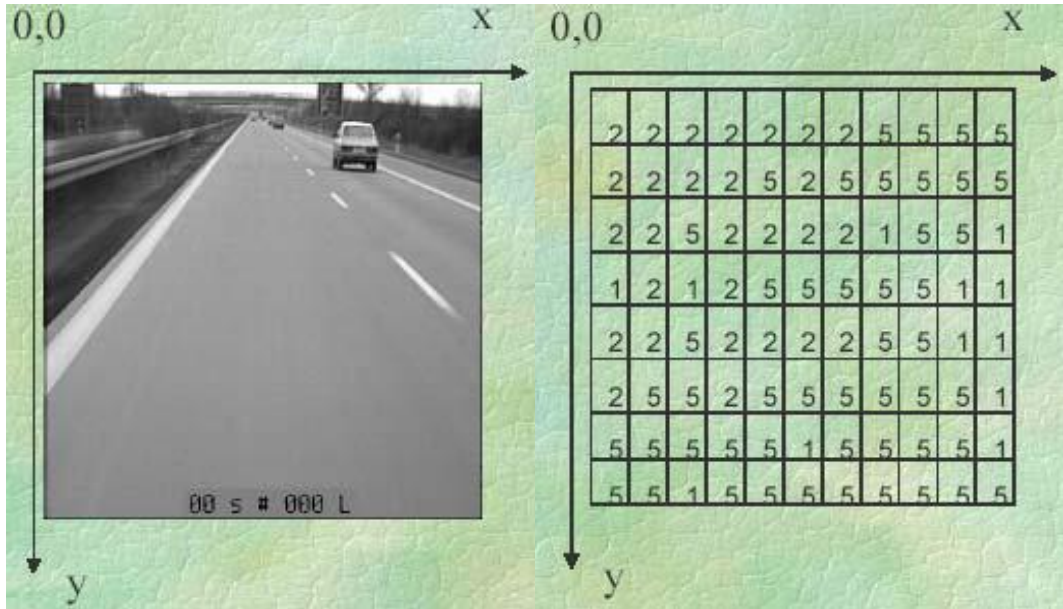
- Plaka bölgelerinin bulunması ve görüntü işleme,
- Karakterlerinin ayrıştırılması,
- Karakterlerin tanınması,

3.1.1. Görüntü işleme temel kuramları

Görüntüleme ile ilgili başlıca tanımların bilinmesi, renk bölgelerinin ve renk bileşenlerinin bilinmesi; görüntünün doğru şekilde işlenebilme çalışmalarının yapılabilmesi için öncelikli koşuldur.

Görüntünün tanımı

Objelerden yansıyan ışığın, bu ışığa duyarlı bir yüzey üstüne düşmesi ve düştüğü yüzeyde iz bırakmasıyla görüntü oluşur. Işığa hassas yüzey, fotoğraf filmi olabilir. Ayrıca sayısal kamera ya ait CCD (Charge Coupled Device) de olabilir. Sayısal kameralarda, ışığın düştüğü düzlemde, her bir pikselde ışığın gücüne göre sayısal bazı değerler oluşur. Sayısal görüntü de elde edilmiş bu değerlerin bütün olarak tekrar görüntülenmesiyle bulunur.



Şekil 3.2. Sayısal resim ve görüntü matrisi (Çamaşırcıoğlu 2007)

Siyah ve beyaz gibi farklı renkte resimler için pikseller 0 ile 1 arasında değer alabilmektedir. Şekil 3.2’de görüldüğü üzere görüntü matrisi $m \times n$ şeklindedir. Gri görüntülerde ise pikseller minimum 0 maksimum 255 değerlerinin alabilmektedir. Renkli görüntülerin yapısı ise gri ve siyah-beyaz’dan farklıdır. Üç farklı matriste ayrı ayrı kırmızı, mavi ve yeşil gibi renk bileşenleri tutulur. Gerçek görüntü bileşenleri ile bu üç matrisin birlikte ve üst üste görüntülenmesiyle oluşur.

Görüntü bölgeleri

Sonuçlar açısından görüntü bölgelerinin seçimi oldukça önemlidir. Görüntü bölgelerine ait teori kısmını bilmiyor olmamız, sonuçlandırma aşamasında uygulama açıdan basit şekilde işlemimizi yapmamıza olanak verecektir. İnsan görme sistemi olan (HVS: Human Visual System) tarafından 300-830 nm aralığında ölçülebilen kısmı renk elektromanyetik tayf olarak adlandırılır. İnsanoğlunun elektromanyetik tayf üstünde adlandırabileceği renkleri sınıflandırması renk bölgelerinin temel koşuludur.

Renk dönüşümleri

Renkli görüntüde işlem yaptığımızda işlem adedi ve süresi artmaktadır. Bundan dolayı, işlem sayısının minimum değerde tutulması için görüntünün gri seviyeye veya siyah-beyaz forma dönüştürülmesi gerekmektedir.

Renkli resmi gri resme dönüştürme

Görüntüdeki RGB değerlerini NTSC formatına dönüştürerek, renk ve saturasyon değerlerini sıfıra çekerek esas renk-gri skala dönüşümü gerçekleştirilmektedir.

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,3 & 0,59 & 0,11 \\ 0,61 & -0,207 & -0,32 \\ 0,21 & -0,52 & 0,31 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

Q ve I renk fark işaretleridir ve Y değeri Q ve I’nın sıfıra denkleştirilmesiyle hesaplanarak gri skalaya geçilir.

$$Y = 0,3R + 0,59G + 0,11B \quad (3.1)$$

$$I = a(R - Y)$$

$$Q = b(B - Y)$$

Gri skala – siyah beyaz resim dönüşümü

Görüntünün hızlı ve etkili biçimde çalışmasında birincil modelleme “siyah-beyaz” formata çevrilmesi gerekmektedir. Eşik seviyesinin değişken olarak belirlenebiliyor olması, her bir görüntünün parlaklık değerinin çekildiği çevre şartlarına ve atmosfer şartlarına göre farklılık göstereceğinden önem kazanır. Bu değişken eşik seviyesini bulmak için Otsu'nun bölgesel eşikleme algoritması olan Otsu (1979) yöntemi kullanılmaktadır. Bulunan eşik değeri [0,1] aralığındaki parlaklık parametresidir. Bu sınır değerini bulduktan sonra gri resim “siyah-beyaz“ formata çevrilir. Otsu (1979) bölgesel kısıtlama algoritması, kendi içinde kategorize edilir ve ağırlıklı varyansı optimum değere dönüştürmek için çalışır. Bu sınıfların birbirleriyle olan varyansı en üst düzeye çıkarılacaktır. Bölgesel kısıt algoritması, gri tonlama görüntülerinde 0-256 aralığında sınıflandırılan piksel için çalıştırır. Metodun kabullenmeleri ise şu şekilde sıralanmıştır: Resim bimodal ve histogramdır. Sabit istatistiki verileri kullanabilmekle birlikte ayrıca başka yapılara da uyum sağlayabilir. Görüntüde tek tip parlaklık olduğu kabullenilir ve böylece parlaklık değişimlerinin, ayrı nesnelere sebebiyle oluşacağını kabul eder.

Sınıfların birbiri arasındaki değişimsizliği:

$$\sigma_w^2 = q_1(t) \sigma_1^2 + q_2(t) \sigma_2^2$$

Tahmin edilen sınıfsal olasılıklar:

$$q_1(t) = \sum_{i=1}^t p(i) q_2(t) = \sum_{i=t+1}^I p(i)$$

Sınıfların ortalamaları:

$$\mu_1(t) = \sum_{i=1}^t \frac{iP(i)}{q_1(t)} \mu_2(t) = \sum_{i=t+1}^I \frac{iP(i)}{q_2(t)}$$

Sınıfların farklılıkları:

(3.2)

(3.3)

$$\sigma_1^2(t) = \sum_{i=1}^t [i - \mu_1(t)]^2 \frac{P(i)}{q_1(t)}$$

$$\sigma_2^2(t) = \sum_{i=t+1}^I [i - \mu_2(t)]^2 \frac{P(i)}{q_2(t)}$$

t değerleri arasında 1-256 aralığında minimum olan t , w , σ sonuçlarını gösteren ifadeler belirlenir. Toplam farklılık, tespit edilen sınır değerinden ayrıdır. Sınıfların aralarındaki farklılaşma ise o farklılıkların toplamıdır.

$$\sigma^2 = \underbrace{\sigma_w^2(t)}_{\text{Ağırlıklandırılmış}} + \underbrace{q_1(t)[1 - q_1(t)][\mu_1(t) - \mu_2(t)]^2}_{\text{Sınıflar arası}} \quad (3.4)$$

değişinti değişinti

Yukarıda verilen formül incelendiğinde, varyans değeri düştükçe ağırlıklı varyans daha keskin bir şekilde ifade edilmektedir.

Sınıflar arasındaki değerler değişir, t değerleri formül içinde ikame edilerek tekrar tekrar hesaplanabilir.

Eşikleme

Gri düzeyde bir görüntü, her piksel için 0'dan 255'e kadar bir parlaklık değeri almaktadır. Gri çizgili görüntü bu farklı parlaklık değerlerine dayanır. Sıfır değeri siyah, 255 değeri beyazdır. Eşikleme, görüntü işlemenin önemli aşamalarından biridir. Eşik değeri, farklı bir gri seviyeye sahip resmi ikili seviyede gerçekleştirmektedir. Eşik işlemi gerçekleştirildiğinde, rasgele bir eşik değeri belirlenir ve belirlenen değer üstündeki sayısal değerler için çıktı görüntüsündeki ilgili bir piksel "1" olarak belirlenir ve bunun altındaki değerler için bir "0" değeri belirlenmektedir.

$$G(m, n) = 1 \quad f(m, n) > T \quad \text{T için}$$

$$G(m, n) = 0 \quad f(m, n) < T \quad \text{T için}$$

Burada:

$T = \text{Esik}$

$G(m, n) = 1$ Nesnenin görüntü elemanları

$G(m, n) = 0$ Arka planın görüntü elemanlarıdır.

Bu resimdeki görüntüler temassızsa ve gri tonlar arka plan gri seviyesinden açıkça farklıysa, bu uygun bir ayırıştırma yöntemidir. Doğru eşik seçilmesi, görüntünün doğru şekilde parçalanması için gereklidir. Çeşitli eşik tanımlama algoritmalarıyla ve etkileşimleriyle bu seçim yapılmaktadır.

Eşik belirleme yöntemi

Hızlı ve verimli bir şekilde görüntünün işlenebilmesi için görüntü siyah beyaz bir modele çevrilmektedir. Gri görüntülerin parlaklık değerleri, resimlerin alındığı ortam koşullarına göre değişir. Bu değişken eşik seviyesini bulmak için bölgesel eşik algoritması kullanılır. Bu yöntem parlaklık parametresini eşik seviyesinde gösterir [0,1]. Sınır değeri bulunur ve gri resim siyah beyaz formata çevrilmektedir. Otsu'nun kullanılan bu bölgesel eşikleme algoritması, kendi içerisinde sınıflandırılmış ve ağırlıklandırılmış varyansı minimum seviyeye indirecek şekilde çalışmaktadır. Bu sınıfların birbiri ile olan değişimini ise maksimum seviyeye getirecektir. Bu eşikleme algoritması, gri skala resimlerinde 0 ile 256 arasında konumlandırılmış piksel değerleri için çalışır.

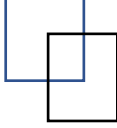
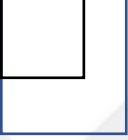

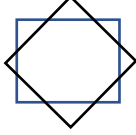
Bulunan T değerleri içerisinde 1 ile 256 değerleri arasındaki en küçük s,w,t değerini verenler seçilir. Toplam değişim, belirlenmiş olan bu eşik seviyesinden bağımsızdır. Sınıflar arası değişimin toplamı ise bu sınıfların arasındaki farkı vermektedir.

Bulunan değerler formüle sokularak, sınıflar arasındaki değişim tespit edilmektedir.

Geometrik dönüşümler

İşlenmemiş görüntüler genellikle matematiksel değişimler içerir ve bu projede N-D veya 2D boyutları için kullanılmakta olan bazı dönüşümler aşağıdaki 3.1 Çizelgesinde gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Matematiksel dönüşüm

Afine Dönüşümü	Örnek	Dönüşüm Matrisi	
Yer değiştirme		$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ t_x & t_y & 1 \end{bmatrix}$	t_x : x ekseninde yer değiştirme t_y : y ekseninde yer değiştirme
Ölçekleme		$\begin{bmatrix} s_x & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	s_x : x ekseninde ölçekleme verisi s_y : y ekseninde ölçekleme verisi
Kırpma		$\begin{bmatrix} 1 & sh_x & 0 \\ sh_x & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	sh_x : x ekseninde kırpma sh_y : y ekseninde kırpma
Döndürme		$\begin{bmatrix} \cos(q) & \sin(q) & 0 \\ -\sin(q) & \cos(q) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	q=dönme açısı

Bölge etiketleme

Başarılı bir görüntü parçalanmasının sonucu, belirli bir farklı segmentte bulunan her pikselin etiketlenmesidir. Bir etiketleme aracı, bir görüntünün her pikseline etiket numarasını veya segmentinin dizinini eklemektedir. Daha özlü bir yöntem, her bir kesimin dış hatlarını belirtmektir. Gerekirse çizgi dolmuş teknikleri her pikselin bir çizgi içinde etiketlenmesinde kullanılabilir.

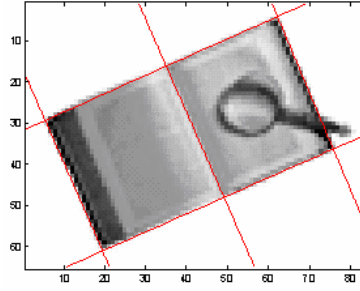
Aşağıda, bölge etiketlemenin ortak tekniği anlatılmaktadır. Etiketleme işlemi gerçekleştirmek için, bu ikili seviyedeki orijinal (0,0) orijin noktasından piksel piksellerini taramak gerekir. İkili bir görüntüde tarama sırasında beyaz bir pikselle karşılaşıldığında, taranan görüntüdeki nesnelere siyah olarak yükselirken, bu pikselin tüm komşu piksellerine bakılmalıdır. Komşular arasında önceden etiketlenmiş başka bir

piksel varsa, o beyaz piksel içinde aynı etiket atanmalıdır. Beyaz pikselin komşuları arasında farklı etiketler içeren birden fazla piksel varsa, en küçük değeri olan beyaz piksel etiket değeri olarak atanır. Birbirine bitişik olduklarında farklı etiket değerleri ile etiketlenmiş piksellerin etiketleri eşitlik tablosunda eşitlenir. Bu pikseller aynı nesnenin farklı bir parçasıdır. Eşitlik tablosunda bulunan bu bilgi bir sonraki tarama sürecinde kullanılmak üzere saklanır (Oral 1996). Tarama işlemi sırasında karşılaşılan beyaz etiketlenmemiş pikselin komşuları arasında önceden etiketli bir piksel bulunmuyorsa, bu piksele farklı bir etiket değeri atanır ve bu pikselin farklı bir nesneye veya alttaki bir pozisyondan birine ait olan bir piksel olduğuna karar verilmektedir.

Daha önce farklı bir şekilde etiketlenmiş bir nesnenin çıkıntıları olmaktadır. Tarama işleminin komple görüntüyü bu şekilde kapsadığı ve işlemin sonunda, denklem tablosundaki bilgiler, hangi etiketlerin denklem tablosunda aynı nesneyi temsil ettiğini tanımlar. Bulunan bu yeni veriler göz önüne alındığında, resim tekrar baştan taranır, denklem tablosundaki bu nesneye verilen değerler arasından en küçük değeri olan piksel etiketi, bu nesnenin tüm piksellerine bir etiket değeri olarak atanır. Bu tüm görüntünün taranması için yapılır. Bu tarama işlemini tamamladıktan sonra, resimdeki piksel komşuları olmayan tüm nesnelere boyanır ve farklı bir renkle etiketlenir. Etiketlemeden sonra bu resimde kullanılan farklı etiketlerin sayısını belirlemek, bize resimdeki toplam nesne sayısının (birbirine bitişik olan hiçbir pikselin) aynı olduğunu ve böylece resimdeki nesnelere otomatik olarak sayacağımızı söylemektedir.

Hough dönüşümü

Hough dönüşümü, bir görüntü içindeki belirli bir şeklin özelliklerini izole etmek için kullanılabilen bir tekniktir. İstenen özelliklerin bazı parametrik formda belirtilmesini gerektirdiğinden, klasik Hough dönüşümü, çizgiler, daireler, elipsler gibi düzenli eğrileri tespit etmek için en yaygın şekilde kullanılır.



Şekil 3.3. Hough dönüşüm metodu

Şekil 3.3 de gösterilen Hough dönüşümü yöntemi, kenar bilgilerinden elde edilen gri seviyeli görüntülere uygulanır ve yöntem, görüntü uzayındaki bilgiyi parametre alanına kaydırarak mevcut problemini yoğunluk bulma problemine dönüştürür.

Şekil 3.4 deki bir doğruyu ele aldığımızda,

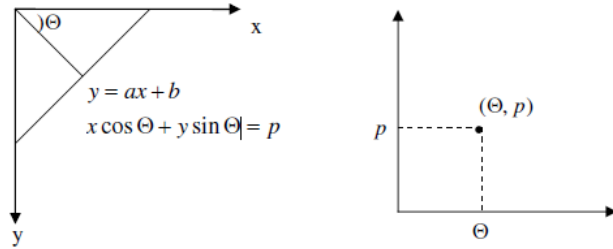
$$y = ax + b$$

şeklinde belirtilmektedir. Burada a,b parametre uzayında farklı doğruyu göstermektedir.

Bu denklemi belirtmenin bir başka yolu da:

$$x \cdot \cos \theta + y \cdot \sin \theta - p = 0$$

olarak belirtilmektedir. (p : Belirtilen düzleme merkezden çizilmiş dikey doğru)



Şekil 3.4. Bir doğrunun ifadesi

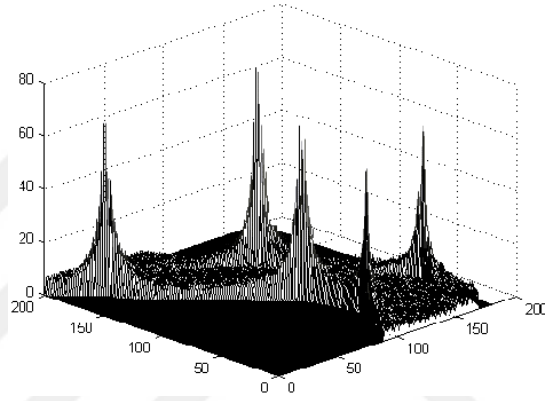
Parametre alanındaki noktayı, (x, y) formundaki her bir farklı θ ' ya karşılık gelen p olarak çizerek, bu noktayı ifade eden Şekil 3.5 a daki bir sinüzoid elde ederiz ve her farklı (θ, r) ayrı bir gerçeği ifade eder. Görseldeki her nokta, (θ, r) olarak ifade edilebilen sonsuz bir sayıdan geçer.



(a) (b)

Şekil 3.5. (a) Sinüs eğrisi, (b) Kesişen noktalar

Tüm noktalara bu metodu uyguladığımızda Şekil 3.5 b’de belirtildiği gibi bazı noktalar kesişmekte, kesişen bu noktalar benzer p’ lerdir.



Şekil 3.6. Kesişen doğruların grafiksel gösterilmesi

Şekil 3.6’deki şekilde sinüs eğrilerinin sayısının çok olduğu durumda o noktanın düzlemi ifade etme olasılığını kuvvetlendirir. Şekildeki yükselti bölgeleri doğruların belirtildiği bölgeleri ifade etmektedir.

3.2. Yöntem

Bu kısımda kullanılan yöntemler ve yararlanılmış olan görüntü işleme algoritmaları hakkında bazı bilgiler verilmiştir.

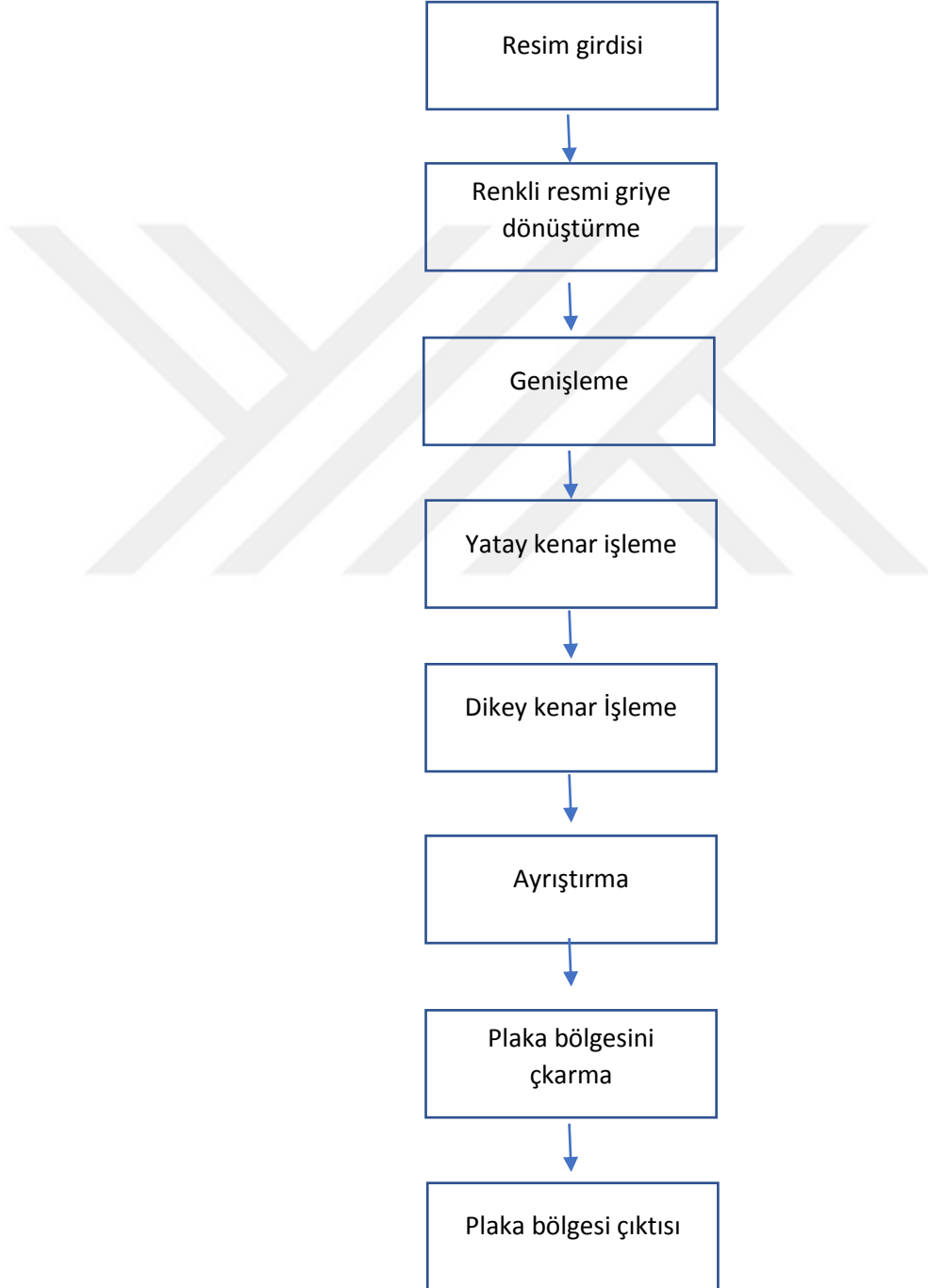
3.2.1. Plaka bölgelerinin bulunması teori

Resimdeki plaka bölgelerinin bulunması, karakterlerin tanınması işleminin başarımını en çok etkileyen adımdır. Plakanın fon rengini esas alarak arama yapan algoritmalar olduğu gibi ebatları önceden tanımlanmış bir çerçeveyi resimde gezdirip, yerel

minimumları tarayarak sonuca ulaşan algoritmalar vardır. Bu örnekleri çoğaltmak mümkündür.

Horizontal and vertical edge processing (yatay ve dikey kenar işleme) yöntemi

Yatay ve dikey kenar işleme yöntemi plaka bölgesinin bulunması Şekil 3.7 de belirtilen algoritma ile açıklamaktayız.



Şekil 3.7. Yatay ve dikey kenar işleme yöntemi plaka bölgesinin bulunması algoritması

Renkli bir görüntüyü gri resme dönüştürme

Burada açıklanan algoritma görüntüdeki renk türüne bağlı değildir. Görüntünün gri seviyeye döndürülmesi imge işleme ve çıkartma için gerekmektedir. Kırmızı, yeşil ve mavi değer gibi renk bileşenleri boyunca bu algoritma kullanılamaz. Dolayısıyla, giriş görüntüsü 3 boyutlu olarak temsil edilen renkli bir resimse MATLAB içindeki dizi, iki boyutlu gri bir görüntüye dönüştürülür. Orijinal girdi görüntüsü ve gri bir görüntü örneği Şekil 3.8 ve Şekil 3.9 da gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Orijinal renkli resim



Şekil 3.9. Gri resim

Görüntünün genişletilmesi

Genişletme, bir görüntüye delikler doldurarak verilen görüntüyü doğaçlama, bir görüntüdeki nesnelerin kenarlarını keskinleştirme, kırık çizgileri birleştirmek ve bir görüntünün parlaklığını artırmak için kullanılan bir işlemdir. Genişletme kullanılarak bir görüntüdeki gürültü de kaldırılabilir. Kenarları daha keskin hale getirerek, nesnenin kenarındaki komşu pikseller arasındaki gri değer farkı artırılabilir. Bu kenar algılamayı geliştirir. Araç plakası algılamada, bir araba plakası görüntüsü her zaman aynı parlaklık ve tonları içermeyebilir. Bu nedenle, verilen resim RGB'den gri forma dönüştürülmelidir. Bununla birlikte, bu dönüşüm sırasında, renk farkı nesnenin daha açık kenarları gibi bazı önemli parametreler kaybolabilir. Şekil 3.10 da gösterilen genişletme işlemi bu kayıpları geçersiz kılmaya yardımcı olacaktır.



Şekil 3.10. Genişletilmiş (Dilated) resim

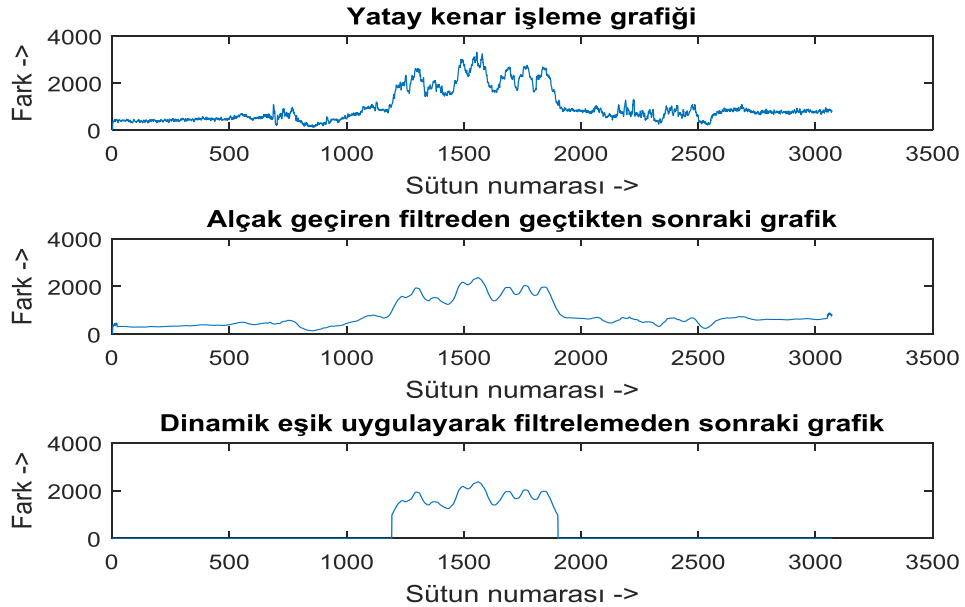
Görüntüde yatay ve dikey kenar işleme yöntemi

Araç plakası algılama algoritmasında, sırasıyla sütunsal ve sıralı grafiği temsil eden yatay ve dikey grafikler kullanılmıştır. Bu grafikler, bir görüntünün komşu pikselleri arasındaki gri değerlerin sütunsal ve sırasal farklarının toplamını temsil eder. Yukarıdaki adımda önce yatay grafik hesaplanır. Yatay bir grafiği bulmak için, algoritma bir görüntünün her sütunundan geçer. Her sütunda algoritma üstten ikinci

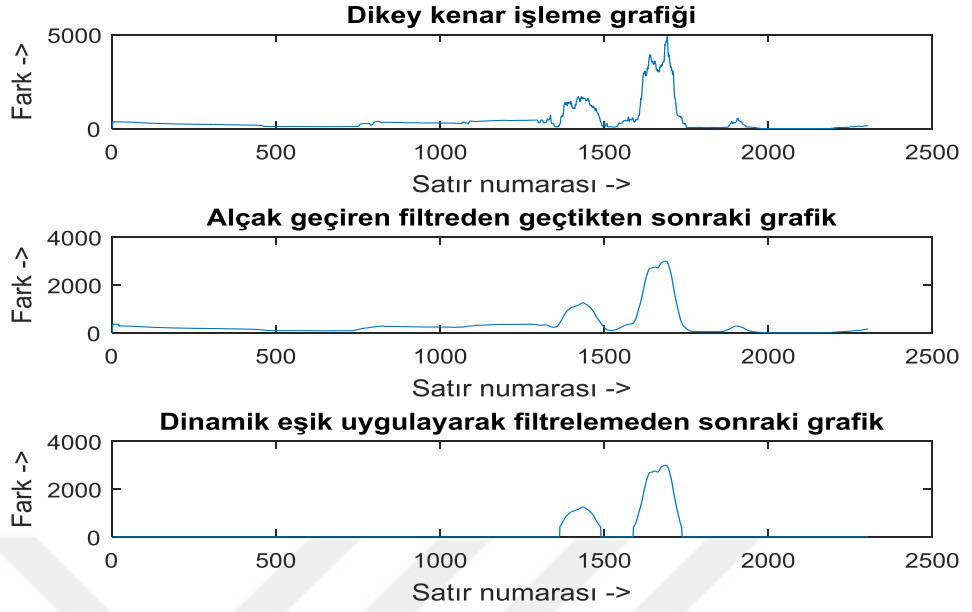
piksel ile başlar. İkinci ve birinci piksel arasındaki fark hesaplanır. Fark belirli eşiği aşarsa, toplam fark toplamına eklenir. Ardından, algoritma üçüncü ve ikinci piksel arasındaki farkı hesaplamak için aşağı doğru hareket edecektir. Böylece, bir sütunun sonuna kadar hareket eder ve komşu pikseller arasındaki farkların toplamını hesaplar. Sonunda, sütun toplam içeren bir dizi oluşturulur. Aynı işlem dikey grafik bulmak için gerçekleştirilir. Bu durumda, sütunlar yerine satırlar işlenmektedir.

Bulunan grafikleri alçak geçiren filtre ile geçirme

Aşağıda gösterilen şekillere bakıldığında, grafik değerlerinin ardışık sütunlar ve satırlar arasında büyük ölçüde değiştiğini görebiliriz. Bu nedenle, önümüzdeki adımlarda önemli bilgilerin kaybedilmesini önlemek için, grafik değerlerinde meydana gelen bu sert değişikliklerin düzeltilmesi önerilir. Aynı şekilde, grafik bir alçak geçiren dijital filtreden geçirilir. Bu adımı gerçekleştirirken, her grafik değeri sağ taraftaki değerler ve sol taraftaki değerler dikkate alınarak ortalaması alınır. Bu adım hem yatay grafikte hem de dikey grafikte gerçekleştirilir. Aşağıda, alçak geçiren bir dijital filtreden geçmeden önce ve alçak geçiren bir dijital filtreden geçtikten sonra grafiği gösteren Şekiller 3.11 ve 3.12 de verilmiştir.



Şekil 3.11. Yatay kenar işleme grafiği



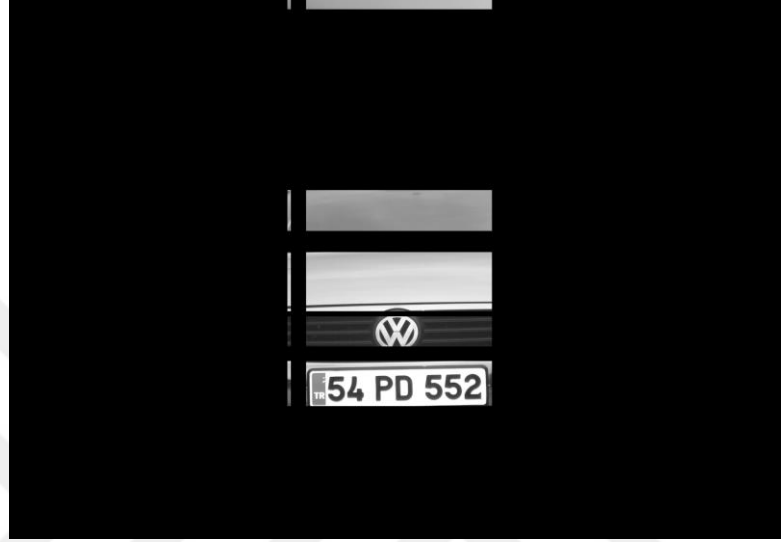
Şekil 3.12. Dikey kenar işleme grafiği

Bir görüntünün istenmeyen bölgelerini filtrelemek

Grafikler, alçak geçiren bir dijital filtreden geçirildikten sonra, bir görüntünün istenmeyen alanlarını kaldırmak için bir filtre uygulanır. Bu durumda, istenmeyen alanlar, grafik üzerinde fark değeri az satırlar ve sütunlardır. Düşük fark değeri olan grafikler, görüntünün parçasının komşu pikseller arasında çok az değişiklik içerdiğini gösterir. Bir plakalı bir bölgede alfanümerik karakterlerle düz bir arka plan bulunduğundan, komşu piksellerde, özellikle karakterlerin ve plakanın kenarlarındaki fark çok yüksek olacaktır. Bu bir görüntünün böyle bir kısmı için yüksek fark grafiğik değerine neden olur. Dolayısıyla, olası plakası olan bir bölge, yüksek yatay ve düşey fark grafik değerlerine sahiptir. Bu nedenle daha az değeri olan alanlar artık gerekli değildir. Bu alanlar, bir görüntüden dinamik bir eşik uygulayarak kaldırılır. Bu algorithmada, dinamik eşik bir grafiğin ortalama değerine eşittir. Yatay ve dikey fark grafikleri, bu dinamik eşiğe sahip bir filtreden geçirilir. Bu işlemin çıktısı, bir sayıların bulunduğu araç plakası ihtimali yüksek bölgelerin grafiğidir. Filtre uygulanmış grafikler Şekil 3.11 ve Şekil 3.12 de verilmiştir.

Parçalara ayırma (Segmentation)

Bir sonraki adım, görüntüdeki bir plaka ihtimali yüksek tüm bölgeleri bulmaktır. Bütün muhtemel bölgelerin koordinatları bir dizi halinde saklanır. Olası plaka bölgeleri görüntüleyen çıktı görüntüsü Şekil 3.13 de gösterilmiştir.



Şekil 3.13. Olası plaka bölgeleri

Plaka bölgesini çıkarma

Parçalara ayırma (segmentasyon) sürecinin çıktısı, plaka ihtimali en yüksek olan tüm bölgelerdir. Bu bölgelerden maksimum fark grafik değerine sahip olanlar plaka için en olası aday olarak kabul edilir. Maksimum yatay ve dikey fark grafik değerine sahip ortak bir bölge bulmak için tüm bölgeler düzlemsel ve sütunsal yöntemlerle işlenir. Bu, bir plaka ihtimali en yüksek bölgeye aittir. Tespit edilen resimdeki plaka Şekil 3.14 de gösterilmiştir.

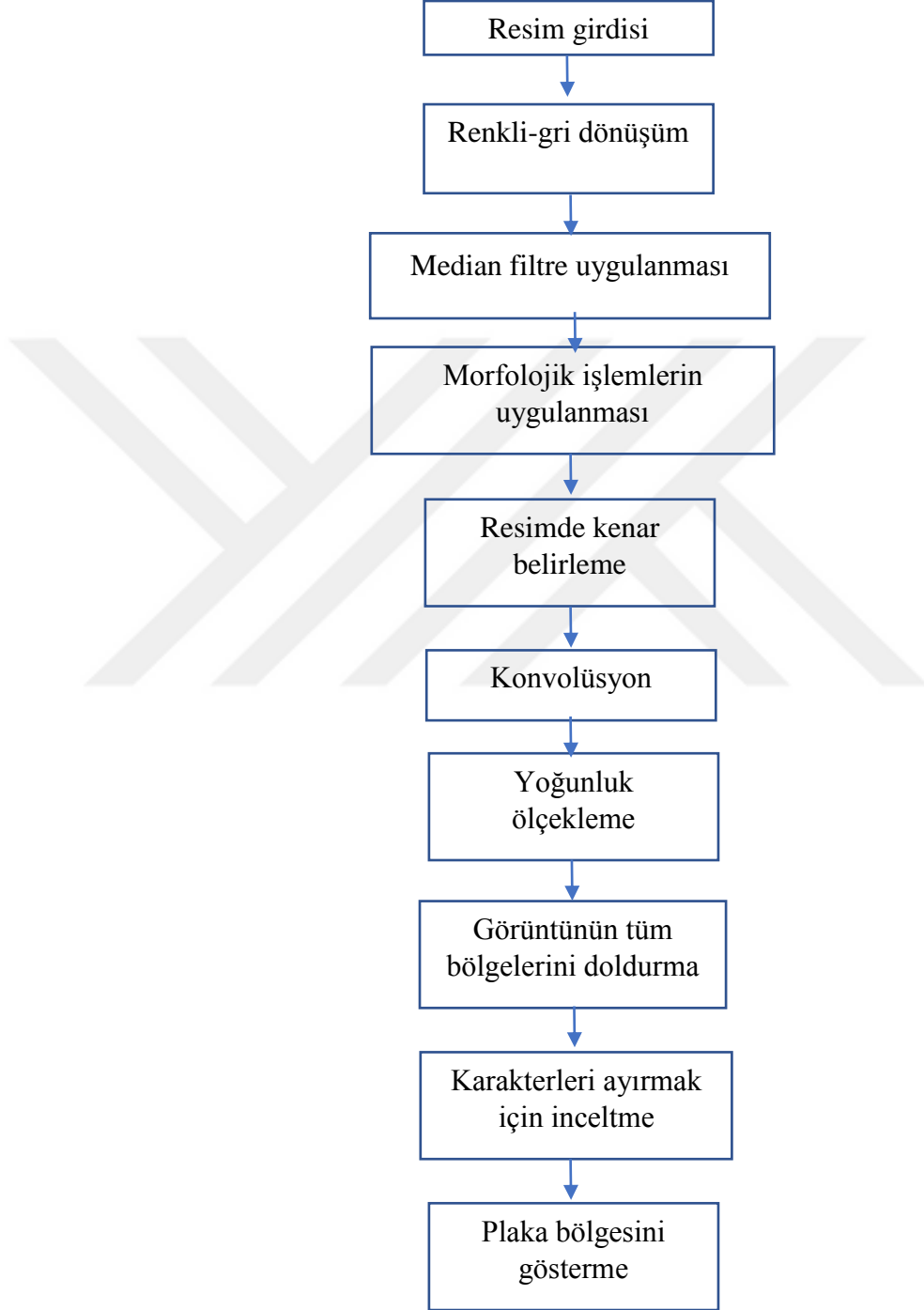


Şekil 3.14. Tespit edilen plaka

Bu algoritma, çözünürlüğü (680 x 480-1600 x 1200) piksel aralıklarında olan birkaç girdi görüntüsü kullanılarak doğrulandı. Resimler çeşitli renk ve ışık yoğunluğuna sahip araçlar içermektedir. Tüm bu görüntülerle, algoritma numara plakasını doğru bir şekilde tanımaktadır. Bu algoritma, aynı zamanda, yatay eksene belirli bir açıyla (yaklaşık 8-10 derece) hizalanan plakalara sahip resimler üzerinde denendi. Bu tür görüntülerle bile numara plakaları başarıyla tespit edildi. Aynı konuyla ilgili ayrıntılar bir sonraki bölümde ele alınacaktır.

Plaka yerinin bulunmasında morfolojik işlemler

Morfolojik işlemler yöntemi ile plaka bölgesinin bulunması Şekil 3.15 de belirtilen algoritma ile açıklamaktayız.



Şekil 3.15. Morfolojik işlemler yöntemi plaka bölgesinin bulunması algoritması

Renkli resimden gri skala resme dönüştürme

Burada açıklanan algoritma, görüntüdeki renk türlerinden bağımsızdır ve gerekli bilgiyi işlemek ve çıkarmak için bir görüntünün gri seviyesine dayanmaktadır. Kırmızı, yeşil ve mavi değer gibi renk bileşenleri bu algoritma boyunca kullanılmaz. Dolayısıyla, giriş görüntüsü MATLAB'da 3 boyutlu dizi ile temsil edilen renkli bir resimse, daha sonraki işleme başlamadan önce 2 boyutlu gri bir görüntüye dönüştürülür. Orijinal giriş görüntüsü ve gri bir görüntü örneği Şekil 3.16 ve Şekil 3.17 de gösterilmiştir:

Renkli resimden gri resme dönüştürme denklemi (3.5) ile verilmiştir.

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B \quad (3.5)$$

Renkli bir resmin işlenmesi işlem sayısını arttırdığından dolayı, resmin griye dönüştürülmesi işlem sayısını azaltmaktadır. Hatta yapılan işlemler duruma göre ikili boyuta dönüştürülmektedir.



Şekil 3.16. Orijinal renkli resim



Şekil 3.17. Gri resim

Ortanca (Medyan) filtre

Komşu algoritmasının en önemli dezavantajlarından biri, kenarları ve diğer keskin ayrıntıları bulanıklaştırmasıdır. Bu dezavantajın üstesinden gelmek için, alternatif bir yaklaşım olarak medyan filtreleme kullanılır. Medyan filtreler, her pikselin gri düzeyini, ortalama yerine, söz konusu pikselin bir komşu gri düzeylerin ortasına yerleştirdiğimiz filtrelerdir. Bu yöntem, gürültü modeli güçlü bileşenlerden oluştuğu ve korunması gereken karakteristiğin kenar netliği olduğu durumlarda özellikle etkilidir. Bir pikselin bir bölgesinde medyan filtrelemeyi gerçekleştirmek için piksel ve komşularının değerlerini sıralayıp orta değeri belirleyip bu değeri piksele atanacaktır. Ortalama filtresi, kendisi dahil ilgili pikselin komşuluğundaki piksellerin gri seviye değerlerini sınıflandırarak, ortalanmış değerle yer değiştirir. Bu filtreler lineer olan filtrelerle kıyasla imgeyi daha az yumuşattığından genelde fazla değerlendirilmektedir. Ortalama filtreler özellikle dürtü gürültülerini minimize edip netleştirmektedir. (Gonzalez ve Woods 2002). Resme medyan filtre uygulanmış hali Şekil 3.18 de gösterilmiştir.



Şekil 3.18. Resme medyan filtre uygulanması

Kenar belirleme yöntemi

Bir görüntüdeki kenar, karanlıktan ışığa veya ışıktan koyu piksel yoğunluğuna ani bir değişimdir. Başka bir deyişle, kenarlar bir görüntünün nesne sınırlarına karşılık gelen yerleridir. Nesnelerin sınırlarına ait olan pikselleri bulmak için kenar algılama (edge detection) kullanılır. Görüntünün yoğunluğunun hızla değiştiği yerler arayan kenarları bulmak için aşağıdaki iki kriterden birini kullanmaktadır;

- Yoğunluğun ilk türevinin bazı eşiklerden büyük olduğu yerler
- Yoğunluğun ikinci türevinin sıfır geçişli olduğu yerler

Bu operatörleri, birinci türevin büyüklüğünün imgedeki bir noktanın kenarın varlığını algılamak için (bir noktanın bir rampada olup olmadığını belirlemek için) kullanırız.

Bir görüntü üzerinde 2 sınıf bölge bulunur. Bunlar ön ve arka plandır. Üzerinde araba resmi bulunan bir görüntüyü ele alacak olursak, ilk olarak resimden araç görüntüsünü bulmamız gerekmektedir. Yalnız araç görüntüsü bulundurulacak olursa, araç üzerinde konumlandırılmış olan plaka alanı mevcuttur. Araç ve plaka arasındaki geçişlerinde mevcut piksellerde ciddi derecede farklılıklar bulunmaktadır. Nesneyi oluşturan alandaki mevcut pikseller benzer değerlere sahiptir. Görüntü üzerinde farklı cisimlerin olduğu kabul edilecek olursa, bu cisimlerin tamamı takriben benzer piksellerden oluşur. Bu durum değerlendirilerek, görüntüde fazla miktarda değişen piksel değerlerinin belirttiği alanlar, nesnelerin köşe alanlarıdır. Bu bilgiden yararlanılarak görüntüde yer alan nesnelere belirlenebilir. Bu durumu açıklayan farklı yöntemlerde bulunmaktadır.

Roberts Cross yöntemi

Roberts Cross yöntemi hızlı ve basit sonuç üreten bir yöntemdir. Bu yöntemin dezavantajı ise görüntü üzerinde konumlandırılan matrisin boyutları küçük olduğundan gürültüye karşı iyi sonuç vermekte, belirgin olmayan kenarları dahi tespit etmektedir. (Gonzalez ve ark. 2004).

$$G_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$$

$$G_y = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$$

Bu yöntemde G_y ve G_x matrisleri görüntüde değerlendirilip belirlenen matrislerin tamamı bütün noktadaki mutlak eğim yönünü ve büyüklüğünü tespit etmek amacıyla birleştirilir. Eşitlik 3.6 birleşim büyüklüğü tespit etmekte kullanılmaktadır.

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (3.6)$$

Hızlı işlem yapmak için kullanılmaktadır.

$$G = |G_x| + |G_y| \quad (3.7)$$

Gradient operatörü

Gradient operatörü ile birlikte plakanın resim ile birleştiği nokta sınırları belirsiz, renk karşıtlığı minimum derecede ve Sobel kenar yöntemine göre daha belirsiz görüntüler ortaya çıkarmaktadır.

-1		+1
-1		+1
-1		+1

G_x=

+1	+1	+1
-1	-1	-1

G_y=

G_x ve G_y 3x3 lük birer matristir.

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (3.8)$$

Bu görüntü üzerinde G_x ve G_y maskeleri gezdirilerek görüntü üzerinde G_x ve G_y değerleri bulunur. Eşitlik 3.8 de belirtildiği gibi tespit edilmiş olan bu değerlerin önce karesi alınır, bu değerler toplanır ve karekök değeri bulunarak yeni piksel değeri hesaplanmış olur.

Laplacian operatörü

Plaka bölgesi kenar sınırlarını keskinleştirmek için Laplacian operatörü kullanılmaktadır. Resmin gri geçişlerini belirlemesine rağmen gürültüye karşı çok hassas olmasından dolayı daha az kullanılan bir yöntemdir.

	-1/4	
-1/4	1	-1/4
	-1/4	

G=

G perdesi görüntüde taranarak, Laplacian operatörü uygulanmaktadır.

Sobel operatörü

Sobel kenar bulma yöntemi plaka görüntüsünün de bulunduğu arka planı koyulaştırarak sınırları keskinleştirmektedir.

-1	-2	-1
+1	2	+1

Gx=

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

Gy=

$$G = \sqrt{Gx^2 + Gy^2}$$

(3.9)

Bütün görüntü üzerinde Gx ve Gy maskeleri bulunarak görüntü üzerinde Gx ve Gy değerleri bulunur. Eşitlik 3.9 da gösterildiği gibi tespit edilmiş olan değerlerin karekökü alınmadan önce kareleri alınarak toplanmaktadır. Bunun sonucunda yeni değerler bulunmuş olur. Resme Edge detection uygulaması Şekil 3.19 da gösterilmiştir.



Şekil 3.19. Görüntüye Edge detection uygulanması

Konvolüsyon işlemleri

Komşuluk işlemleri, sayısal imge işlemede imgenin özelliklerini farklı hale getirmek için kullanılan birincil yöntemdir. İşlenecek olan imge piksellerinin komşulukları alt imgeyle konvolüsyon işlemi uygulanır. Konvolüsyon işleminde kaynak imgenin üzerinde denetlenmesi için kullanılan alt imgeye genellikle şablon, maske, çekirdek, filtre veya pencere adı verilmektedir. Sayısal imge işlemede düzlemsel filtre işleminde kullanılması bakımından bu maskeler önemlidir. Maskede kullanılan değerlere özellikle

katsayı ismi verilmektedir. 3 x 3'lük örnek maske ve maskenin kaynak imgede nasıl yerleştirildiği belirtilmiştir.

Genel olarak MXN boyutlu bir imgenin $f(x,y)$ lineer olarak $m \times n$ boyutlu bir maske ile konvolüsyonu işleminde kullanılan ifade

$$g(x,y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s,t)f(x+s,y+t) \quad (3.10)$$

$g(x,y)$ şeklinde sonuçlanır. (Gonzalez ve Woods 2002). Burada $a=(m-1)/2$, $b=(n-1)/2$ maske katsayısı $w(s,t)$ dir. Resme konvolüsyon uygulaması Şekil 3.20 de gösterilmiştir.



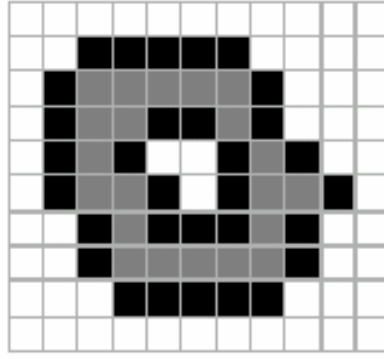
Şekil 3.20. Görüntüye konvolüsyon işlemi uygulanmıştır

Morfolojik işlemler

Morfolojik işlemler, şekillere dayalı olarak ikili görüntülerin işlenmesine yönelik yöntemlerdir. Bu işlemler giriş olarak ikili bir görüntü alır ve çıktı olarak ikili bir görüntü döndürür. Çıktı görüntüsündeki her pikselin değeri, karşılık gelen girdi pikseli ve komşularına dayanmaktadır. Komşuluk şeklini uygun bir şekilde seçerek, girdi resmindeki belirli şekillere duyarlı morfolojik bir işlem oluşturabilirsiniz. Her morfolojik işlem belirli bir komşuluk kullanır. Çıktı görüntüsündeki herhangi bir pikselin durumu, giriş görüntüsündeki ilgili pikselin komşu bölgesine bir kural uygulayarak belirlenir. Komşu pikseller, sadece 0 ve 1'lerden oluşan bir matris olan bir yapısal öğeyle temsil edilir.

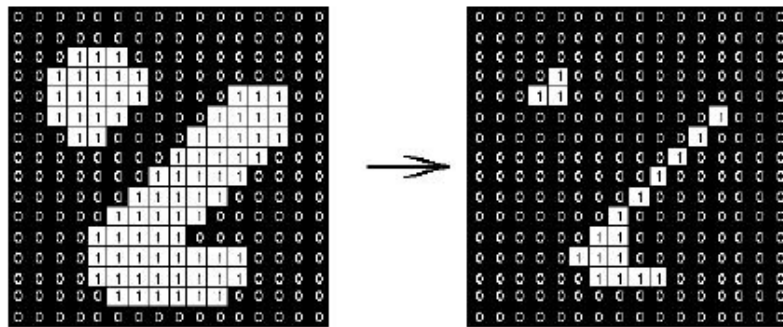
Genişletmek (dilation): Genişletme, nesnelerin sınırlarına piksel ekleyen bir işlemdir. Başka bir deyişle, giriş pikselinin komşuluğundaki herhangi bir piksel açıksa, çıkış

pikseli de açıktır. Aksi takdirde çıkış pikseli kapalıdır. Bu şekilde genişletme işlemi aşağıdaki gibi gösterilmiştir. Orijinal nesne pikselleri gri; genişletme yoluyla eklenen pikseller siyah renktedir. Sonuç olarak, Şekil 3.21 de gösterilen genişletme işlemi nesnelerin genişlemesine veya büyümesine neden olur.



Şekil 3.21. Genişleme işlemi

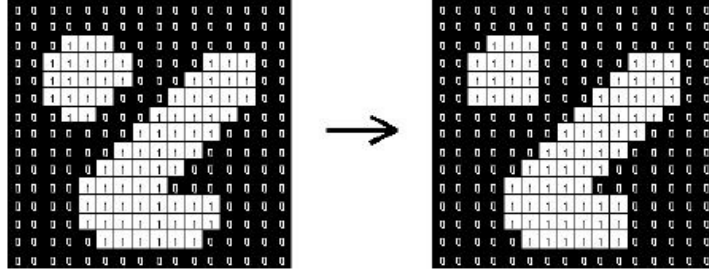
Genişletme işleminin aksine, erozyon işlemi nesne sınırlarındaki pikselleri kaldırır, bunları açık konumdan kapalı konuma getirir. Yani, erozyon için, giriş pikselinin komşuluğundaki her piksel açıksa çıkış pikseli açıktır. Aksi takdirde çıkış pikseli kapalıdır. Erozyon işlemi Şekil 3.22 deki gibi temsil edilebilir. Sonuç olarak erozyon işlemi nesnelerin küçülmesine neden olur.



Şekil 3.22. Aşındırma işlemi (Boztoprak, 2007)

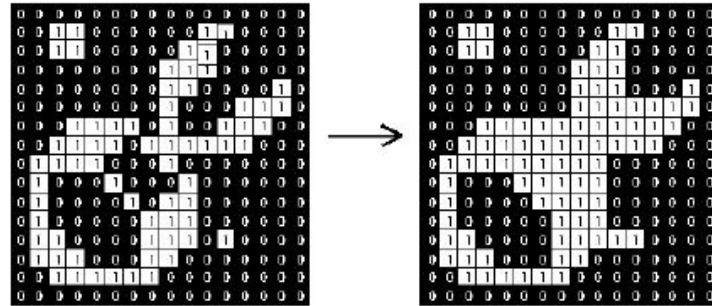
Görüldüğü gibi, genişleme işlemi görüntüyü genişletir ve erozyon işlemi görüntüyü küçültür. Genellikle genişletme veya erozyon işlemlerinin modifiye edilmiş versiyonu veya birleşimidir. Başta açma ve kapama işlemi olmak üzere bazı önemli işlemler

vardır. Şekil 3.23 de gösterilen bir görüntünün açılması genellikle nesnenin köşelerini pürüzsüzleştirir, dar vuruşları keser ve ince çıkıntıları ortadan kaldırmaktadır.



Şekil 3.23. Açma işlemi (Boztoprak, 2007)

Bir görüntünün kompakt yapılandırma unsuru ile kapatılması aynı zamanda nesnelerin sınır bölümünü pürüzsüz hale getirir ancak açılmak yerine nesnelere küçük delikleri ortadan kaldırır ve nesneler arasındaki kısa mesafeleri kaynaştırır. Kapatma işlemi uygulaması Şekil 3.24 de gösterilmiştir.



Şekil 3.24. Kapatma işlemi (Boztoprak, 2007)

Kapama işlemin yakın iki görüntü birbirine yaklaşmakta olup, açmada ise yakın görüntüye az değişim olarak ayrılmaktadır.

$A \hat{\cup} B \leftrightarrow$ Genişletme

$A \cap B \leftrightarrow$ Aşındırma

$A \circ B = (A \cap B) \hat{\cup} B \leftrightarrow$ Açma işlemi

$A \bullet B = (A \hat{\cup} B) \cap B \leftrightarrow$ Kapatma işlemi

Örnekler Şekil 3.25 de gösterilmiştir. Morfolojik işlemlerin gerçekleştirilmesinde yapısal elemanlar önemlidir. Matematiksel ifade olan sayısal resimler matematiksel morfoloji özelliğini kullanmaktadır.

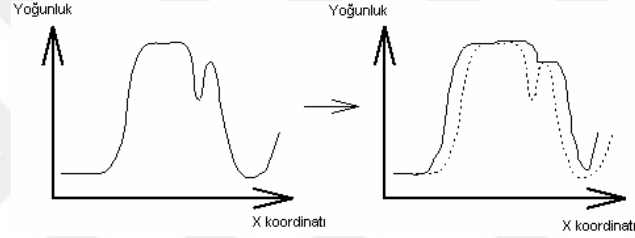
1	1	1
1	1	1
1	1	1

0	1	0
1	1	1
0	1	0

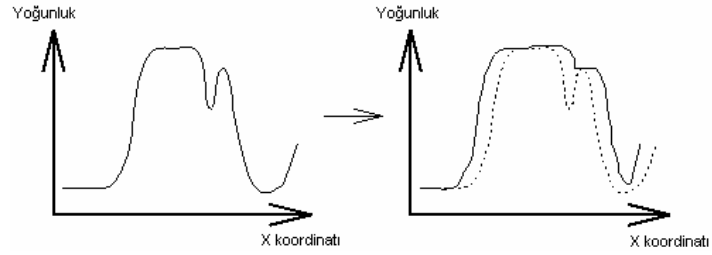
0	1	0
0	1	1
0	0	0

Şekil 3.25. Yapısal eleman örnekleri

Burada D_b : b 'nin etki alanıdır. Resmin genelde daha parlak olma sebebi genişletme işlemi gerçekleştirilmiş olmasıdır.



Şekil 3.26. Gri seviyedeki genişleme işlemi

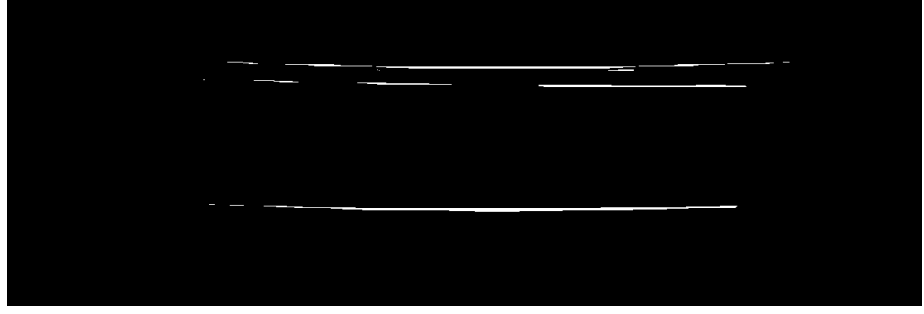


Şekil 3.27. Gri seviyedeki aşındırma işlemi

$$f \circ b = (f \circ b) \hat{\circ} b \leftrightarrow \text{Açma}$$

$$f \bullet b = (f \hat{\circ} b) \circ b \leftrightarrow \text{Kapama}$$

Boşlukları doldurma işlemi: Bu algoritma morfolojik işlemlerin yeniden oluşturulmasıyla gri skaladaki imgenin boşlukları kapatılmaktadır.



Şekil 3.28. Görüntüye morfolojik uygulanması



Şekil 3.29. Görüntüye morfolojik uygulanması



Şekil 3.30. Görüntüye morfolojik uygulanması



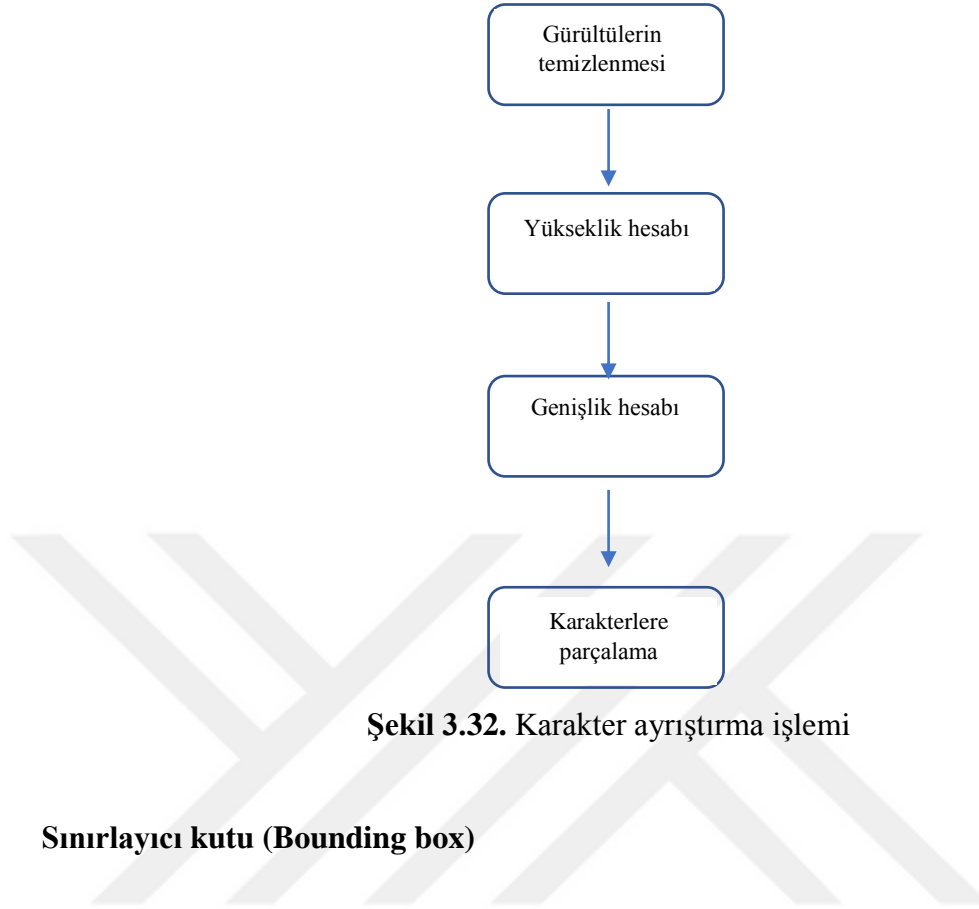
Şekil 3.31. Nihai plaka alanının çıkartılması

3.2.2. Karakterlerin ayrıştırılması

Karakter bölümleme, bir dizi karakter içeren bir görüntünün tek tek sembollerinin alt görüntülerine ayrıştırılması işlemidir. LPR sistemlerinde, karakter bölümlemesi plaka görüntüsündeki her karakterin sınırlayıcı dikdörtgenlerini tanımlamak için kullanılır. Önceki çalışmalarında önerilen karakter ayrıştırma yöntemleri, LPR alanında aynı şekilde uygulanabilmektedir.

- i. Görüntüyü anlamlı bileşenlere bölme
- ii. Tanıma dayalı karakter ayrıştırması
- iii. Kelime parçalama için bütüncül yöntemler (tanıma dayalı)

Son iki yöntem ayrıştırma için tanımayı içerir, bu nedenle ilk hedefle çakışır. Sonuç olarak, ilk strateji önerilen LPR sistemi için uygun stratejidir. Kesin bir ayrıştırma sonucunu elde etmek için, plaka görüntüsü düzeltilmiş görüntüden dört kat daha büyük bir görüntü yaratarak ölçeklendirilmektedir. Belirli durumlarda bazı teknikler mevcuttur dikey ve yatay projeksiyonların belirlenmesi gibi, daha başka durumlarda uyarlanabilir Karanlık piksellerin daha yüksek yoğunluklu sütunları arasında beyaz boşluklar bulma yoluyla da karakterler ayrıştırılmaktadır. Bununla birlikte, bu teknikler bazen plaka içeriğine kısmen bağlı çerçevelerin olabileceğini hesaba katmamaktadır. Karakter ayrıştırma algoritması Şekil 3.32 de gösterilmiştir.



Şekil 3.32. Karakter ayrıştırma işlemi

Sınırlayıcı kutu (Bounding box)

N boyutlarında ayarlanmış herhangi bir nokta için en küçük sınırlayıcı kutu veya kapatma kutusu, içindeki tüm noktaların bulunduğu en küçük kutudur. Diğer ölçü çeşitleri kullanıldığında, minimum kutu genellikle kullanılan ölçüme bağlı olarak, "minimum çevre sınır kutusu" olarak adlandırılır. Herhangi bir nokta setinin asgari sınırlayıcı kutusu, konveks gövdesinin minimum sınırlama kutusu ile aynıdır. Hesaplamayı hızlandırmak için bilimsel yöntemlerle kullanılabildiği gerçektir. "Kutu" / "rectangle" terimi, bir dikdörtgen (iki boyutlu durumda), dikdörtgen paralel yüzlü (üç boyutlu durumda) vb. gerçekten görselleştirilebilen kartezyen koordinat sistemindeki kullanımından gelmiştir.

İki boyutlu olması durumunda asgari sınırlayıcı dikdörtgen olarak adlandırılır. Diğer bir deyişle, belirli bir bağlı bileşen veya bölgede bulunan tüm pikselleri kaplayan en az yükseklik ve genişliğe sahip bir dikdörtgendir.

En iyi sınırlama kutusunu seçme

Bir figürde birçok sınırlayıcı kutu tanımlanabilir, ancak plaka bölgesi için mümkün olan en iyi adayı seçmek için, aşağıda açıklandığı gibi plakaların birkaç özelliğini tanımlamayı gerektirir:

- Sınırlama kutusunda bulunan karşıtlık: Plaka, açık renkli arka plandan ve koyu renkli sayılardan veya tam tersi durumdan oluşabilir. Resim ikili ise, kutunun orta sırası taranabilir ve toplam sayı ani kontrast değişikliği kaydedilebilir. Kutunun içinde kontrastta maksimum değişikliğe sahip olan kutu, plakayı imzalamak için muhtemel adaydır.
- En-Boy Oranı: Bir görüntünün en / boy oranı, görüntünün yüksekliğine oranıdır. En-boy oranının tersi herhangi bir plaka için 1'den az olmalıdır. Dolayısıyla, bu mülkü yerine getirmeyen tüm bölgeler reddedilir.
- Plaka Genişliği: Plaka bölgesinin genişliği de bir eşik sınırına sahiptir, bu eşik değerinden daha fazla olamaz. Bu projede, çeşitli veri kümesini analiz ettikten sonra, eşik sınırını plakanın yüksekliğinin beş katına kadar kullandık:

$$\text{Genişlik} < (5 * \text{Yükseklik})$$

Bu koşulu karşılamayan sınırlayıcı kutu bölgeleri reddedilir.

- Plaka bölgesindeki toplam piksel sayısı: plaka bölgesi ile diğer plakayı birbirinden ayıran bir diğer faktör de içinde bulunduğu piksel miktarıdır. Projede, kamera ile araç plakası arasındaki mesafe, araç lazere çarptığında kamera tetiklendiğinde tüm görüntülerde sabit olacaktır. Çeşitli veri setlerini analiz ettikten sonra, plaka bölmesindeki toplam piksel sayısına ilişkin asgari eşik, görüntüdeki toplam piksel sayısının 1 / 100'ü ve toplam eşik sayısının 1 / 100'ü kadar olan maksimum eşik olduğu sonucuna varılmıştır Bu aralık dışında kalan sınır kutuları reddedilir.

Yatay bir projeksiyon kullanılarak plakanın bölümlenmesi:

P (x, y) plakasının yatay bir yansımasını $p_x(x)$ hesaplarız. Bölünmüş karakterler arasındaki yatay sınırları belirlemek için bu projeksiyon kullanılmaktadır. Bu sınırlar, yatay projeksiyonun grafiğindeki zirvelere karşılık gelir. Ayırıştırma algoritmasının

amacı, karakterler arasındaki boşluklara tekabül eden zirveleri bulmaktır. Başlangıçta, yatay yansıtma $p_x(x)$ 'in bir grafiğinde birkaç önemli değeri tanımlamak gerekir.

V_m : Yatay projeksiyonda bulunan maksimum değer

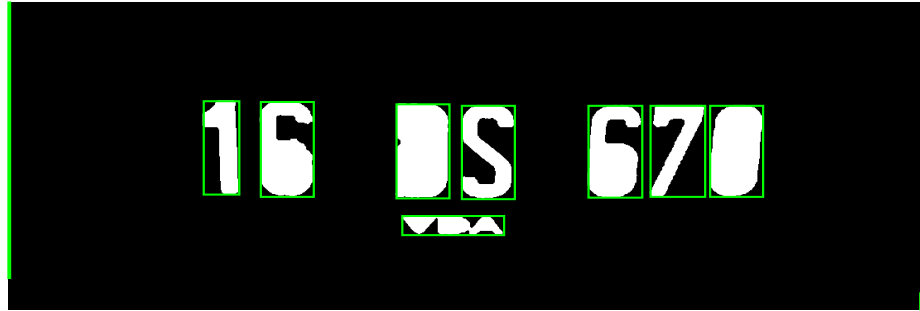
V_a : Yatay projeksiyonun ortalama değeri

Maksimum tepe: Parçalanmış levha görüntüsünde en yüksek tepe

Bu adımın amacı sayı plakasındaki birbirini izleyen iki karakter arasındaki sınırları bulmaktır. Yatay projeksiyonu elde ederek, bu sınırlar olarak belirli bir eşik değerinden daha büyük olan tepeleri düşünebiliriz. Yukarıdaki şekilden yalnızca maksimal zirve değerinin 0.9 katından daha büyük olan zirveleri gerçek sınırlar olarak görülmekte ve bu nedenle her karakterin koordinatları elde edilmektedir.



Şekil 3.33. Plaka bölgesi



Şekil 3.34. Ayırıştırılmış karakterler

3.2.3. Karakter tanıma

Genellikle OCR olarak kısaltılan optik karakter tanıma, daktilo metinlerinin görüntülerini (genellikle bir tarayıcı tarafından yakalanan) makine tarafından düzenlenebilir metne çevirmek veya karakterlerin resimlerini (ASCII veya Unicode olarak) standart bir kodlama şemasına çevirmek için tasarlanmış bilgisayar yazılımlarını içerir). OCR, yapay zeka ve makine görme alanında bir araştırma alanı olarak başlamıştır.

İnsanlar, okurken tanıma işlemini gerçekleştirir, metin üzerinde yazan karakteri alarak, şeklini yorumlar ve anlam katmaktadır. Fakat, bilgisayarlar normalde bu sahip olmayıp, bunun yerine bir karakter imajından metnin nasıl çıkartılacağı öğretilmelidir.

Karakter tanımayı gerçekleştirmek için iki yöntem vardır: şablon tabanlı tanıma ve özellik tabanlı tanıma. Bu yöntemlerin her biri için yüzlerce farklı algoritma olmasına rağmen, belirli algoritmanın arkasındaki ilke bu iki kategoriden birine girmektedir.

Karakter tanıma ön işlemler

Karakterlerin tespit edilmesi aşaması öncesi eşikleme, inceltme onarma ve normalleştirme gibi ön işlemleri gerektirmektedir.



Şekil 3.35. Karakter ön işlemleri

Eşikleme giriş karakterinin ikilik görüntüye çevirmede kullanılır.

000	X00	1X0	X1X	111	X1X	0X1	00X
X1X	110	110	110	X1X	011	011	011
111	X1X	1X0	X00	000	00X	0X1	X1X

Şekil 3.36. İnceltme işlemi için yapısal elemanlar

X değeri önemli olmayıp değeri ne olursa olsun sonuç aynı olacaktır.

Şekil 3.36'da inceltme işleminden sonra farklı renk tonları ile resim örneği yer almaktadır. Gri ile gösterilmiş bölgeler inceltme prosedüründen sonra siyah renkte gösterilmektedir.



Şekil 3.37. İnceltme işlemi

İnceltme işlemi tanıma işlemi kolay ve hızlı hale getirmek, ayrıca oluşabilecek hataları en aza indirmek için kullanılır. Karakterdeki bilgi taşıyan siyah piksel sayısını aza indirmekte olup, işleme sokulacak nokta sayısı azaltmış olmaktadır. Ayrıca program hızını arttırmaktadır.

Onarım: Onarım işleminde, morfolojik işlemlerin uygulanması, eğri ve doğruların yapılarını ve kopuk çizgileri birleştirmesini sağlamak için kalınlaştırma işlemi uygulanmaktadır.

Normalleştirme: Normalleştirme işleminde, genellikle karakter geometrisindeki değişim olarak tanımlanmakta olup, karakterlerin boyutları farklı olması işlemleri zorlaştırdığından mevcut karakter boyutlarını bizim belirleyeceğimiz sabit bir boyuta getirmek gerekir örneğin 13x8 boyutlu bir karakteri 24x48 boyutuna getirmek normalleştirme (ölçekleme) işlemidir.

Şablon eşleştirme yöntemi

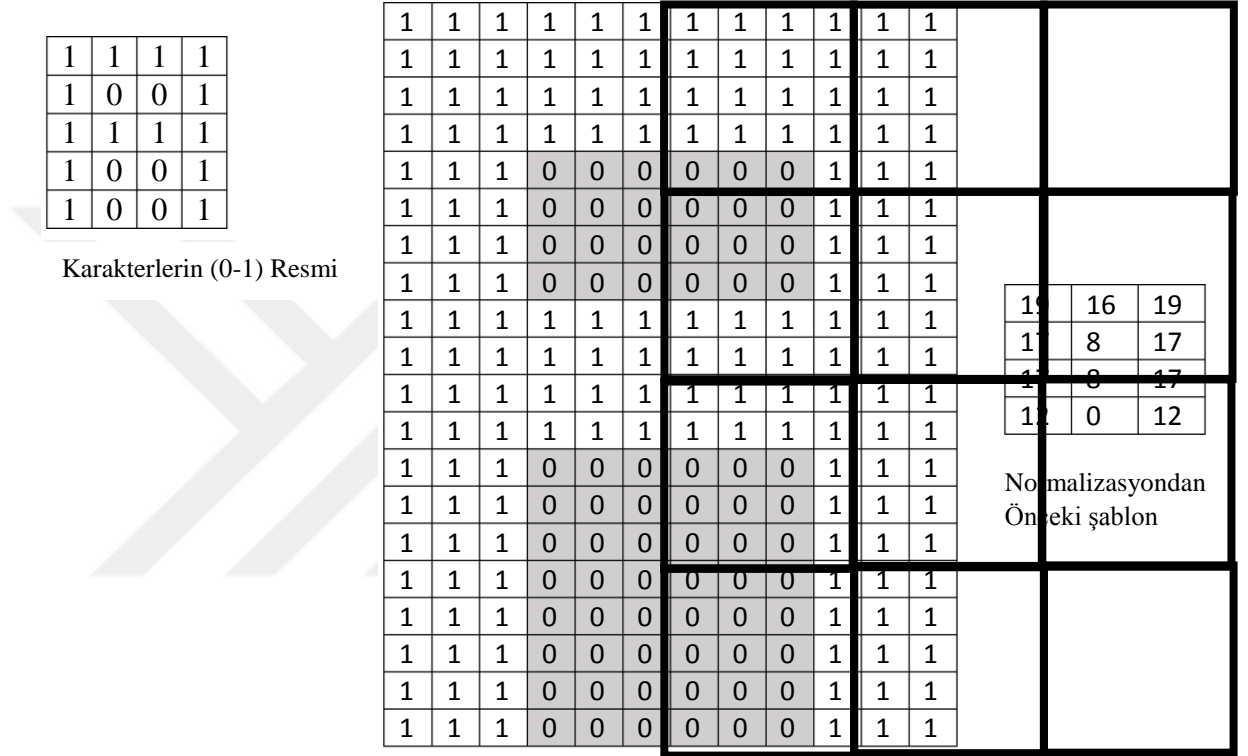
Şablon eşleme yöntemi olan "template matching" isimli yöntem, farklılaştırılan karakter ile şablonda yer alan karakterleri birbiriyle mukayese eder ve benzerliklerini tespit etmeye çalışır. Bilinmeyen karakter ile, şablonun benzerliği ise "Euclidean Uzaklığı" adı verilen formülasyon ile tespit edilir. Bu formülasyon, iki noktanın birbirine olan uzaklığını matematiksel olarak ifade eder.

$R^n \times R^n \Rightarrow R$ ye tanımlı

$x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$

$y = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_n)$

$$d(x, y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2} \quad (3.12)$$



Şekil 3.38. Şablonun oluşturulması (Barosso et al. 1997)

Yüksek başarı elde etmek için, kullanılan şablonların boyutlarının büyük ebatla olması ve aynı karakter için birden çok örnek ile mukayeseyi gerektirir. İşlem süresi, örnek ebadının büyümesi sebebiyle işlem sayısını yükselteceğinden artacaktır.

Korelasyon ile karakter tanıma

Korelasyon yöntemi ile karakter tanımak için öncelikle imgenin düzleme olan açısı sıfır olması ve sabit boyutlu olması gerekmektedir.

$$\rho_{x,y} = \frac{\text{cov}(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{E((X-\mu_X)(Y-\mu_Y))}{\sigma_X \sigma_Y} \quad (3.13)$$

Burada; $\rho_{x,y}$

$\rho_{x,y}$:Korelasyon

μ_x :x in beklenen deęeridir

σ_x :Standart sapma

E :Beklenen değer

cov :Koveryans

$\mu_x = E(X)$ ve $\sigma_x^2 = E(X^2) - E^2(X)$ eşitlik bu şekilde ifade edilmektedir.

$$\rho_{x,y} = \frac{E(XY) - E(X)E(Y)}{\sqrt{E(X^2) - E^2(X)} \sqrt{E(Y^2) - E^2(Y)}} \quad (3.14)$$

Benzerliği ölçmek ve en iyi eşleşmeyi bulmak için, istatistiksel bir yöntem korelasyonu kullanılır. Korelasyon, görüntü tanıma için etkili bir tekniktir. Bu yöntem, aynı boyuttaki bilinmeyen görüntülerle bilinen birkaç görüntü arasında en iyi eşleşmeyi üretir ve görüntüler arasındaki en yüksek korelasyon katsayısına sahip görüntünün tanınmasını sağlamaktadır.

3.2.4. Plaka bölgelerinin bulunması, karakterlerin ayrıştırılması ve karakterlerin tanınması

Plaka bölgesinin bulunması

Görüntüde yatay ve dikey kenar işleme yöntemi ile plaka bölgesinin bulunması

Bu tez çalışmasında plaka bölgesinin bulunması iki farklı yöntem ile incelenmiştir. Bu yöntemlerden ilki yatay ve dikey kenar işleme yöntemidir.

Araç plaka bölgesinin bulunması için ilk olarak resmi matlab ortamında çağırıyoruz. Şekil 3.39. Daha sonra resmi iki boyutlu gri resme dönüştürmemiz gerekmektedir.



Şekil 3.39. Araçtan alınan görüntü

Renkli bir görüntüyü gri resme Şekil 3.40. da dönüştürüyoruz.



Şekil 3.40. Renkli görüntü gri resme dönüştürülmesi

Görüntünün kenarlarının keskinleştirmek ve kırık çizgileri birleştirmek ve görüntünün parlaklığını arttırmak için resmi genişletme işlemine sokuyoruz. Kenarları daha keskin hale getirdiğimizde nesnenin kenarındaki komşu pikseller arasındaki gri değerler arttığından dolayı kenar algılama yöntemini daha başarılı olmasını sağlamaktadır.



Şekil 3.41. Genişletilmiş resim

Kenarlar, bir görüntünün nesne sınırlarını karşılık gelen yerleridir. Nesnelerin sınırlarına ait olan pikselleri bulmak için kenar algılama (edge detection) kullanılır. Görüntünün yoğunluğunun hızla değiştiği yerler arayan kenarları bulmak için kullanılmaktadır.

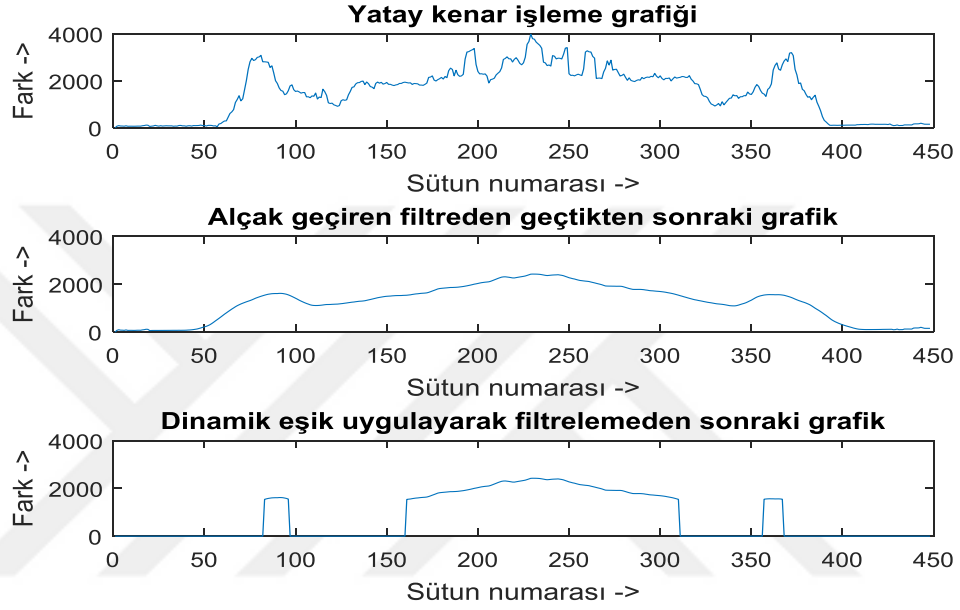


Şekil 3.42. Kenar işleme işlemi uygulanmış resim

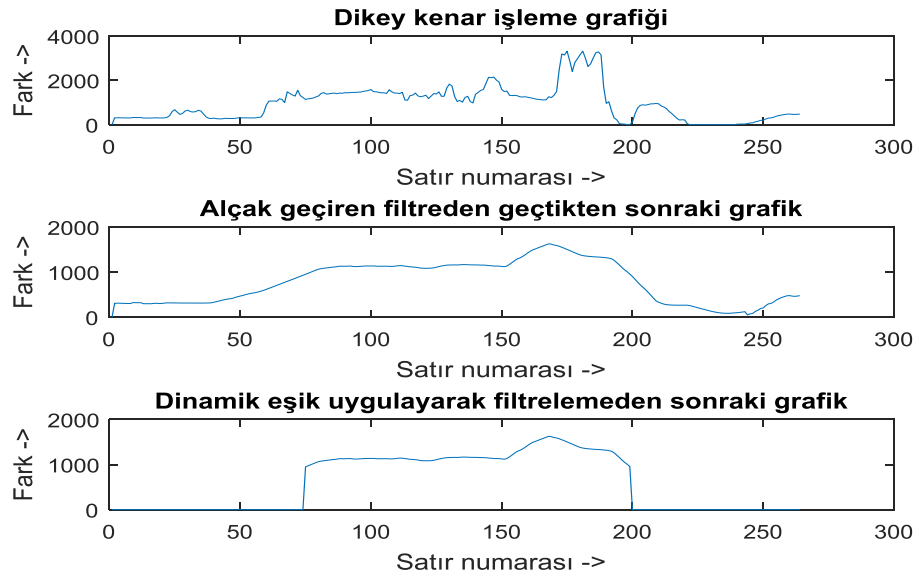
Araç plaka algılama algoritmasında, sırasıyla sütunsal ve sıralı grafiği temsil eden yatay ve dikey fark grafikleri kullanılmıştır.

Aşağıda gösterilen şekillere bakıldığında, fark grafik değerlerinin ardışık sütunlar ve satırlar arasında büyük ölçüde değiştiğini görebiliriz. Bu nedenle, önümüzdeki adımlarda önemli bilgilerin kaybedilmesini önlemek için, grafik değerlerinde meydana gelen bu sert değişikliklerin düzeltilmesi önerilir. Aynı şekilde, yatay

kenar işleme grafiği bir alçak geçiren dijital filtreden geçirilir. Bu adımı gerçekleştirirken, her fark grafik değeri sağ taraftaki değerler ve sol taraftaki değerler dikkate alınarak ortalaması alınır. Bu adım hem yatay kenar işleme grafiğinde hem de dikey kenar işleme grafiğinde gerçekleştirilir. Aşağıda, alçak geçiren bir dijital filtreden geçmeden önce ve alçak geçiren bir dijital filtreden geçtikten sonra grafikleri gösteren şekiller verilmiştir. Şekil 3.43 ve Şekil 3.44.



Şekil 3.43. Yatay kenar işleme grafiği



Şekil 3.44. Dikey kenar işleme grafiği

Kenar işleme grafikleri, alçak geçiren bir dijital filtreden geçirildikten sonra, bir görüntünün istenmeyen alanlarını kaldırmak için bir filtre uygulanması gerekmektedir. Bir plakalı bölgede alfanümerik karakterlerle düz bir arka plan bulunduğundan, komşu piksellerde, özellikle karakterlerin ve plakanın kenarlarındaki fark çok yüksek olacaktır. Bu bir görüntünün böyle bir kısmı için yüksek fark grafik değerine neden olur. Dolayısıyla, olası plakası olan bir bölge, yüksek yatay ve düşey fark grafik değerlerine sahiptir. Bu nedenle daha az değeri olan alanlar artık gerekli değildir. Bu alanlar, bir görüntüden dinamik bir eşik uygulayarak kaldırılır. Bu algoritmada, dinamik eşik bir kenar işleme grafiğinin ortalama değerine eşittir. Yatay ve dikey kenar işleme grafikleri, bu dinamik eşik sahibi bir filtreden geçirilir. Bu işlemin çıktısı, bir sayıların bulunduğu araç plakası ihtimali yüksek bölgelerin grafiğidir. Filtre uygulanmış grafikler yukarıda gösterilmiştir.

Yatay ve dikey kenar işleme yöntemi ile plaka bölgesinin bulunmasında bir sonraki adım parçalara ayırma yöntemidir. Görüntüdeki bir plaka ihtimali yüksek tüm bölgeleri bulmaktır. Bütün muhtemel bölgelerin koordinatları bir dizi halinde saklanır. Olası plaka bölgeleri görüntüleyen çıktı görüntüsü Şekil 3.45 de gösterilmiştir.



Şekil 3.45. Parçalara ayrılmış görüntü

Parçalara ayırma (segmentasyon) sürecinin çıktısı, plaka ihtimali en yüksek olan tüm bölgelerdir. Bu bölgelerden maksimum fark grafik değerine sahip olanlar plaka için en olası aday olarak kabul edilir. Maksimum yatay ve dikey kenar işleme grafik değerine sahip ortak bir bölge bulmak için tüm bölgeler düzlemsel ve sütunsal yöntemlerle işlenir. Bu, bir plaka ihtimali en yüksek bölgeye aittir. Tespit edilen resimdeki plaka Şekil 3.46 da gösterilmiştir.



Şekil 3.46. Tespit edilen plaka bölgesi

Morfolojik işlemler uygulanarak plaka bölgesinin bulunması

Matlab komutuyla da görüntüyü en boy oranını koruyarak tekrar boyutlandırılmaktadır. Şekil 3.47.



Şekil 3.47. Araçtan alınan görüntü

Ortaya çıkan imge gri seviyeye dönüştürülür ardından ikili rgb fonksiyonu kullanılarak ikili görüntü elde edilir. Şekil 3.48. Bu şekilde arka plan beyaz rakamlar ise siyah olmuş olur. Plaka bölgesi karakterleri tanımak için en önemli aşama olup plaka bölgesini ne kadar doğru belirlenirse karakterleri tanımada başarı oranı o kadar artacaktır.



Şekil 3.48. Gri tonlamalı görüntü

Görüntüdeki gürültüleri gidermek için median filtre uygulanmıştır.

Median filtrede merkezi piksel için bir piksel seçilir ve komşu pikselleri de belirlenmektedir. Daha sonra bu belirlenen pikseller küçükten büyüğe sıralanır ve ortadaki piksel merkezi piksel olarak atanır. Bu şekilde işlem baştan sona tüm pikseller için yapılır. Bir sonraki adımda Morfolojik işlemler uygulanmıştır. Morfolojik imge işlemede temel olarak iki yöntem mevcuttur bunlar genişleme ve aşındırma işlemleridir. Gri görüntüyü yapısal elemana göre genişletilmektedir. Matlab komutuyla aşındırma işlemi yapıp Erosion yöntemi ile resim üzerinde yapısal elementimizle birlikte gezinildiğinde görüntümüz aşındırılmış olur, yani bir nevi daraltılmış olmaktadır. Kenar iyileştirilmesi için matlab komutuyla morfolojik gradyan kullanılmıştır. Şekil 3.49.

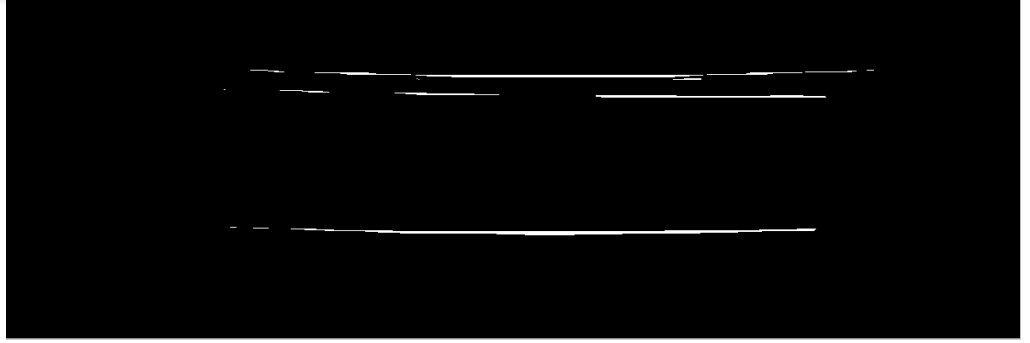


Şekil 3.49. Kenar iyileştirilmesi yapılmış görüntü



Şekil 3.50. Morfolojik işlemler uygulanmış görüntü

Kenarlarını belirginleştirdiğimiz karakterlerini matlab komutuyla içleri dolmakta ve bölgenin çıktı görüntüsünde olası yatay çizgilerin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Matlab komutu ile aşındırma işlemi yapıp, daha sonra kenar iyileştirilmesi yapılmaktadır. Sınırları belirlemek için karakterlerin içlerini doldurmamız gerekmektedir. Şekil 3.51. Ayrıca karakter izolasyonunu sağlamak için görüntünün inceltilmesi gerekmektedir. Binary moda morfolojik işlemler yapılmaktadır. Burada thin maskeleme çeşidini kullanmaktayız.



Şekil 3.51. Aşındırma işlemi yapılan görüntü



Şekil 3.52. Şekillerin içleri dolu olan görüntü



Şekil 3.53. Morfolojik ve aşındırma işlemleri yapılan görüntü

Plaka yerini tespit ettikten sonra karakterlerin ayrıştırılması bu bölümde incelenecektir.

İmge üzerinde sağ ve sol alt köşeleri belirlenmiş olası plaka bölgeleri resimden kesilip karakter ayrıştırma yöntemine gönderilir. Gri imgeden sadece plaka bölgesini içeren uygun pikseller kullanılır. Böylece yeni bir byte dizisi oluşturulmaktadır. Byte dizisi oluşturma amacımız işlem hızını arttırdığından dolayıdır. Plaka üzerinde belirlenen karakterlerin daha anlaşılır halde kalmasını sağlamak için gri resimde eşik değerin altındaki pikseli siyah üstündeki pikseli beyaz kabul etmek gerekmektedir.

İmgeden kesilen olası plaka bölgesi her koşulda görüntünün x eksenine paralel olmamaktadır. Bu şartlarda plakadaki karakterler hizalı değildir ve bu nedenle karakter ayrıştırma işlemi istenilen kalitede gerçekleşmemektedir. İlk olarak plakadaki karakterleri hough transform yöntemini uygulayarak aynı satırda olması sağlanır. Tüm bu bilgiler ışığında karakterleri aynı x eksenine getirdikten sonra karakterlerin sığacağı alt ve üst sınırı belli kutucular oluşturularak karakterler ayrıştırılmaktadır. Bu konu tezin ilerleyen bölümünde uygulamalı olarak aktarılmıştır.

Plakanın bulunduğu resimlerinin eğimini düzeltme işlemi yapıp, karakterlerde alt ve üst çerçeveleri neredeyse aynı y düzlemine getirilmiş olur, ancak karakterlerin y sınır eksenleri tam anlamıyla aynı olmaz sebebi ise görüntülerde x eksenine göre eğimler aynı olmayacaktır. Bu durum karakter ayrıştırma işlemi zorlaştırmaktadır.

Bu işlem tamamlandıktan sonra plakadaki karakterlerin üst ve alt sınırları belirlenir. Tarama yatay düzlemde yapılır ve x eksenini üzerindeki siyah piksel noktaları bulunur. Rakamın altındaki siyah piksel değeri olan x eksenini karakterlerinin alt ve üst sınırları en düşüktür.

Alt-üst çerçeveleri belirlemede tarama işlemine “ $x_1=n$ ” pikselden başlanır ve, “ $x_2=m$ ” piksele kadar sürdürülür. Taranılan Y düzleminde belirlenecek muhtemel p tane maksimum siyah nokta değeri; $x_2-x_1=m-n=p$ tanedir. Bütün y düzleminde veriler hesaplanır alttan- üstten y düzlemindeki en küçük siyah noktalar belirlenmiş olur. Bulmaya çalıştığımız karakterler belirlenen sınır alanının ortasındadır. Tespit edilen çerçeveler de genel anlamda karakter olarak tanımlanmaktadır. Bu sebeple plakanın sağ başından ve sol başından, belirlenmiş olan alt ve üste birleşik olan bölgeler tarama işlemine sokularak temizlenmektedir. Bu işlem Şekil 3.55 de örnek bir resim ile gösterilmiştir.



Şekil 3.54. Plakanın kenar bölgesinde bulunan gürültü



Şekil 3.55. Plakanın kenar bölgesinde bulunan gürültünün temizlenmesi

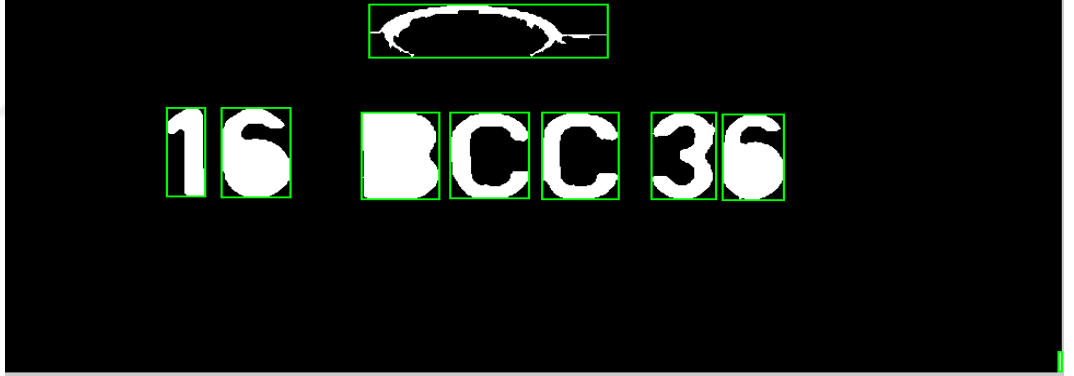
Önemli bir aşamada resimde bulunan (kutu içinde karakter) nesnelere bir matrisle saklanır.

Karakterlerin ayrıştırılması

Matlab kodlarındaki fonksiyon bölümünde olan kontrol 1 fonksiyonu ile nesnelere uzunluğunu kontrol ederek karakteri ayrıştırmaktadır. Bu durum Şekil 3.56, Şekil 3.57 ve Şekil 3.58 de gösterilmiştir.



Şekil 3.56. Karakterleri ayrıştırılan görüntü 1



Şekil 3.57. Karakterleri ayrıştırılan görüntü 2

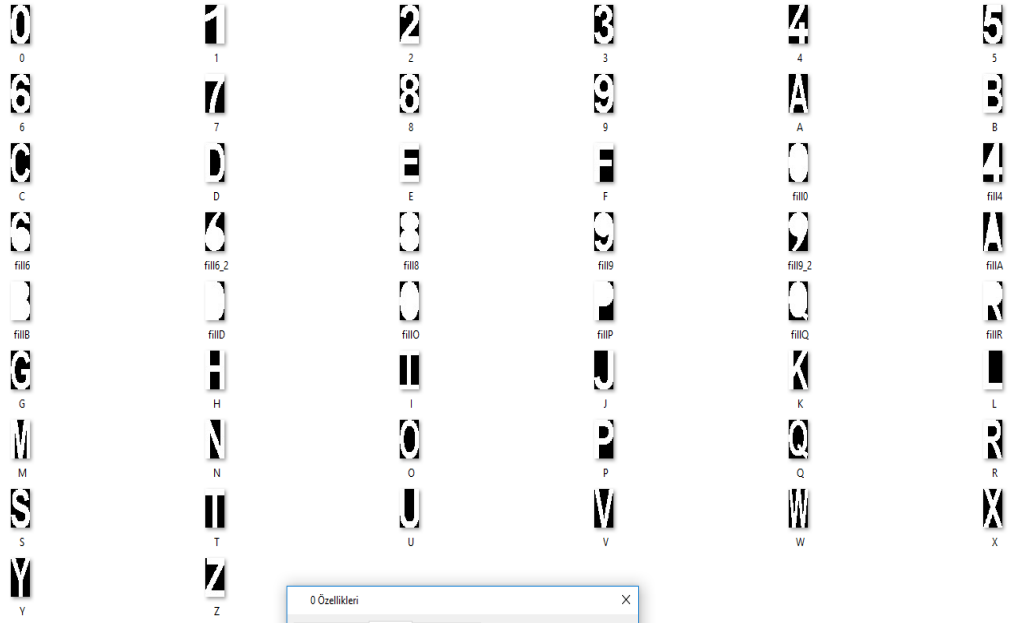


Şekil 3.58. Karakterleri ayrıştırılan görüntü 3

T.C. plaka standartlarına göre karakter sayısı altı ile sekiz değerlerindedir. Belirlenen karakterler bu sayının altında veya üstündeysen karakter tanıma işlemine sokulmaz. Karakter ayrıştırma işlemi her karakterin etiketlenmesi ile yapılabilmektedir. Plaka bölgeleri birbirine bitişik olan bu bölgeler, bir sayı değeri ile etiketlenmektedir. Böylece bitişik olmayan bu bölgeler birbirlerinden ayrılırlar. Bu işlemden sonra belirli bir boyutun altındaki bölgeler otomatik olarak silbilmektedir. Bu yöntemi kullanarak karakter ayrımının ana dezavantajı; birbirleriyle tek bir karakter olarak birleştirilen iki karakter olmasıdır. Böyle bir durumda, birlikte çıkarılan bu karakterleri tanıma aşamasında tanımlamak mümkün değildir ve karakter çerçeve ile birleştirildiğinde karakteri belirlemek mümkün değildir.

Şablon eşleme yöntemi ile karakterlerin tanınması

Plaka üzerinden karakterler ayrıştırıldıktan sonra karakterlerin tanınması algoritmasına geçilmektedir. Karakterlerin tanınmasında şablon eşleştirme yöntemi kullanılmıştır. Şablon Eşleştirme, görüntü bölümlerini birbiriyle karşılaştıran bir tekniktir. Şablon eşleştirme yöntemini kullanabilmek için veri tabanındaki şablonlar ile tanımak için ayrıştırdığımız karakterler birebir aynı boyutta olması gerekmektedir. Sonuç olarak tanınacak karakterlerin kesin alt ve üst sınırları çizilmesi gerekmektedir. Görüntü örneği, kaynak görüntüdeki benzer nesnelere tanımak için kullanılabilir. Şablon görüntüsünün kaynak görüntü ile karşılaştırıldığında standart sapması yeterince küçükse şablon eşleme kullanılabilir. Eşleme işlemi şablon görüntüsünü daha büyük bir kaynak görüntüdeki olası tüm konumlara taşır ve şablonun bu konumdaki görüntüyle ne kadar iyi eşleştiğini gösteren bir sayısal dizin hesaplar.



Şekil 3.59. 42x24 Piksel veri tabanındaki karakterler

Şablon ve girdi görüntüsü arasındaki korelasyonu hesaplayıp çıktı harfi içeren bir dizedir. Karakterin ikili görüntüsünden karakteri okunur. Girilen ikili görüntüyle SNAP'den 'char' sınıfındaki karakteri çıkarılır. Karakter şablonları hafızaya yüklenir. Giriş resmini, şablonun görüntüleriyle karşılaştırılabilecek biçimde tekrar boyutlandırır. En doğru eşleme için giriş görüntüsünü şablondaki her bir görüntüyle ilişkilendirir. Her bir şablonun karakteri için korelasyon değeri kaydedilir. En yüksek eşleşen karaktere karşılık gelen dizini bulunur. Şablon karakter işleme yöntemi ile karakterler tanınmıştır. Veri tabanında oluşturduğumuz şablonlar her bir karakter için birden fazla ve farklı kalınlık, incelikte olursa karşımıza çıkacak olan karakterin daha doğru tanımamızı sağlamaktadır.

Eşleştirme, piksel bazında yapılır. Şablon Şekil 3.59'da gösterildiği gibi 42x24 boyutundadır. Şablonun boyutu sabit olduğundan, hatalı tanımaya yol açmaktadır. Örneğin, şablon eşleştirme için kullanılan şablon eşleme yöntemi çoğunlukla nesnelere sınıflandırılması için kullanılır. Şablonlar çoğunlukla basılı karakterleri, sayıları ve diğer küçük nesnelere tanımlamak için kullanılır. Şablonda eşleme yönteminde, şablonlar kaynak görüntü ile ilişkilendirilir. Korelasyon, iki değişkenin kabul ettiği

derecenin bir ölçüsüdür. Değişkenler, şablon ve kaynaktan oluşan iki görüntünün karşılık gelen piksel değerleridir. Korelasyon değeri -1 ile +1 arasındadır. Korelasyon değeri arttıkça, şablon ve kaynak görüntü arasında güçlü bir ilişki olduğu anlamına gelir.

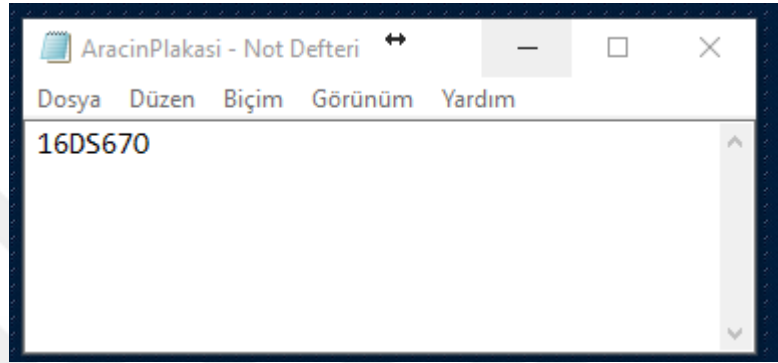
Birbirine benzeyen karakterlerden birden fazla şablon oluşturursak karakterler daha doğru tanınabilecektir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araç plaka tanıma sistemi programı birçok araç plaka görüntüsüyle denenmiştir. Çalışmada kullanılan araç plaka fotoğrafları, farklı saatlerde çekilmiştir.

Plaka tanıma sistemi programının son kodunda da plakadaki karakterleri tanır ve bu plaka karakterlerini not defterine yazar. Karakterleri tanımadığı takdirde de plaka tanıma hatası olarak ekrana yazmaktadır. Şekil 4.1.



Şekil 4.1. Sistemin Çıktısı

Sisteme giriş yapılan görüntü ve karakterlerin okunması Şekil 4.2 de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Sisteme giriş yapılan görüntü ve karakterlerin okunması 1

Araç plaka tanıma sistemi ile oluşturulan matlab programına farklı saat ve ortamlarda çekilmiş yaklaşık 100 araç görüntüsü verilmiş olup sonuçlar Çizelge 4.1 de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Araç plaka tespit edilmesi test sonuçları

	Görüntü sayısı	Yüzdelik oran
Plakadaki karakterlerin çıkartılması	80/100	% 80
Karakterlerin tanımlanması	75/100	% 75

4.1. Programdan Alınmış Görüntüler

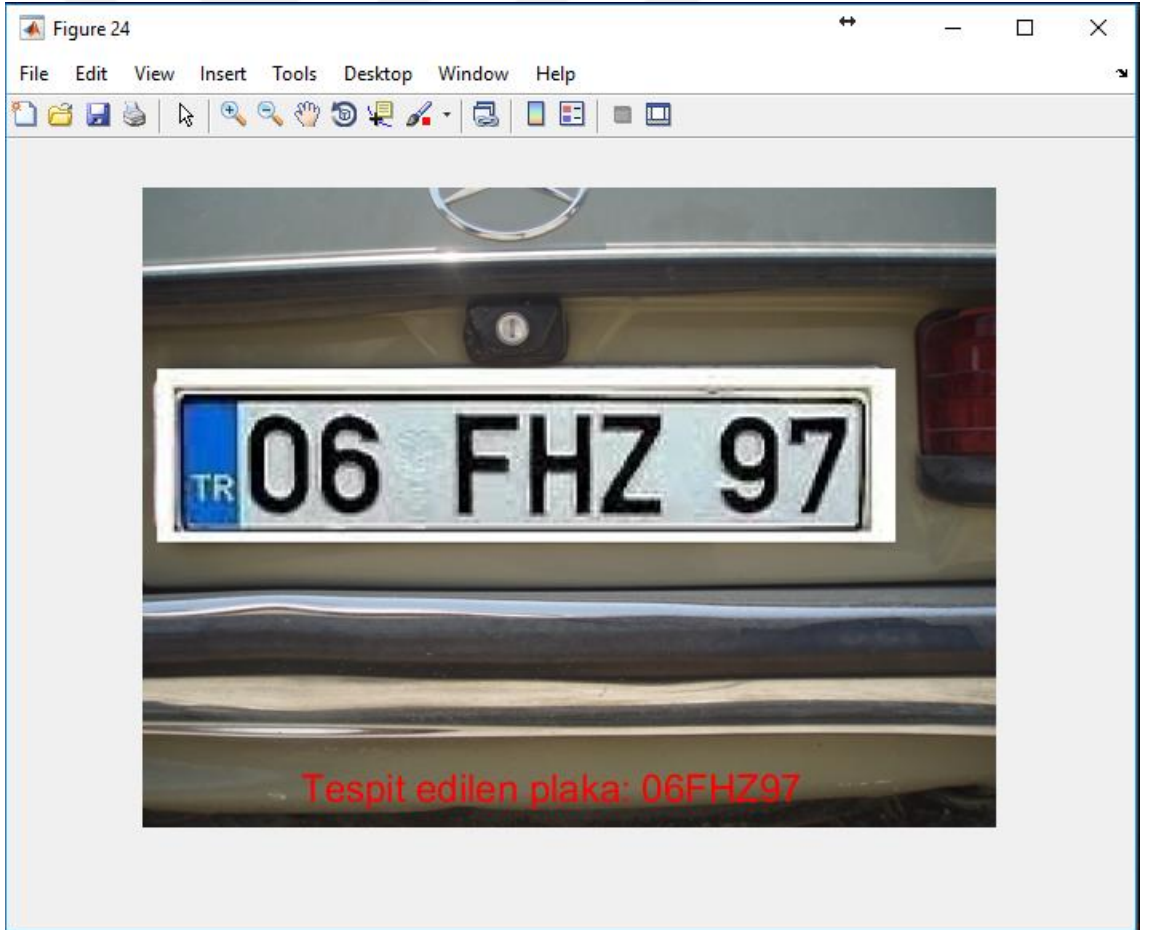
Şekilde başarılı plaka tanıma işlemlerine örnekler Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6 da verilmiştir.



Şekil 4.3. Başarılı plaka okuma görüntüsü 1



Şekil 4.5. Başarılı plaka okuma görüntüsü 2



Şekil 4.6. Başarılı plaka okuma görüntüsü 3

5. SONUÇ

Bu çalışmada bir plaka tanıma sisteminin tasarımı ve gerçek zamanlı uygulaması yapılmıştır. Plakayı içeren resim bölgesinin bulunması plakanın doğru olarak belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Plaka bölgesinin tespitinde iki farklı yaklaşım kullanılmıştır.

Birinci yaklaşım yatay ve dikey kenar işlemeye, ikinci yaklaşım ise morfolojik işlemlere dayanmaktadır. Yatay ve dikey kenar işleme temelli yaklaşımda gri ölçekli resim öncelikle genişletme işlemine tabi tutulur. Daha sonra yatay ve dikey kenar işleme algoritması yardımıyla plaka bölgesi ayrıştırılarak çıkarılır. Çıkarılan plaka bölgesine ait yatay ve dikey kenar işleme grafiklerindeki fark değerleri dijital bir alçak geçiren filtreden geçirilerek dinamik bir eşik değerine göre sınırlandırılır.

Plaka bölgesinin bulunmasında ikincil yaklaşım olarak morfolojik işlemler kullanılmıştır. Bu yaklaşımda gri ölçekli resim bir medyan filtreden geçirilir ve daha sonra kenar belirleme işlemine tabi tutulur. Kenar belirleme işleminden geçen resim üzerinden plaka bölgesinin tespiti gerçekleştirilir.

Tespit edilen plaka bölgesinden karakterlerin ayrıştırılması gerekmektedir. Karakterlerin ayrıştırılmasında sınırlayıcı kutu yöntemi kullanılmıştır. Ayrıştırılan karakterler şablon eşleme yöntemi yardımıyla belirlenerek plakanın tespiti yapılmıştır.

Plaka tanıma sisteminin başarımı ülkemizde kullanılan standart plakalar üzerinde denenmiştir. Morfoloji temelli yaklaşımın dar açılı (plaka bölgesinin hedeflendiği resimlerde) yatay ve dikey kenar işleme yaklaşımına göre daha başarılı olduğu görülmüştür. Fakat geniş açılı çekilmiş resimlerde (araç ve arka planın yer aldığı) morfolojik temelli yaklaşım başarımı büyük oranda düşmektedir. Bu tarz resimler için yatay ve dikey kenar işlemeye dayalı yaklaşım daha başarılı sonuçlar vermektedir.

Plaka tanıma sisteminde plaka belirlenirken dar açılı resimlerde morfolojik işlem temelli, geniş açılı resimlerde ise yatay ve dikey kenar işleme temelli yaklaşımın kullanılması benimsenmiştir. Yapılan denemeler sonucunda plaka bölgesinin tespitinde %80 ve plakanın doğru olarak tespit edilmesinde ise %75 başarı oranına ulaşılmıştır. Bir

plakanın ortalama tespit edilme süresi intel i7 işlemcili 8gb bellekli Windows 10 işletim sistemine sahip bir bilgisayarda 3 sn mertebesinde gerçekleşmiştir.



KAYNAKLAR

- Bora, K., 2009**, Car Plate Recognition, M. Sc. Thesis, Atilim University in Computer Engineering, Ankara, 19-35.
- Boztoprak, H., 2007**, Gerçek Zamanlı Taşıt Plaka Tanıma Sistemi, *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 15-33.
- Caner, H., 2006**, Fpga Donanımı Üzerinde Araç Plakası Tanıma Sistemi, *Yüksek Lisans Tezi*, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 11-38.
- Çamaşircioğlu, E., 2007**, Araç Plakası Algılama ve Tanıma, *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 37-65.
- Çevik, K.K., 2010**, Yapay Zeka Yöntemleri ile Araç Plaka Tanıma Sistemi, *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 4-46.
- Gonzalez, R.C., Wintz, P., 1987**. Digital Image Processing. 2nd. Ed. Addison-Wesley Publishing Company, 503p, USA.
- Gonzalez, R. C. , Woods, R. E., 2002**, Digital Image Processing, p.888.
- Gonzalez, R. C., Woods, R. E. , Eddins, L. S., 2004**, Digital Image Processing Using Matlab, p.624.
- Hamey, L.G.C. , Priest, C., 2005**, Digital Image Computing: Techniques and Applications, 2005. DICTA ' 05. Proceedings, 87-94.
- Hsieh C., Juan Y., Kuo-Ming Hung , Multiple License Plate Detection for Complex Background.**
- Kahraman F., Gökmen M., 2003**. Gabor Süzgeçler Kullanılarak Taşıt Plakalarının Yerinin Saptanması, Sinyal işleme ve Uygulamaları Kurultayı, sayfa 317- 322, Koç Üniversitesi.
- Kim, K.K., Kim, K.I., Kim, J.B. , Kim, H.J., 2000**, Neural Networks for Signal
- Lim, Jae S., 1990**, Two-Dimensional Signal and Image Processing, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, pp. 478-488.
- Lu, Y., 1995**, Machine printed character segmentation, Pattern Recognition, Volume No 28, n. 1, pp 67-80, Elsevier Science Ltd, UK.
- Otsu, N., 1979**, A threshold selection method from gray-level histograms, IEEE Trans. Sys., Man., Cyber. 9 (1): 62–66.

Yalım, B., 2008, Türk Sivil Plaka Standartları için Araç Plaka Tanıma Sistemi, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, Ankara, 46-88.

Yanamura, Y., Goto, M., Nishiyama, D., Soga, M., Nakatani H. and Saji H., June 2003, Extraction and tracking of the license plate using hough transform and voted block matching, Intelligent Vehicles Symposium Proceedings. IEEE pp. 243-246. 77

Yavuz, G., 2008, Plaka Tanıma Sistemi, *Yüksek Lisans Tezi*, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 23-40.

Wang, S.Z. and Lee H.J., 2003, Intelligent Transportation Systems, 2003. Proceedings. 2003 IEEE, Vol. 2, 979-984.

Williams, P. G., Kirby, H. R., Montgomery, F. O., Boyle, R. D., 1989, Evaluation of video-recognition equipment for number-plate matching, 2nd. International Conference on Road Traffic Monitoring, London, 13-17.

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

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Serhat Gülenç
Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa / 1986
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Bursa Cumhuriyet Lisesi, 2003
Lisans : Uludağ Üniversitesi, 2011
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi,

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Buski Genel Müdürlüğü, 2012
İletişim (e-posta) : gulencserhat@gmail.com

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYIMLAMA İZİN FORMU

Yazar Adı Soyadı	Serhat GÜLENC
Tez Adı	Gerçek Zamanlı Araç Plaka Tanıma Sistemi Tasarımı ve Gerçeklenmesi
Enstitü	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı
Tez Türü	Yüksek Lisans
Tez Danışman(lar)ı	Yrd. Doç. Dr. Ersen YILMAZ
Çoğaltma (Fotokopi Çekim) izni	<input checked="" type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimin sadece içindekiler, özet, kaynakça ve içeriğinin % 10 bölümünün fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin vermiyorum
Yayımlama izni	<input checked="" type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin Veriyorum

Hazırlamış olduğum tezimin belirttiğim hususlar dikkate alınarak, fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere Uludağ Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı tarafından hizmete sunulmasına izin verdiğimi beyan ederim.

:19/02/2018

Tarih

İmza :

Serhat GÜLENC