

Plate Id Plaka Tanıma Sistemi

Plate Id License Plate Recognition System

Ertuğrul Deniz

Bilişim Sistemleri Mühendisliği
Kocaeli Üniversitesi
eertugruldeniz@gmail.com

Özet

Bu çalışmada, görüntü işleme algoritmaları kullanılarak araç üzerindeki plakayı bulan bir sistem geliştirilmiştir. Güvenlik sistemi gereken yerlerde, istatistiksel verilerin gerektiği yerlerde, ortak kullanım alanlarında, otopark giriş ve çıkışlarında, trafik kontrolünde, üniversite giriş-çıkışlarında, site giriş ve çıkışlarında kullanılmaktadır. Bu sistem sayesinde insan gücü, maliyeti ve güvenlik tehditlerini en aza indirmek amaçlanmaktadır. Geliştirilen sistem Python programlama dili ve açık kaynak olan OpenCV 3.3 (Açık Kaynak Bilgisayarlı Görme Kütüphanesi) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Plaka tanıma sistemi test edilirken farklı pozisyonlardan alınan ve farklı ortamlardan alınan görüntüler üzerinde denenmiştir.

Anahtar kelimeler: Plaka tanıma sistemi, Görüntü işleme, Karakter tanıma

Abstract

In this project, a system has been developed that finds the plate on the vehicle with image processing algorithms. This system uses on security systems, common entrance areas, car park entrances and exits, traffic control, university entrances and exits, building entrances and exits. Through this system aimed to minimize human power, cost and security threats. This project developed by Python programming language and OpenCV 3.3 (Open Source computer vision library). Experiments were performed on images taken from different locations and taken from different media.

Keywords: License plate recognition system, Image processing, Character recognition

1. Giriş

Günümüzde araçların sayısının hızla artması ve bu araçların sadece insan gücüyle kontrol edilmesi gittikçe zorlaşmıştır. Araçların kolayca kontrol edilmesi için çeşitli plaka tanıma teknikleri geliştirilmiş ve plaka tanıma sistemleri aracın olduğu her yer de kullanılmaktadır. Özellikle araç giriş çıkış, trafik kontrolü gibi yerlerde daha çok kullanılmaktadır. Otopark gibi yerlerde park süresini hesaplamakta kullanılır. Araç otopark içerisine girdiği zaman plakayı okur ve

veritabanına kayıt işlemi gerçekleşir. Araç çıkış yaparken de plaka okunur. Giriş ve çıkış arasındaki zamana göre ücretlendirme yapılmaktadır. Ülke sınırlarına yerleştirilen plaka tanıma sistemi sayesinde ülkeye geçiş izni kontrolleri yapılmaktadır.[1] Plaka tanıma sistemi insan gücünü en aza indirmekte, 24 saat boyunca aralıksız çalışabilmekte, güvenlik düzeyini artırarak hayatımızı kolaylaştırmaktadır.

Plaka tanıma sisteminde ilk olarak araç tespiti yapılmaktadır. Tespit edilen araç üzerinde plaka yerinin tespiti yapılmakta ve bulunan plaka üzerinde karakterlerin çıkartılıp plakanın belirlenmesi aşamalarından oluşmaktadır.

Araç plakaları ülkeden ülkeye farklılıklar göstermektedir. Şekil 1’de projede kullanılan Türkiye, Amerika ve Bulgaristan ülkelerine ait plaka örnekleri vardır. Bu plakalar arasındaki benzerlik karakterler arasındaki sabit konstat olmasıdır. Arka plan boyutları ülkeden ülkeye göre değişmektedir.



Şekil 1: Ülkelere göre araç plakası örnekleri Amerika Birleşik Devletleri, Türkiye, Bulgaristan

Ülkemize plakalar Karayolları Yönetmeliği tarafından belirlenen özellikler içermektedir. Plaka gövdesi alüminyumdan yapılmaktadır. Boyutları taksit, otobüs, minibüs, kamyon gibi araçlarda 11x52 cm dir. Araçların hem ön kısmında hem de arka kısmında plaka bulunması zorunludur. Plaka beyaz bir tabaka üzerinde tanımlanmış ve üzerinde siyah karakter üzerine yazılmış bir biçimdedir. Bu projedeki amaç Türk plakalı sivil araçların plakalarını tespit ederek üzerinde bulunan karakterleri veri tabanına kaydetmesidir.

Plaka tanıma sistemi üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama ilk olarak araç üzerinde bulunan plakanın ayrıştırılma işlemidir. İkinci aşama ise koparılan plaka üzerinde karakterlerin ayrıştırılma işlemidir. Karakterleri ayrıştırmak

için karakterlerin başlangıç ve bitiş noktaları kontrol edilir. [2] Plaka üzerinde gerekli olan morfolojik işlemler uygulanarak bu işlem gerçekleştirilir. Üçüncü aşamada ise yapay sinir ağları kullanılarak daha önceden öğretilmiş olan plakalarla karşılaştırmaktır.

2. Plaka tanıma adımları

Plaka tanıma işlemi yapmak için yedi temel algoritma vardır. Bu algoritmalar ile plaka bulma işlemi yapılmaktadır. Bu algoritmaların hassasiyeti plaka bulma işleminde çok fazla etkilemektedir.

Plaka tanıma işlemlerinde kullanılan algoritmalar şunlardır.

- Plaka yerinin tespiti
- Plakanın sonraki algoritmalara uygun bir biçimde yeniden konumlandırılması ve boyutlandırılması
- Zıtlık ve parlaklık gibi görüntü özelliklerinin normalizasyonu
- Karakter ayırma ile görüntü üzerinden karakterlerin çıkarılması
- Optik karakter tanıma
- Ülkeye özgü kelime dizimi ve kontrol işlemi
- Daha güvenilir bir sonuç elde etmek için tanımlanan değerin birden fazla görüntüde ortalamasının alınması.

2.1. Görüntü Üzerinden Plakanın Ayırıştırılması

Görüntü üzerindeki plaka kısmının doğru bir şekilde ayrılması oldukça önemlidir. Bu adımda yapılacak bir yanlış sistemin tamamını etkilemektedir. Plakanın görüntü üzerinden ayrılmasında belirli koşullar vardır. Sistem tasarlanırken hava koşulları, parlaklık gibi kriterler önemlidir. Tüm şartlarda üst seviyede çalışabilecek sistem tasarlanması için burada yapılacak işlemler önemlidir. Sistem günün her saatinde çalışması gerektiği için alınan görüntüler farklı kontrast değerlerine sahip olacaklardır.[3] Işığın az olduğu veya ışığın çok olduğu zamanlar da olacaktır. Bu dengesizlikler alınan görüntüler üzerinde bozulmalara neden olmaktadır. Alınan görüntü üzerinde filtre işlemleri yapmadan direk olarak plaka bölgesi bulunmaya çalışıldığında doğru bir sonuç elde edilmeyecektir. Doğru bir sonuç elde etmek için gerekli olan işlemlerin yapılması gerekmektedir. Bu işlemler birbirini takip eden işlemlerden oluşmaktadır. İşlemler sırasıyla ilk olarak alınan görüntünün griye çevrilir. Griye çevrilen resim üzerinde gürültü temizleme işlemi yapılır. Görüntü üzerinde histogram eşitleme işleme işlemi yapılır. Morfolojik işlem uygulanır. Histogram eşitleme yapılan görüntüden, morfolojik işlem yapılmış işlem piksel piksel çıkartılır. Görüntü eşikleme işlemi yapılır. Canny edge uygulanır. Genişletme işlemi yapılır. Kontur işlemi gerçekleştirilir. Son olarak plaka bölgesi maskeleye yapılarak görüntü üzerinden ayrıştırılır.

2.2. Görüntü Ön İşleme

Bir araç üzerinde ilk olarak plaka yeri tespiti yapmak için bazı görüntü işleme algoritmalarından geçirmek gerekmektedir. Kameradan alınan görüntü ham bir şekilde gelmekte ve Rgb uzayında bulunmaktadır. Rgb (Red,Green,Blue) uzayında

bulunan resim düzgün bir şekilde işlenebilmesi için gerekli olan bazı dönüşümler yapmak gerekir.[4] Bu adımlar aşağıda sırası ile açıklanmıştır.

2.3. Rgb'den gri seviyeli görüntüye dönüştürme işlemi

Resim işleme alındığı zaman ilk olarak RGB uzayındadır. Görüntü üzerinde işlemlerimizi daha basit ve daha kolay bir şekilde plaka yerini tespit etmek için görüntü Rgb'den gri seviyeli görüntüye dönüştürme işlemi yapılır. Rgb modeli üç ana renk olan kırmızı, yeşil ve mavi renklerini içermektedir. Gri seviyeli bir resme sahip olmak için kırmızı kanalın %30 'u, yeşil kanalın %59' u ve mavi kanalın %11'lik kısmı alınmaktadır.

Renkli bir resim ile gri seviye bir resim arasındaki fark, renkli resmin bir pikselinde üç farklı renk vardır. Gri seviyede sadece tek bir değer vardır. Bu üç farklı 0 ile 255 arasında değişen değerleri tek bir 0 ile 255 arasında değişen değer haline getirmek gerekir. Şekil 2.1'de rgb uzayında bulunan resim şekil 2.2 'de gri seviyeli görüntüye dönüştürme işlemi yapılmıştır.



Şekil 2.1:Rgb Uzayında bulunan görüntü



Şekil 2.2:Gri seviyeye dönüştürülmüş görüntü

2.4. Gri seviyeli resim üzerinde gürültü temizleme

Gürültü temizlemek için ortalama alma , medyan ortalama, bileteral filtreleme gibi çeşitli algoritmalar bulunmaktadır. Bu algoritmalar içerisinde görüntü üzerinde en güçlü gürültüyü azaltan filtre bileteral filtreleme işlemidir. Bileteral filtreleme işlemi kenarları keskin bir hale getirerek gürültünün giderilmesinde oldukça etkilidir. Fakat diğer filtrelere göre biraz daha yavaştır. Plaka tanıma sisteminde plaka kenarlarının net bir biçimde ortaya çıkmasını sağlamak ve kaybolan kenarları netleştirmek ortaya çıkarmak için bileteral filtre

kullanılmıştır. Şekil 2.3’de bileteral filtre uygulanarak görüntü üzerindeki gürültünün temizlendiği resim gösterilmektedir.



Şekil 2.3:Bileteral filtre kullanarak görüntü üzerinde filtre temizlenmiş işlemi

2.5. Histogram Eşitleme İşlemi

Plaka tanıma sisteminde plakalar tanınırken ortam, ışık, renk gibi değişiklikler olabilir. Sistemin bunun gibi çevresel etkenlerden etkilenmesini azaltmak için görüntü üzerinde histogram eşitleme işlemi yapılmaktadır. Bir görüntünün histogramı, o görüntü hakkında önemli bilgiler verir. Karanlık bir resim grafiğinin düşük gri seviye bölgesine yığılmaktadır. Parlak bir görüntüde ise büyük gri seviyesine yığılmaktadır. Alınan görüntü üzerinde histogram eşitleme işlemi gerçekleştirilerek görünümlüğü iyileştirme işlemi gerçekleştirilir.Şekil 2.4 üzerinde histogram eşitleme filtresi uygulanmış görüntü gösterilmiştir.



Şekil 2.4:Histogram eşitleme filtresi uygulanan görüntü

2.6. Morfolojik İşleme İşlemi

Mofolojik işlem ile görüntü üzerinde aşındırma ve genişletme işlemleri yapılabilmektedir. Bu filtre ile görüntü üzerindeki gürültünün giderilmesi ile daha doğru sonuçlar elde edilmektedir. Bu filtre ile görüntü üzerinde açma işlemi gerçekleştirilmiştir. Aşındırma işlemi ile küçük paralar yok edilerek görüntü tekrar genişletilmiştir. Şekil 2.5’de histogram eşitleme yapılmış görüntü üzerinde morfolojik işlem uygulanmış bir görüntü gösterilmiştir.



Şekil 2.5:Morfolojik işlem uygulanan görüntü

2.7. Pixel Çıkarma İşlemi

Pixel çıkarma veya görüntü çıkarma işlemi bir görüntünün veya piksellerinin sayısal değerlerinin başka bir görüntüden çıkarılması ile ortaya çıkan bir işlemdir.

Bir görüntü üzerinde düzensiz olan bölgeleri dengelemek ve iki resim arasındaki değişiklikleri saptamak için kullanılmaktadır. Plaka tanıma sisteminde amacımız plaka bölgesinin net bir şekilde ortaya konularak , diğer bölgelerin görünürlüğünü azaltmaktır. Histogram eşitleme yapılmış bir resim üzerinden morfolojik işlem yapılan resim çıkartılarak bu adım gerçekleştirilmektedir. Şekil 2.6’da pixel çıkarma işlemi uygulandıktan sonra görüntü üzerindeki plaka ön plana çıkmıştır.



Şekil 2.6. Pixel çıkarma işlemi uygulandıktan sonra oluşan yeni görüntü

2.8. Görüntü Eşikleme İşlemi

Görüntü üzerinde belirli bir eşik değeri altında kalan kısımları 0 üstünde kalan kısımları ise 1 yapmak suretiyle ikili bir görüntü oluşturma işlemi yapılmasıdır. Bu sistemde ortam şartları sürekli değişmektedir. Eşik değeri her görüntü için farklı olmaktadır. Elle eşik değeri belirlemek gömülü sistem üzerinde çalışan uygulamalar için mümkün olmayacağı için görüntü üzerinde eşik değeri belirli algoritmalar sayesinde hesaplanmaktadır.

Eşik değeri belirlemede Nobuyuki Otsu 1975 yılında yayınladığı yazıda Otsu modelini tanıtmıştır. Otsu modelinde varyans denilen bir değer hesaplanır ve değer en düşük olduğu indeks döndürülmektedir. Görüntü üzerinde eşik değerini hesaplamak için Otsu modelinden yararlanılmaktadır. Pixel çıkarma işlemi uygulanmış ve plaka bölgesi net bir

biçimde ortaya çıkmış resimde görüntü eşikleme işlemi yapılarak plaka bölgesinin daha net olarak ortaya çıkması sağlanmıştır. Görüntü eşikleme değeri uygulanmış resim şekil 2.7’de gösterilmiştir.



Şekil 2.7:Görüntü eşikleme işlemi yapılan görüntü

2.9. Kenar algılama işlemi

Canny edge algoritması kenar algılama için kullanılan bir algoritmadır.[6] Görüntü üzerindeki plaka tanıma işlemi yapmak için kenarlar belirlenmesi gerekmektedir. Canny edge çeşitli görme sistemlerinde kenar algılama uygulaması olarak kullanılmış ve başarılı bir şekilde görüntü üzerindeki kenarları ortaya çıkarmayı başarmıştır. Canny algoritması süreci adımlar halindedir. Canny kenar algılama algoritması düşük hata oranı ile kenarları bulması için gürültüyü gidermek için ilk olarak bileteral filtresi uygulanmıştır. Bileteral filtresi yerine gauss filtreside uygulanabilir. Bileteral uygulayarak canny edge ile kenar bulma işlemi daha başarılı bi şekilde gerçekleşecektir. Histogram eşitleme işlemi yapılır. Görüntü eşikleme işlemi yapılır. Canny adımları yapılan görüntüde kenarlar ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Şekil 2.8’ de canny edge uygulanmış ve görüntü üzerindeki kenarların belirgin bir hale getirilmesinden sonraki görüntüsü gösterilmektedir.



Şekil 2.8:Kenarları belirgin hale getirilen görüntü

2.10. Genişletme İşlemi

Canny edge uygulanan görüntü üzerine uygulanmıştır. Canny edge uygulanarak kenarları yüksek bir oranda algılama işlemi gerçekleştirilmiştir. Kenarları genişletmek için daha belirgin hale getirmek için dilate işlemi yapılır. Genişletme işlemi yapmak için bir çekirdek matris oluşturulur. Bu uygulamada

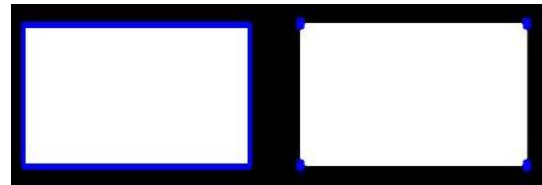
3x3 lük birler matrisi ile işlemleri gerçekleştirilir. Bir merkezi nokta seçilir oradan başlayarak görüntünün tüm pikselleri üzerinde belirlediğimiz iterasyon sayısı kadar bu işlem gerçekleştirilir. Bu sayade görüntüde üzerinde darbeler ve noktalar bulunur. Maksimum pixel değerini hesaplar ve görüntü üzerinde bulduğu pikseli maksimum pikselle değiştirir. Pikselleri maksimum değeri ile değiştirmek parlak olan bölgelerin genişlemesini sağlar. Şekil 2.8 de görmüş olduğunuz görüntü canny edge uygulanmış resimdir. Canny edge uygulandıktan sonra kenarlar parlak bir biçimde gözükmemektedir. Canny edge yapılmış bir görüntüye genişletme işlemi uygulanmıştır. Genişletme işlemi uygulandıktan sonra plaka bölgesi daha net bir şekilde gözükmemektedir. Kenarları belirgin bir biçimde gözükken görüntü şekil 2.9’ da gösterilmektedir.



Şekil 2.9:Genişletme işlemi yapıldıktan sonra ortaya çıkan yeni görüntü

2.11. Görüntü üzerine kontur uygulanması

Genişletme işlemi ile kenarları belirgin bir görüntü elde edilir. Elde edilen görüntü üzerinde gereken işlem kontur uygulayarak aranan plaka bölgesini işaretlemektir.Konturlar, aynı renk veya yoğunluğa sahip olan tüm kesintisiz noktaları (sınır boyunca) birleştiren bir eğri olarak basitçe açıklanabilir. Konturlar, şekil analizi ve nesne algılama ve tanıma için yararlı bir araçtır.Kontur yapmadan önce konturun doğru sonuç vermesi için canny edge ve genişletme işlemi uygulanır. Sınır noktalarının olması koşuluyla herhangi bir şekli çizmek için de kullanılabilir. Şekil 3 ‘de bir görüntü üzerinde kontur uygulandığında ortaya çıkan sonuç gösterilmiştir.



Şekil 3:Kontur işlemi uygulanan örnek görüntü

Şekil 3’de istediğimiz alanları bulmak için bulması gereken parametreler önceden belirlenmiştir. Buna göre görüntü üzerindeki dikdörtgen bölgeyi arama işlemi yapılmıştır. Aradığı bölgeleri bulduktan sonra dört köşesini işaretleteme işlemi yapılmıştır. Bulunan bu bölgeleri çerçeve içerisine alınmıştır.Şekil 3.1’de görüntü üzerinde uygulanan kontur

sonrasında plaka bölgesinin bulunması işlemi gerçekleştirilmiştir. Bulunan plaka bölgesi çerçeve içersine alınmıştır.



Şekil 3.1: Kontur ile plaka bölgesinin bulunması ve etrafının çerçevesi

2.12. Plaka bölgesinin maskelenmesi

Kontur uygulanan resim ile plaka çerçevesi buldurma işlemi gerçekleştirilmiştir. Görüntü üzerinden plakayı ayırtmak için maskeleme işlemi yapılır. Maskeleme yaparak bundan sonraki işlemlerde sadece plaka üzerinde işlemler gerçekleştirilir. Şekil 3.2' de görüntü üzerinde maskeleme yapılmasına ortaya çıkan yeni görüntü gösterilmiştir.



Şekil 3.1: Bulunan plaka yerinin fotoğraftan kırılması işlemi

3. Karakterlerin plaka bölgesinden ayrıştırılması

Karakter ayırma işlemi plaka tanıma işlemi yapıldıktan sonra plaka üzerindeki lisans numaralarını yakalamak için kullanılan algoritmadır. Görüntü üzerinde sayıları ve harfleri vurgulayarak görüntüde bulunan diğer nesnelerden ayırmaya çalışır.[5] Karakter tanıma işlemi ile otomatik plaka tanıma, verileri düzenlenebilir hale getirme, aranabilir ve kolayca saklanabilir bilgilere dönüştürür. Görüntüye uygulanan belirlenmiş algoritmalar. Plakayı bulmak için gerekli filtreler görüntü üzerinde uygulanması gerekir. Bu adımlar karakterlerin daha net bir biçimde gözükmesini doğruluk oranının artmasını sağlayacaktır. Plaka tanıma işleminde en kritik süreç karakter ayrıştırılması işlemidir.

Görüntü üzerinden kesilen plaka bölgesi resim üzerinde düzgün bir biçimde olmayabilir. Karakterlerin tamamı aynı hizada değildir. Karakterlerin aynı hizada olması karakterin ayrıştırılması için önemli bir etkidir. Kaliteli bir biçimde ayrıştırma yapmak için eğim açısı tespit edilir. Aynı açıyla ters

yönde döndürerek plaka x ekseninde paralel hale gelir. Plaka üzerindeki karakterler eğim işlemi sonucunda aynı hizaya gelecektir. Karakterlerin üst ve alt sınırları belirlendikten sonra karakter ayrıştırma işlemi gerçekleştirilir.

3.1. Plaka üzerinde eğimin düzeltilmesi

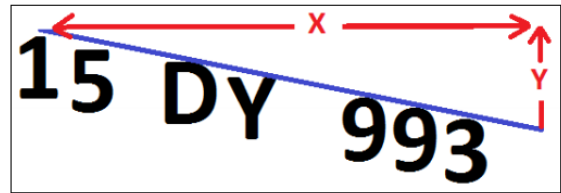
Karakter ayrıştırma işleminin başarılı bir biçimde gerçekleştirmek için x eksenine göre eğim tespiti yapılması gerekmektedir. Eğim bulunan resmin x eksenine paralel bir biçimde gelmesi sağlanmalıdır. Şekil 3.2 üzerinde alınan görüntü üzerindeki eğimi tespit edilmiş plaka örneği bulunmaktadır.



Şekil 3.2: Plaka üzerinde tespit edilen eğimin örnek görüntüsü

Eğim tespiti için karakterlerin x eksenine göre başlangıç ve bitiş noktaları tespit edilir. Y eksenine görede üst sınır ve alt sınır noktaları bulunur. Görüntü üzerinden alınmış karakterlerin yükseklikleri eşittir. Tespit edilen karakterlerin üst sınırları soldan sağa düzenli bir biçimde artma veya azalma gerçekleşiyorsa plaka üzerinde eğim vardır. Bu düzenli artma veya azama değeri tespit edilir, x eksenindeki ve y eksenindeki farkları hesaplanarak eğim açısı bulunur.

Eğik plaka üzerinde karakterlerin başlangıç ve bitiş noktaları bulunduktan sonra bu karakterlerin üst ve alt sınırlarının birbirine göre artma veya azalma oranını bulmak gerekir. Karakterlerin üstünde ve altında bulunan plaka çerçevesi, sınırlarının belirlenmesinde edilmesinde bazı durumlarda sorun çıkarmaktadır. Plaka yerini öğrenme yönteminde kullanılan, yan yana olan piksel değerlerinin farkı 20'nin üzerinde olması durumunda, bu pikseller kenar bölgesi kabul edilir. Bu sayede plaka çerçevesi oluşturulduğu için sorun ortadan kalkar. Şekil 3.3 üzerinde sembolik olarak bir plakanın x ve y düzlemindeki eğimi gösterilmiştir.



Şekil 3.3: Plaka üzerinde bulunan x ve y düzlemindeki sembolik eğim

Şekil 3.3'de gösterilen denklem üzerinden eğim hesaplaması yapılır ve çıkan sonucun negatif veya pozitif olması plakanın hangi yöne doğru döndürülmesinde karar verme işlemi gerçekleştirilir.

3.2. Plaka üzerindeki karakterleri parçalama işlemi

Plaka görüntüsünün eğimi düzeltildikten sonra tüm karakterlerin üst ve alt sınırları aynı y düzlemine gelmektedir. Fakat eğimi düzeltilmiş plaka görüntülerinde bile azda olsa x düzlemine göre eğim farklı bulunacağından karakterlerin y sınır eksenleri birebir uymaz, bu durum karakter parçalama için sorun teşkil etmemektedir.

Bu aşamadan sonra plaka resminde karakterlerin üst ve alt sınırlarının tespit edilme işlemine gelinmiştir. Yatay düzlemde tarama işlemi yapılarak x ekseninde bulunan siyah piksel noktalarının sayısı bulunur. Görüntünün üst ve alt bölgesinde en az miktarda siyah piksel değerine sahip x eksen karakterlerin üst ve alt sınırını oluşturmaktadır. Hem hız bakımından hem de bulunan plaka bölgesinde, plaka çerçevesinin oluşturduğu bozulmadan kurtulmak için tüm x eksenini taramak yerine aşağıdaki denklemde gerekli değerler yerine konularak hesaplanır.

Genişlik: Plaka genişliğinin (1)

X1: x noktası taramanın başlayacağı nokta

X2: x noktası taramanın bitirileceği nokta

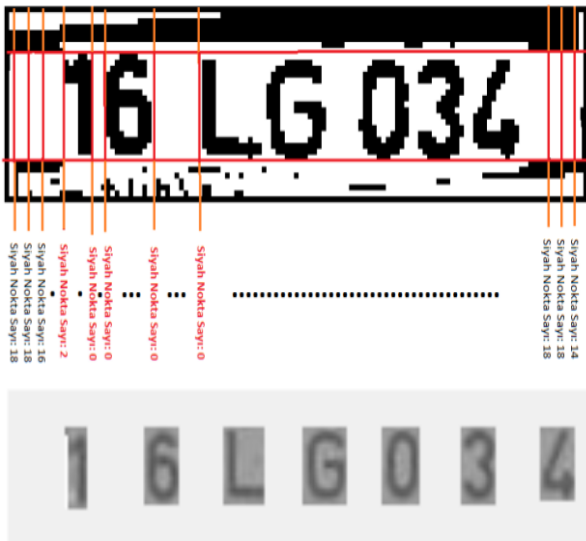
X1: (Genişlik / 8) * 3

X2: (Genişlik / 8) * 5;

Örneğin genişliği 400 piksel olan bir plaka görüntüsünde:

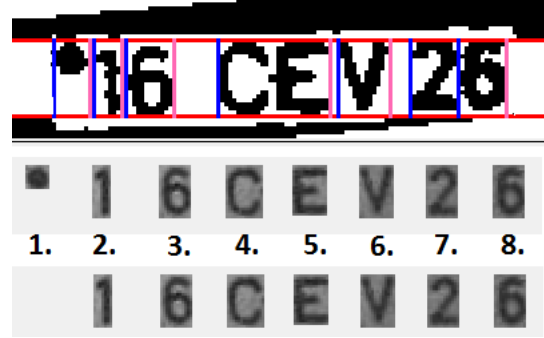
X1: (400/8)*3=150 , X2: (400/8)*5=250

Üst ve alt sınırları belirlerken tarama işlemine X1=150 inci pikselden başlanmaktadır, X2=250 inci piksele kadar devam edilir. Taranan Y ekseninde bulunabilecek 100 maksimum siyah nokta değeri X2-X1=250-150=100 tanedir. Tüm y eksenini için bu değerler hesaplanarak üsten ve alttan en küçük siyah nokta değerine sahip olan y sınır bölgeleri belirlenir. Karakterler bu iki sınır bölgesi arasındadır. Bulunan plaka bölgelerindeki çerçevelerde genellikle karakter olarak tanınmaktadır. Bu yüzden plakanın sol başından ve sağ başından, belirlenen üst ve alt sınır noktalarına birleşik olan bölgeler, dikey tarama yapılarak silinir. Şekil 3.4'de karakterleri ayrıştırılan bir plaka örneği verilmiştir.



Şekil 3.4: Karakter ayrıştırma işlemi

Karakteri belirleme işlemi yaparken karakterin en ve boy oranı vardır. Bundan önce yapılmış ve denenmiş çalışmalara göre bir karakterin eni minimum 5 piksel yüksekliği ise minimum 10 pikseldir. En ve boy altında bulunan her görüntü parazit olarak kabul edilmektedir. Şekil 3.5 üzerinde karakter olarak tanınmış plaka örneği bulunmaktadır.



Şekil 3.5: Karakter olarak tanınan plaka örneği

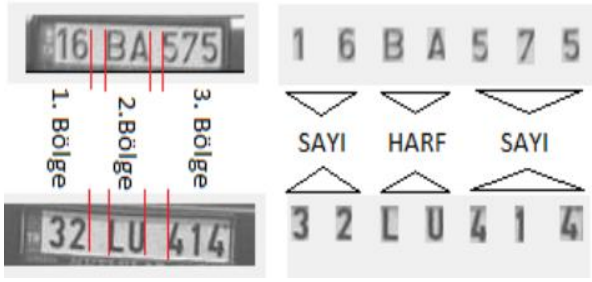
Şekil 4.3 üzerinde tanımlanmış plaka örneğini görüyoruz. 1 inci sıradaki karakter aslında bir karakter değildir. Plakaların minimum en boy oranını karşılamadığı için 1 inci sıradaki karakter parazit olarak alınacak ve görüntü üzerinden atılacaktır.

Ayrıştırılan plakalar üzerinde karakterleri daha hızlı bir şekilde tanımak için plaka kodlaması üzerinde bulunan harf ve karakterleri daha önceden tanımlamak doğru sonuç alınması açısından fayda sağlayacaktır.

Tablo 1: Türkiye plakaları şablonu S:Sayı H:Harf

7 Karakterli	8 Karakterli
SSHSSSS	SSHSSSSS
SSSHSSS	SSSHSSSSS
SSHHSS	SSHHSSSS

Türkiye’de kullanılan plaka şablonu Tablo 1 de gösterilmiştir. Plaka şablonuna bakıldığı zaman plaka bölgesinin 3 bölümden oluştuğu görülebilir. Birinci bölge illeri ifade etmekte ve sayılardan oluşmaktadır. İkinci bölüm ise harflerden oluşmaktadır. Üçüncü bölüm ise sayılardan oluşmaktadır. Plaka üzerinde bulunan üç bölge arasında da karakterler arasında bulunan boşluktan daha çok boşluk bulunmaktadır. Bu yüzden plaka üzerinde kalan boşluklar hesaplama işlemi yapılır. Bulunan boşluklara göre plaka üzerinde bölgelendirme işlemi yapılmaktadır. Bölge işlemi bulunmasıyla birlikte hangi bölgenin karakter hangi bölgenin ise sayısı olduğu ortaya çıkmış olacaktır. Karakter ayrıştırma işlemi bir plaka üzerine uyguladığı zaman ayrılacak bölgeler belirlenmiştir. Örnek olarak şekil 3.6 da gösterilmektedir.



Şekil 3.6: Bölgelerin belirlenmesi

3.3. Karakterleri tanıma işlemi

Plaka ayrıştırma sonucunda elde edilen sonuca göre karakterleri tanıma işleminin yapılacağı kısımdır. Plaka karakterlerini tanımlamak için yaygın yöntemler şablon yerleştirme ve yapay sinir ağları yöntemidir. Farklı yazı tipindeki karakterleri tanımlamak için genelde şablon eşleme yöntemi kullanılır. Şablon eşleme yöntemi ile karakter tanıma işlemi yaparken her bir karakterin yükseklik ve genişlik boyutları sabit biçime getirilmesi gerekir. Karakterler önceden belirlenerek tanıma işlemi gerçekleştirilir.

3.4. Şablon eşleştirme yöntemi

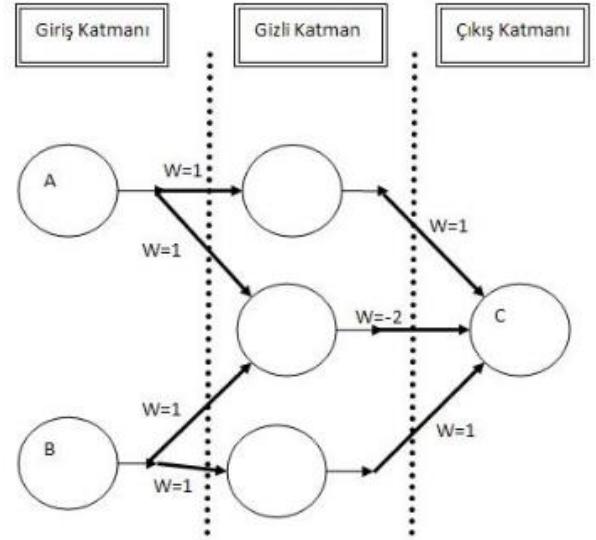
Şablon eşleştirme yöntemi ile karakter tanıma işlemi her bir karakterin piksel değerlerinin önceden programa tanılması ile gerçekleştirilmektedir. Plaka üzerinde bulunan karakterler bu şablondaki karakter ile karşılaştırılması ile yapılır. [14]

Karakter tanıma işlemine başlamadan önce şablon çıkarılmalıdır. Şablon eşleştirme yöntemi doğru bir sonuç vermesi için karakterlerin her biri sabit bir boyuta getirilmesi gerekmektedir. Sabit olarak kullanılan karakter boyutu 15x32 dir. Boyutlandırılmış karakterlerin yüksekliği 32 piksel genişliği ise 15 piksel olur. Önceki çalışmalar sonucu en uygun boyut 15x32 olarak belirlenmiştir. Farklı ebatta şablonlar bulunmaktadır.

Şablon eşleştirme yöntemi görüntü üzerindeki tüm pikselleri dolaşarak önceden tanıtmış olduğumuz karakterlerin titatıp aynısını bulmaya çalışır. Bu yöntemde karakter üzerinde bozukluk çok az bile olsa işlemin başarısız olma oranı çok yüksektir.

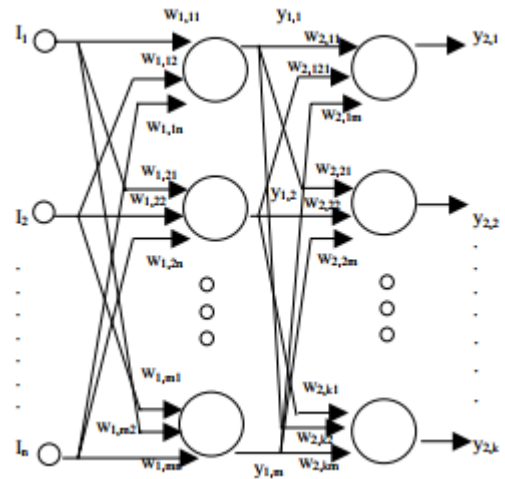
3.5. Yapay sinir ağları yöntemi

Yapay sinir ağları karakterleri tanıma işleminde son zamanlarda sıkça kullanılan bir tekniktir. Yapay sinir ağlarında ana amaç insan beyninden yararlanılarak bir olayı öğrenebilmektir. Yapay sinir ağları farklı bir hesaplama yöntemi ile bulunduğu ortama uyum sağlayan ,yetersiz bilgi ile karar verebilen bir sistemdir.[15] Öğrenme işlemi tamamlandığında giriş farklı bir giriş olsa bile doğru bir cevap verebilecek yapıya gelir. İnsan beyninin öğrenme, ilişkilendirme, sınıflandırma, genelleme, ve özellik belirleme gibi konularda uygulanmaktadır. Yapay sinir ağlarında uygulamaya girdiler ve çıktılar verilir. Programa problemin nasıl çözüleceği öğretilir. Yapay sinir ağları üç kısımdan oluşmaktadır. Yapay sinir ağlarının yapısı şekil 3.7 de gösterilmiştir.



Şekil 3.7:Yapay sinir ağları

Çok katmanlı bir ileri besleme ağında katmanlar giriş katmanından çıkış katmanına doğru $L=0$, $L=1$, $L=2$ olarak belirlenmiştir.[10] Çok katmanlı ileri beslemeli ağ yapısı ise şekil 3.8 deki gibidir.



Şekil 3.8:Çok katmanlı ileri beslemeli ağ

Görüntü işleme teknikleri kullanarak plaka bölgesi gerekli morfolojik işlemlerden geçirilmesi ile siyah beyaz bir görüntü haline getirilir. Siyah beyaz bir görüntü 0 ve 1 den oluşmaktadır. Belirlenen bir eşik seviyesinden küçük olanlar 0, büyük olanlar ise 1 olarak belirlenmektedir.[11]

Plaka üzerinde bulunan nümerik ve alfanümerik karakterlere ait matrisler elde edilme işlemi gerçekleştirilir. Tüm nümerik ve alfa nümerik karakterler sisteme tanıtılma işlemi gerçekleştirilir. Yapay sinir ağlarında belirlenen eşik değerleri ile karakter 1 ve 0 lar halinde matris haline dönüştürülür.[13] Sayı ve harflerin olduğu bölgeler matriste açıkça gözükmemektedir. Şekil 3.9 da bir plaka üzerinde bulunan harflerden bir tanesinin matris olarak nasıl tanımlandığı gösterilmiştir.

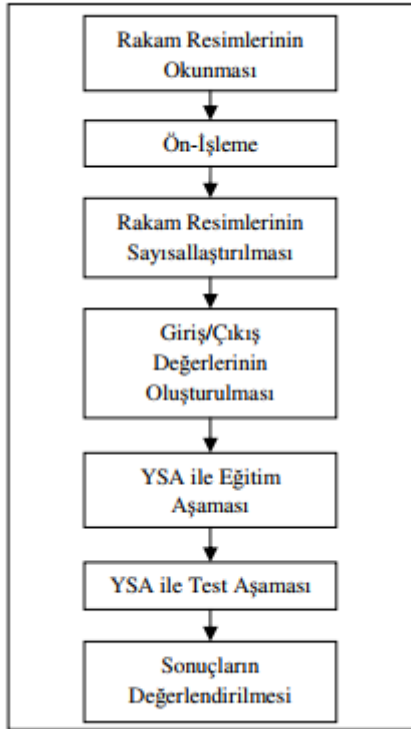
```

1111111111
10011111001
10011111001
10011111001
10011100011
10011000111
10010001111
10000011111
10000111111
10000011111
10010001111
10011000111
10011100011
10011110011
10011111001
10011111001
11111111111
11111111111
11111111111

```

Şekil 3.9: Plaka üzerinde bulunan karakterin matris olarak tanıtılması

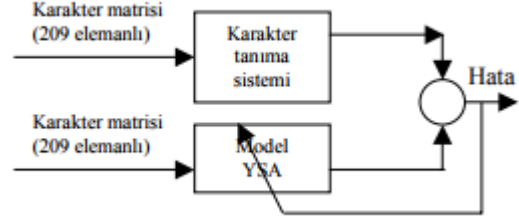
Şekil 3. 9 da görüldüğü gibi tüm nümerik ve alfa nümerik karakterler matris halinde oluşturulur. Yapay sinir ağları kullanarak karakterleri tanıma işlemi yapmak için kullanılan blok diagramı şekil 4 de gösterilmiştir.



Şekil 3.9:Yapay sinir ağları ile karakter tanımlama blok diyagramı

Plaka üzerinde karşılaşılabilecek karakterler matrisler halinde elde edildikten sonra yapay sinir ağları kullanarak tanınabilmesi için YSA modeli oluşturulur.[8][9] Bu model dosyasında tüm karakterler için girdi bilgileri bulunmaktadır. Model dosyasındaki veriler kullanılarak ağ eğitimi işlemi

yapılmaktadır. Şekil 4.1 de yapay sinir ağlarında ağ eğiterek karakter tanıma işlemini gerçekleştirme işlemi gösterilmiştir.



Şekil 4.1:Yapay sinir aları eğitimi

Yukarıda tanımlanan giriş, çıkış, karakter tanımlama işlemlerini gerçekleştirdikten sonra eğitim işlemi sonrası vermiş olduğumuz bir karakteri başarı ile tanıyabilir.

Plaka üzerinde bulunan karakterler parçalama işlemlerinden sonra ileri beslemeli yapay sinir ağları uygulanmasıyla karakterleri tanır. Plaka üzerindeki tüm karakterler bitene kadar bu işlemleri devam ettirir. Bu işlem sonucunda bir araç üzerindeki plakayı tanıma işlemi başarıyla gerçekleştirilir.

4. Sonuçlar

Yapılan bu uygulamada plaka tanıma sisteminde kullanılan algoritma aşaması 3 kademe şeklindedir.

Bu aşamalardan ilki alınan görüntü üzerinde plaka yerinin bulunması, ikincisi bulunan plakanın üzerindeki karakterlerin parçalanması ve son olarak elde edilen karakterlerin tanıma işlemidir. Plaka sistemleri üzerine yapılan çalışmaların genelinde hazır resim filtreleme yöntemleri kullanılarak plaka yeri tespit edilmiştir. Bu filtreler rgb uzayında bulunan bir görüntüyü griye çevirme ,medyan alma , bileteral filtre uygulama, histogram eşitleme, kenar bulma filtresi, eşik değeri belirleme, kontur işlemi, maskeleye işlemi gibi filtrelerdir. Bu filtreler opencv kütüphanesi içinde bulunan hazır filtrelerdir. Bu proje boyunca kullanılan filtreler plaka tanıma işlemi için hazırlanmış filtreler değildir. Genel olarak görüntü işlemede kullanılan filtrelerdir. Gerçek zamanlı bir plaka tanıma sisteminde kameradan alınan görüntüde ilk amaç hızlı bir şekilde plaka yerini tespit etmektir. Bunun için tüm görüntüyü genel olarak kullanılan opencv filtrelerinden geçirmek, ve görüntü üzerinde komşu pikselleri incelemek plaka tanıma işlemi için uzun süre almaktadır. Plaka tanıma sisteminde ana amaç plaka bölgesini tespit etmek olduğu için tüm görüntü üzerinde işlem yapmak süreyi uzatmaktadır. Çalışma yapılırken filtreler uygulandığında önceki filtrelerle kontrol ederek görüntü üzerinde bozulma olup olmadığı kontrolleri yapılmıştır. Görüntü üzerinde piksel çıkarma işlemleri yapılarak bozulmalar kontrol edilmiştir.

.Bu sayede plaka yerinin tespiti işleminin hatasız bir biçimde yapılması için gerekli önlemler alınmıştır. Plaka bölgesinin bulunması sırasında aracın üzerinde bulunan plakaya benzeyen marka yazısı, logo veya buna benzer karakterlerin olması ile bu yerlerin plaka olarak belirlenmesi hatası ile bazen karşılaşmıştır.Gece alınan görüntü üzerinde çalışma işlemi gerçekleştirilmemiştir. Plaka tanıma işleminde kullanılan görüntülerin çözünürlüğünün düşük olması sistemi olumsuz yönde etkilemektedir. Denenen çalışmalara göre

çözünürlük oranı arttıkça plaka bölgesini bulma işlemindeki başarı oranı doğrusal olarak artış göstermiştir. Bu çalışmada farklı renklerdeki araçlar üzerinde denenmiştir. Araçların rengi farketmeksizin plaka bölgesini belirleme işlemi başarıyla gerçekleştirilmiştir. Araç üzerindeki görüntülerde denemiştir. Her iki açıdan da alınan görüntülerde de başarı oranı neredeyse aynıdır.

Karakter tanıma işlemlerinde şablon eşleştirme ve yapay sinir ağları bulunmaktadır. Şablon eşleştirme yönteminde adından anlaşılacağı gibi önceden bir şablon oluşturmak gerekir. Elimizde bulunan şablonla plaka üzerinde plaka üzerinde kontrol işlemi gerçekleştirilir. Şablon eşleştirme yönteminin dezavantajı eğer plaka üzerindeki bir karakter hafif bir bozulma yaşamışsa şablon eşleştirme metodu ile karakterleri tanıma işlemi başarısız olacaktır. Şablon eşleştirme yöntemi plaka tanıma sistemi gibi yüksek derecede doğruluk bilgisi gereken yerlerde kullanılması sorun yaşatabilir. Şablon eşleştirme yerine yapay sinir aları yöntemi kullanarak daha yüksek oranda başarı oranına ulaşılabilir.

Sonuç olarak alışveriş merkezlerinde, sınır kapılarında, üniversite kampüsüne giriş çıkışlarda, otoparklarda, emniyet müdürlüğü gibi alanlarda aracın giriş, çıkış, çalıntı veya istatistiksel gibi verilerin tutulması gereken yerlerde kullanılmaktadır. Plaka tanıma sistemi günümüzde neredeyse zorunlu hale gelmiştir. Plaka tanıma sistemi sayesinde güvenlik zafiyetleri engellenmesi için yardım etmekte ve insan gücünü en aza indirmektedir. İnsanların 24 saat boyunca kağıtta kimin girip çıktığını not tutması ihtiyacı ortadan kalkmıştır. Tüm önlemler alınarak yapılan bir plaka tanıma sistemi sayesinde 24 saat boyunca sürekli aynı verimde çalışabilir. Plaka tanıma sisteminin gelecekte aracın bulunduğu her noktada hayatımızda olacağı düşünülmektedir.

5. Kaynaklar

- [1] Barroso J., Rafael A., Dagless E. L and BulasCruz J., Number plate reading using computer vision, IEEE - International Symposium on Industrial Electronics ISIE'97, Universidade do Minho, Guimarães, Julho, Portugal, 1997.
- [2] Christopher J. S., Applications Of Computer Vision to Road Traffic Monitoring, PhD Thesis, University of Bristol, UK, 1997.
- [3] Gonzalez R. and Woods R., Digital Image Processing, Addison-Wesley Publishing Company, Chap 4, 1992.
- [4] B.D. Acosta, Experiments in image segmentation for automatic US license plate recognition, M.Sc. thesis, Department of Computer Science, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University (2004).
- [5] J.-W. Hsieh, S.-H. Yu and S.-H. Yu, Morphology-based License Plate Detection from Complex Scenes, IEEE Proceedings of the 16th International Conference on Pattern Recognition, Qubec City, Canada, August 11-15, 2002, Vol. 3 (2002), 176-179
- [6] Luciano da Fontoura Costa and Roberto Marcondes Cesar Jr., Shape Analysis and Classification, CRC Press, 2001, Chap 3.
- [7] Haykin, S., Neural Networks: A Comprehensive Foundation, Macmillan College Publishing Company, New York, USA, ISBN 0-02-352761- 7, 1994.
- [8] Mohamed, "Evaluating the Improvements in Traffic Operations at a Real-life Toll Plaza with Electronic Toll Collection", Master's thesis, Universty of central Florida, Orlando, 1995
- [9] Bulsari and Saxen, A Feedforward Artificial Neural Network for System Identification of a Chemical Process, 1-9, 1991.
- [10] Sagioglu S, Levenberg-Marquardt Metodunun Bir Robot Sensörün Yapay Sinir Ağı Modellenmesinde Kullanılması, TAINN'96, s.323-328, Haziran 27-28, İstanbul, 1996.
- [11] Ganesh R. Jadhav, Kailash J. Karande, "Automatic Vehicle Number Plate Recognition for Vehicle Parking Management System" Computer Engineering and Intelligent Systems, ISSN 2222-1719 (Paper) ISSN 2222-2863 (Online) Vol.5, No.11, 2014.
- [12] Levenberg K A Method For the Solution of Certain Nonlinear Problems in Least Squares, Quart. Appl. Math., V.2, pp.164-168, 1944.
- [13] Narendra, K.S. "Adaptive Control Using Neural Networks" in Miller, W.T., Sutton, R.S., and Werbos, P.J. (Eds.), "Neural Networks for Control", 3 rd printing 1992 MIT, 1990.
- [14] Shchepin E V and Nepomnyashchii G M, On the Method of Critical Points in Character Recognition, Proc. 5th International Conf. of Computer Analysis of Images and Patterns, Budapest, Sept., 1993.
- [15] V. Nabiyevev, Yapay Zeka Problemler, Yöntemler, Algoritmalar, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2005.