

# Geometrik Düzeltme ve Gabor Filtreleriyle Araç Plaka Tespiti

## Localization of Licence Plate using Geometric Correction and Gabor Filter

Muhammet Balcılar, A. Coşkun Sönmez

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü  
Yıldız Teknik Üniversitesi  
muhammet@ce.yildiz.edu.tr, acsonmez@ce.yildiz.edu.tr

### Özet

*Bu çalışmada tartılmak üzere kantara çıkan kamyonların ön tarafına eğik bir şekilde bakan kameralardan alınan görüntü kullanılarak, bu görüntüden plaka bölgesinin tespiti amaçlanmıştır. Peş peşe gelen görüntüler kullanılarak aracın görüntü düzlemindeki konumu bulunmuştur. Ardından kameranın konumu ve baktığı açı bilgileri kullanılarak aracın ön yüzü düzleştirilmiştir. Bu sayede plaka yeri tespiti ve daha sonra yapılacak karakter tanıma adımlarının performansı artırılmıştır. Plaka bölgesi bulmak için uygun parametrelerle kurulmuş gabor süzgeci kullanılmıştır. Süzgeç cevabının en yüksek olduğu plaka boyutlarındaki alan taranıp, plaka bölgesi olarak atanmıştır.*

### Abstract

*Bu çalışmada tartılmak üzere kantara çıkan kamyonların ön tarafına eğik bir şekilde bakan kameralardan alınan görüntü kullanılarak, bu görüntüden plaka bölgesinin tespiti amaçlanmıştır. Peş peşe gelen görüntüler kullanılarak aracın görüntü düzlemindeki konumu bulunmuştur. Ardından kameranın konumu ve baktığı açı bilgileri kullanılarak aracın ön yüzü düzleştirilmiştir. Bu sayede plaka yeri tespiti ve daha sonra yapılacak karakter tanıma adımlarının performansı artırılmıştır. Plaka bölgesi bulmak için uygun parametrelerle kurulmuş gabor süzgeci kullanılmıştır. Süzgeç cevabının en yüksek olduğu plaka boyutlarındaki alan taranıp, plaka bölgesi olarak atanmıştır.*

### 1. Giriş

Plaka tanıma sistemlerine araç takibi, trafik denetimi gibi pek çok yerde ihtiyaç duyulmaktadır. Bu uygulamalar dünyada oldukça sık kullanılmakta iken ülkemizde de yeni yeni uygulamalar artmaktadır. Bir plaka tanıma sistemi şu üç aşamadan oluşmaktadır.

- Plakanın yerinin bulunması
- Plakadaki karakterlerin bölütlenmesi
- Bölütlerin tanınması

Bu çalışmada tartılmak üzere kantara çıkan kamyonların plakalarını sağ çaprazdan gören kameralar sayesinde plaka yerinin tespiti amaçlanmıştır.

En çok kullanılan plaka yer tespiti yöntemleri ayrırt temelli yada bölge temelli yaklaşımlara dayanmaktadır. Plakanın dikdörtgen olduğu düşünülerek giriş resmine Hough dönüşümü uygulanarak plakanın sınır çizgileri bulmaya çalışan çalışmalar mevcuttur[1]. Özellikle çizgilerin bulunması için uygulanan Hough dönüşümü yüksek işlem yükü ve bellek ihtiyacı gerektirdiğinden gerçek zamanlı uygulamalarda kullanılmamaktadır. Diğer bir yöntem de Lee, Kim ve Kim tarafından [2]'de gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada plakanın arka plan renk bilgisi kullanılarak plaka bulunmaya çalışılmıştır. Bu yöntemin başarısı resim içindeki renk dağılımına, ışık miktarına, ışığın yönüne çok bağımlı olduğundan, tek başına kullanıldığında güvenilir değildir. Bir başka çalışmada, giriş resminden elde edilen yatay ve dikey izdüşüm histogramları analiz edilerek, plaka aday bölgeleri saptanmaktadır. Bunun yanında belirli bir uzunluktaki yatay çizgi üzerindeki piksellerin değişimi (plaka imzası) analiz edilerek plaka arayan [3] yöntemler vardır.

Birden çok öznitelik kullanarak plaka yeri bulmayan çalışmalar da vardır. Kim ve ark.[4] gradyan değişimi, kenar yoğunluğu ve yoğunluk değişimi, olmak üzere 3 farklı öznitelikle %90 başarıya ulaşmışlardır. Ayrıca Seke ve Adar [5] yaptıkları çalışmada girdi resminin, kendilerince tanımlanan 3 bant frekans değerleri, köşelik değerleri ve kenarlık değerleri bileştirilerek 3'lü bir öznitelik çıkartılarak plaka bulunmaya çalışılmıştır. Shi, Xu ve Fu, Harris[6] köşe bulma algoritması uygulayarak köşelerin yoğun olduğu plaka bölgesini uyarlamalı bir eşik ile bulmaya çalışmıştır. Bu yöntem tek plaka içeren ve metne benzer diğer oluşumların olmadığı imgelerde başarılıdır. Ancak aksi durumda ek özniteliklere ihtiyaç duymaktadır.

Yapay sinir ağları ile plaka yer tespiti pek çok araştırmacının odaklandığı bir konudur. [7] ve [8] bu çalışmalardan yalnızca ikisidir. Porikli[8]'nin yaptığı çalışmada eğitim kümesini oluşturan plaka görüntülerinin 7 özniteligi bulunup, bu özniteliklerin kovaryans matrisi çıkarılmıştır. YSA bu kovaryans matrisle eğitilmiştir.

Gabor filtrelerinin plaka yer tespiti için uygulanması Kahraman ve ark. tarafından yapılmıştır[9]. Bu çalışmada plaka bölgesine duyarlı olacak şekilde ayarlanmış gabor süzgeci resme uygulanıp, çıktısı otsu eşikleme ile ikili resme çevrilmiştir. Ardında dörtgene benzeyen bölge plaka bölgesi olarak belirlenmiştir.

Bir çok yöntem, plaka görüntülerinin hemen hemen tam karşıdan çekildiği ve plaka boyutlarının çok fazla değişmediği varsayımı altında çalışmaktadır. Fakat gerçek

uygulamalarda bu şartları bulmak neredeyse imkansızdır. Literatürde, x-y düzlemindeki dönme açısı bulunup bu açı düzeltilerek plakanın düzeltildiği çalışmalar da vardır. Fakat plakanın z ekseninde de dönmesi durumunda 2 boyutlu düzletmeyle yapılan plaka bulmanın başarısı düşmektedir.

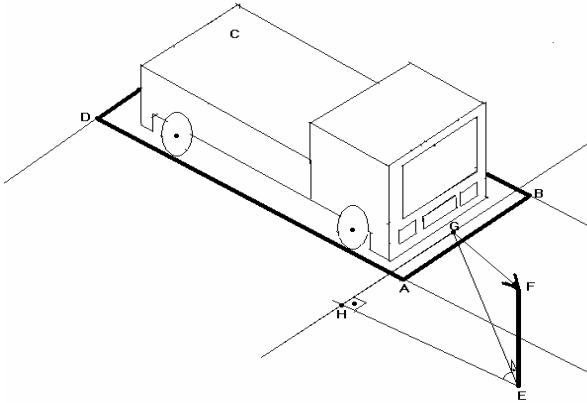
Yapılan çalışmada kameranın konumu ve bakış açısı kullanılarak, bakış açısından kaynaklanan bozulmayı ortadan kaldıran dönüşüm uygulayarak plaka bulma yöntemi önerilmiştir. Bu sayede aracın konumu ne olursa olsun uygulanan dönüşüm sonucu plaka yatay konumda ve sabit büyüklüğe dönüşmektedir. Ardından plaka bölgelerini algılayacak özellikteki gabor filtreleri ayarlanarak resme uygulanmış ve plaka bölgesi bulunmuştur.

## 2. Sistemin Genel Yapısı

Önerilen sistem şu üç adımdan oluşmaktadır.

- Aracın yerinin bulunması
- Geometrik dönüşüm uygulanması
- Gabor filtresi uygulanması

Geliştirilen plaka tanıma sistemi tartılmak üzere kantara çıkan kamyonların plakalarını okuyacak şekilde tasarlanmıştır. Kantarın ön kısmında bulunan aracın önüne doğru eğik bir şekilde bakan kamera görüntülerinden plaka bulunmuştur. Sistemin genel yapısı Şekil-1'deki gibidir. ABCD kantarı, E noktası kamera direğinin dibini, F noktası kamera odağını göstermektedir.



Şekil 1: Sistemin genel yapısı.

Bu şekilde yerleştirilen kameradan alınan görüntülerde plaka eğik ve uzak kısımları küçük görünmektedir. Şekil-2'de örnek bir görüntü vardır.

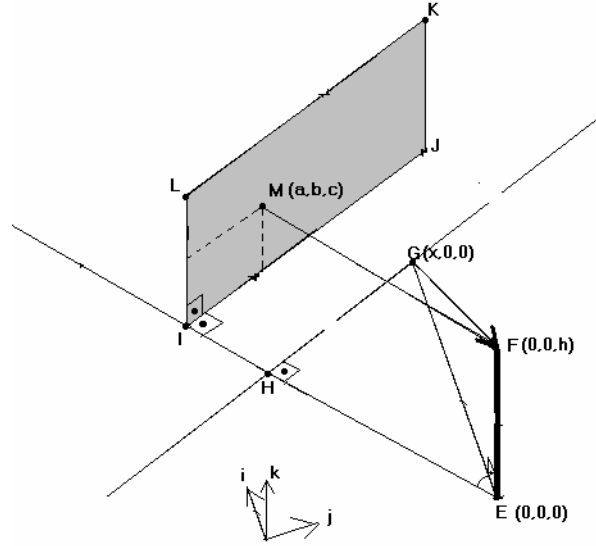


Şekil 2: Örnek kamera görüntüsü

Plaka yerini daha iyi bulmak ve tanıma aşamasında performansı arttırmak için geometrik dönüşüm uygulanmıştır. Geometrik dönüşüm sayesinde araca cepheden bakılıyormuş gibi görüntü elde edilmektedir. Dönüşüm sonucu oluşan resme gabor filtresi uygulanıp plaka bölgeleri bulunmaya çalışılmıştır.

## 3. Aracın Yerinin Bulunması

Şekil-3'deki gibi F noktasına yerleştirilen kamera G noktasına odaklanmıştır.



Şekil 3: Geometrik dönüşüm.

IJKL düzlemi aracın ön yüzünü temsil etmektedir. Bu düzlemdeki her noktanın görüntü düzleminde hangi noktaya eşleneceğinin bulunması sayesinde kamyonun ön yüzü düzeltililebilir. M noktasının görüntü düzleminde karşılık geldiği nokta GFM açısıyla ilişkilidir.

Geometrik düzeltmenin kamyonun ön yüzünün düzeltilmesine uygulanabilmesi için öncelikle aracın ön yüzünün kameraya olan uzaklığı bilinmesi gerekmektedir. Bu mesafe Şekil-3'e göre EI mesafesidir. Aracın görüntü üzerinde bulunduğu yeri tespit için arka plan ile araç içeren resmin korelasyonu alınır.

$$K(x,y) = \frac{\sum_{i=-10}^{10} \sum_{j=-10}^{10} (I_{x+i,y+j} - I_{xy}^m)(B_{x+i,y+j} - B_{xy}^m)}{\sqrt{\left( \sum_{i=-10}^{10} \sum_{j=-10}^{10} (I_{x+i,y+j} - I_{xy}^m)^2 \right) \left( \sum_{i=-10}^{10} \sum_{j=-10}^{10} (B_{x+i,y+j} - B_{xy}^m)^2 \right)}} \quad (1)$$

I plaka bulunacak resmi, B arka plan içeren resmi,  $I_{xy}^m$  resmin üzerinde işlem yapılan 20\*20'lik bölümünün ortalamasını,  $B_{xy}^m$  arka plan resminin üzerinde işlem yapılan 20\*20'lik bölümünün ortalamasını, K ise iki resim arasındaki korelasyonu göstermektedir. Yukarıdaki formüle göre oluşan korelasyon resmi aşağıdaki gibidir.

Şekil-4'te görüldüğü üzere aracın bulunduğu yerlerde korelasyon çok küçük, araç olmayan yerde ise oldukça yüksektir.



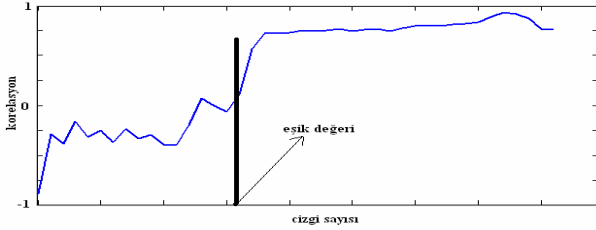
Şekil 4: Korelasyon sonucu

Aracın bulunduğu çizgiyi bulabilmek için Şekil-5’de görünen sabit çizgilerden yararlanılmıştır. Bu çizgiler üzerindeki noktaların korelasyonlarının ortalaması çıkarılıp her bir çizginin ortalama korelasyon katsayıları hesaplanır.



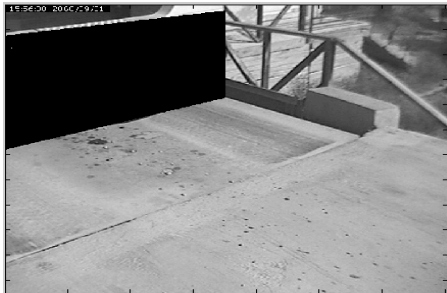
Şekil 5: Araç yer tespiti

Her bir çizginin ortalama korelasyon katsayıları Şekil-6’deki gibidir.



Şekil 6: Korelasyon ortalamaları

Korelasyon ortalamalarından aracın bulunduğu yerin kestirimi için otsu metodu kullanılmıştır. Korelasyon ortalamaları resmin histogram grafiği gibi düşünülerek otsu eşikleme metodu uygulanarak grup içi varyansın en küçük gruplar arası varyansın en büyük olduğu sınır belirlenir. Böylelikle görüntü düzleminde aracın en alt noktasının bulunduğu çizgi belirlenir. Bu çizgi Şekil-3’deki gösterime göre IJ çizgisidir.

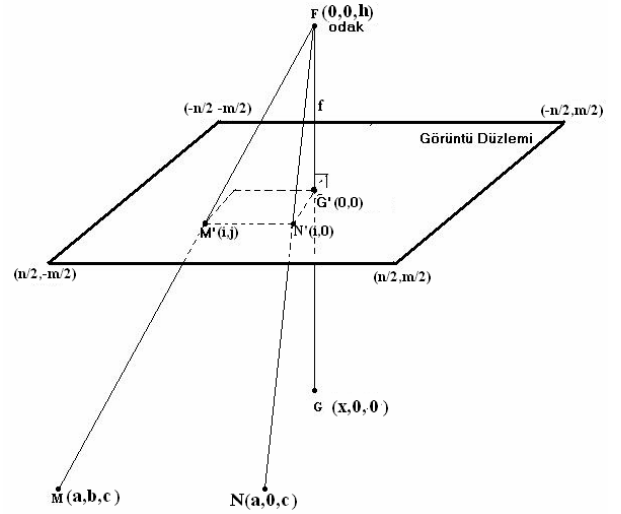


Şekil 7: Resmin taranacak kısımları

Görüntü düzleminde aracın bulunduğu alt çizgi belirlendikten sonra bu koordinatlar bir sonraki bölümde anlatılan dönüşümün tersi kullanılarak gerçek uzaydaki koordinatları elde edilir. Şekil-3’deki I noktası başlangıç noktası olmak üzere bütün IJKL dörtgeni taranır. Taranan noktalar Şekil-7’deki gibidir.

#### 4. Geometrik Dönüşüm

Şekil-3’ün bir diğer gösterimi Şekil-8’deki gibidir. G,F,M,N noktaları gerçek uzaydaki noktaları G’,M’,N’ ise gerçek uzaydaki noktaların görüntü düzlemindeki karşılıklarını göstermektedir. Görüntü düzlemi n satır m sütunlu bir matris olarak düşünülüp, orta noktası (0,0) olarak gösterilmiştir.



Şekil 8: Gerçek uzay ve görüntü düzlemi

FG’ uzaklığı kameranın odağı olan f ile gösterilmektedir. MFG açısının ölçüsü MFG üçgeninin kenar uzunlukları ve alanı kullanılarak hesaplanabilir.

$$|MF| + |FG| + |MG| = 2u, s(MFG) = \alpha, \text{ dersek}$$

$$\frac{1}{2} \cdot |MF| \cdot |FG| \cdot \sin(\alpha) = \sqrt{u \cdot (u - |MF|) \cdot (u - |FG|) \cdot (u - |MG|)}$$

$$\alpha = \sin^{-1} \left\{ \frac{2 \cdot \sqrt{u \cdot (u - |MF|) \cdot (u - |FG|) \cdot (u - |MG|)}}{|MF| \cdot |FG|} \right\} \quad (2)$$

olarak bulunur. F ve G noktasının y bileşenleri 0 olduğu için, y bileşeni 0 olan noktalar görüntü düzleminde aynı sütunda bulunmaları gerekmektedir. Ayrıca N noktası M noktasının y bileşeni 0’a eşit hali olduğundan, görüntü düzleminde N noktası M ile aynı satırda olması gerekmektedir. M noktasının görüntü düzlemindeki konumu (i,j) ise N noktasının (i,0) olması gerekmektedir. NFG açısının ölçüsü yine NFG üçgeninin alanı ve kenar uzunluklarından yazılabilir.

$$|NF| + |FG| + |NG| = 2v, s(NFG) = \beta, \text{ dersek}$$

$$\beta = \sin^{-1} \left\{ \frac{2 \cdot \sqrt{v \cdot (v - |NF|) \cdot (v - |FG|) \cdot (v - |NG|)}}{|NF| \cdot |FG|} \right\} \quad (3)$$

olur. Kameranın odak uzaklığı f ise

$$|M'G'| = f \cdot \tan(\alpha) \quad |G'N'| = f \cdot \tan(\beta) \quad (4)$$

olarak bulunur. G’ noktası görüntü düzleminde (0,0) noktasında olduğu göz önüne alınırsa M’ noktasının

koordinatları

$$i = f \cdot \tan(\beta) \quad j = \sqrt{(f \cdot \tan(\alpha))^2 - (f \cdot \tan(\beta))^2} \quad (5)$$

şeklinde bulunur. Böylece kamera ya ait parametreler bilindiği takdirde koordinatları bilinen bir noktanın görüntü düzleminde nerede oluşacağı hesaplanabilir. Şekil-3'deki IJKL dörtgenini oluşturan noktalar görüntü düzleminde karşılık gelen piksellerle eşleştirildiğinde IJKL dörtgeninin görüntüsü Şekil-9'daki gibi olmaktadır.



Şekil 9: Düzeltilmiş resim

## 5. Gabor Süzgeçleri

Gabor süzgeçleri desen tanımda oldukça sık kullanılan bir yöntemdir. Gabor çekirdeği istenilen açı ve dalga boyuna ayarlanarak istenilen özellikteki desenler bulunabilir. Gabor çekirdeğinin genel denklemi aşağıdaki gibidir.

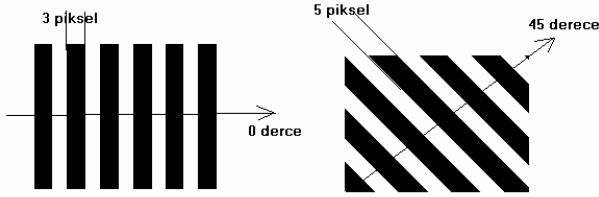
$$g(x, y; \lambda, \theta, \sigma) = \exp\left(-\frac{x'^2 + y'^2}{2\sigma^2}\right) \cdot \cos\left(2\pi \cdot \frac{x'}{\lambda}\right) \quad (6)$$

$$x' = x \cdot \cos \theta + y \cdot \sin \theta \quad y' = -x \cdot \sin \theta + y \cdot \cos \theta$$

Formülde  $g$  gabor çekirdeğini göstermektedir. Bu çekirdek 3 parametre tarafından kontrol edilmektedir.  $\theta$  aranan desenin açısını,  $\lambda$  aranan desenin dalga boyunu vermektedir.  $\sigma$  değeri büyük olduğunda sadece  $\lambda$  ve bu değere çok yakın dalga boylarına sahip desenler bulunurken, küçük değerlerde daha geniş bir spektrumda dalga boyu içeren desenler bulunur. Gabor çekirdeği istenilen deseni bulacak şekilde ayarlandıktan sonra düzeltilmiş resimle evrişime sokularak plaka bölgelerinin sivrilmesi, diğer kısımların sönmesi sağlanmıştır.

$$G = I \otimes g \quad (7)$$

$G$  evrişim sonucunda oluşan resmi,  $I$  düzeltilmiş resmi,  $g$  ise gabor çekirdeğini göstermektedir.

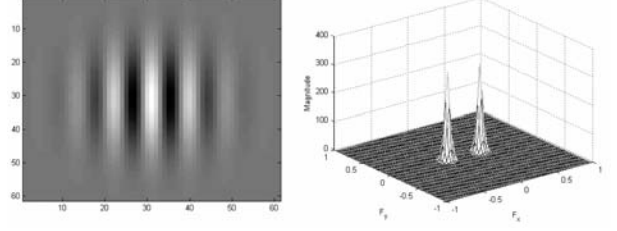


Şekil 10: Örnek desenler

Şekil-10'da iki adet örnek desen görünmektedir. Birinci deseni oluşturan çizgilerin kalınlığı 3 piksel olduğundan, bu deseni algılayacak bir gabor filtresinin çekirdek parametreleri  $\lambda = 6$  olması gerekmektedir. Ayrıca desen açısı  $0^\circ$  olduğundan  $\theta = 0$  olması gerekmektedir. İkinci desen için ise  $\lambda = 10$ ,  $\theta = 45$  olması gerekmektedir.

Gabor çekirdeğinin parametrelerinin ne olacağı plaka bölgesinin tespitinde çok önemlidir. Plaka, dönüşüm sayesinde tam yatay konumda olacağı için  $\theta = 0$  olmalıdır.

Dönüşüm sonucu oluşan görüntüde standart bir plakadaki çizgi kalınlığı ortalama 4,5 pikselidir. Bu durumda çizgilerin oluşturduğu dalganın boyu  $\lambda = 9$  olur.  $\sigma = 10$ , deneysel olarak en iyi sonucu vermektedir.



Şekil 11: a) Gabor çekirdeği b) Çekirdeğin frekans yanıtı

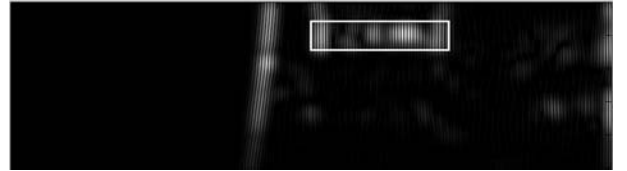
Bu parametrelerle beraber oluşturulan gabor çekirdeğinin düzeltilmiş resimle evrişim sonucu Şekil-12'dedir. Plaka bölgesi yoğun olarak beyaza yakın değerler alırken diğer kısımlar siyaha yakındır. Bu şekilden plaka bölgesini tam bulabilmek için plaka boyutunda bir çerçeve Şekil-11'deki gibi resmin üzerinde dolaştırılır ve çerçevenin içi toplanır. En yüksek toplamı veren yer plaka bölgesi olarak işaretlenir.



Şekil 12: Gabor süzgecinin cevabı

$$[px, py] = \arg \max_{x=1..n; y=1..m} \left( \sum_{i=x}^{x+bx} \sum_{j=y}^{y+by} G(i, j) \right) \quad (8)$$

Bulunan plaka bölgesinin sol üst koordinatı  $(px, py)$ 'dir.  $bx$  ve  $by$  aranan plaka bölgesinin boyutlarını göstermektedir.  $G$  ise evrişim sonucunda oluşan resmi göstermektedir. Bulunan plaka bölgesinin gösterimi ve bu bölgenin içerdiği görüntü Şekil-13 ve Şekil-14'tedir.



Şekil 13: Bulunan plaka bölgesi



Şekil 14: Bulunan plaka

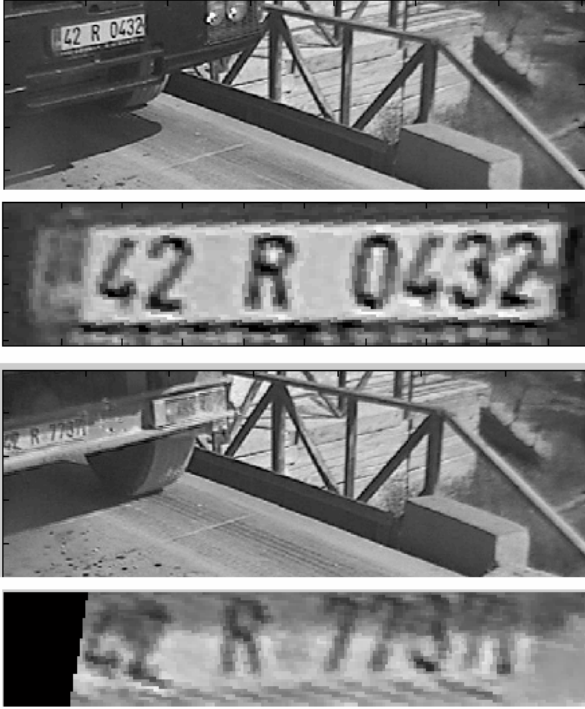
## 6. Sonuçlar

Kantar üzerine çıkan 85 kamyon için önerilen yöntem denenmiştir. Yapılan testlerin önemli bir bölümünde plaka doğru bulunmuştur. Fakat bazı durumlarda yanlış alan bulunduğu gibi bazı durumlarda da plakanın tamamı değil de bir kısmı bulunmuştur. Hatalı sonucun en büyük sebebi görüntü içerisinde bulunan ve plaka bölgesinin sahip olduğu desene sahip bölgelerin olmasıdır. Bu bölgeler daha çok far

üzerine takılan ızgara şeklindeki far koruyucularıdır. Gabor filtresi yanıtının yanında plaka renk bilgisi ve plaka boyutu bilgisi kullanılarak başarı artırılabilir.

Tablo 1: Başarı

	Sayı	Yüzde
Doğru plaka	76	%89
Hatalı plaka	5	%6
Eksik plaka	4	%5
Toplam	85	%100



Şekil 15: Doğru plaka örnekleri



Şekil 16: Eksik plaka örneği



Şekil 17: Hatalı plaka örnekleri

## 7. Kaynaklar

- [1] Kamat, V. and Ganesan, S., "An efficient implementation of the Hough transform for detecting vehicle license plates using DSP'S", *Real-Time Technology and Applications, Symposium*, 1995.
- [2] E R. Lee, P. K. Kim and H. J Kim, "Automatic Recognition of A Car License Plate using Color Image Processing", *Proc. IEEE Int'l. Conf. On Image Processing*, vol. 2, pp 301-305, 1994
- [3] Barroso, J., Rafael, A., Dagless, E. L., Bulas-Cruz, J.: Number plate reading using computer vision, *IEEE – International Symposium on Industrial Electronics ISIE'97*. Universidade do Minho, Guimarães, (1997).
- [4] S. Kim, D. Kim, Y. Ryu, and G. Kim. "A robust license-plate extraction method under complex image conditions", *IEEE 16th Int'l. Conf. on Pattern Recognition*, Québec, Canada, Aug. 2002.
- [5] Seke E. Adar N. "Plaka Bulmada Çoklu Öznitelik Kullanma", *IEEE 16. Sinyal İşleme, İletişim ve Uygulamaları Kurultayı SİU*,2008
- [6] Z.Q.S. Shi, J.Xu and H. Fu, "Method of License Plate Location Based on Corner Feature", *Proc. IEEE 6th World Congress on Intelligent Control and Automation*, Dalian, China, June 2006,.
- [7] C. Oz and F. Ercal, "A practical license plate recognition system for real-time environments" *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 3512, pp. 881-887, 2005
- [8] Porikli F. Koçak T. "Robust License Plate Detection Using Covariance Descriptor in a Neural Network Framework", *IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance (AVSS 2006)*, Sydney, 2006
- [9] Kahrman F. Kurt B. Gökmen M. "License Plate Character Segmentation Based on the Gabor Transform and Vector Quantization" *ISCIS 2003, LNCS 2869*, pp 381-388, 2003