

# MOTORLU ARAÇLAR İÇİN PLAKA TANIMA SİSTEMİ

Umut ÇELİK<sup>1</sup>, Mustafa ORAL<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi

Müh. Mim. Fak. Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü

Antakya-Hatay

e-mail:umut\_celik@yahoo.com ve mustafaoral@yahoo.com

## Özet

Motorlu araçlar için plaka tanıma sistemleri araç tanıma otomasyonunda kullanılan tekniklerden birisidir. Trafik denetleme, gişe otomasyonu ve denetimli saha giriş kontrolü (hastane, askeri tesis vb.) uygulamalarında verimli olarak kullanılırlar. Bu çalışmada, Türk plaka standartlarına uyan sivil plakaya sahip araçlar için bir plaka tanıma sistemi geliştirilmiştir. Plaka tanıma işlemi video kamera'dan yakalanan görüntülerden koparılan plaka bölgesi üzerinde gerçekleştirilmektedir. Çalışmada, bu işlem için geriye yayılım algoritması kullanan yapay sinir ağı (YSA) kullanılmıştır. Tanıma işlemi iki aşamada gerçekleştirilmektedir; plaka bölgesi içerisinde karakter yer tespiti ve bu karakterlerin tanınması. Karakter yer tespiti çeşitli görüntü işleme algoritmaları kullanılarak yapılmıştır. Histogram equalizasyonu ile düzeltilmiş resimlerde smearing ile karakter sınır bölgeleri tespit edilmiş, mavi renkli bölgeye göreceli dizilmiş karakter sayısı boyutu ve türü, çeşitli görüntü işleme rutinleri ile algılanmıştır. Ardından belirlenen karakter bölgesi, plakalarda kullanılan 22 harf ve 10 rakamı tanımaya eğitilmiş YSA'ya beslenmiş ve plaka tanıma gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Sözcükler:Plaka tanıma, geriye yayılım, görüntü işleme, karakter tanıma,yapay sinir ağı

## 1. GİRİŞ

Son çeyrek yüzyılda araç sayısının artması ve trafikte oluşan sorunlar, otomatik araç tanıma ve trafik akışının kontrolü üzerine çalışmalar yapılmasını gerektirmiştir[1],[2],[3],[4]. Bu amaca yönelik çalışmalar temel olarak araçları özel bir noktadan geçerken tanımlamak, aracın konumunu belirlemek, davranışını gözlemlemek ve buna göre trafik denetimi sağlamaya yöneliktir. Sistemin ticari değerinin yüksek olmasından dolayı yapılan çalışmaların detayları hakkında literatür bilgisi bir kaç yaklaşım ile sınırlıdır. Araç plakası tanıma işlemi iki temel adımda gerçekleştirilir; plaka yer tespiti ve plaka üzerindeki karakterlerin tanınması. Bu çalışma ikinci adımı kapsamaktadır. Karakterlerin tanınması işleminde genel olarak üç yöntem kullanılır: Örnek Eşleştirme[5],[6] (Template Matching), Karakteristik Tabanlı[7] ve Yapay Sinir Ağları[1],[8],[9],[10],[11].

Türkiye karayolu trafiğinde plakalar; sivil, resmi, askeri, diplomatik vs. gibi değişik renk ve formatta olabilmektedir. Bu çalışmada, Türk plaka standartlarına uyan *sivil* plakaların tanınması amaçlanmıştır. Bu plakaların genel özelliği; beyaz zemin üzerine siyah karakterlerden oluşması, ilk iki karakterin şehir kodunu belirtmesi ve ondan sonra gelen karakterlerin rasgele harf ve rakam dizisinden oluşmasıdır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Türk sivil plaka standardına göre motorlu taşıt plakaları 110mmX526mm ya da 210X320 ebatlarında, 77mm karakter yüksekliğine ve 10mm karakterler arası açıklığa, 77mm bölgeler arası açıklığa sahip tek sıra veya çift sıra dizilmiş karakterlerden oluşmalıdır. Karakterlerin genişliği sabit bir değere sahip olmamakla beraber genişlik ve boy arasında 36/77 oranı belirlenmiştir. Plakaların resmi bir standardı olmasına rağmen, trafikteki araçların önemli bir kısmı standartlara uygun olmayan plakalara sahiptir. Ayrıca plakalar üzerinde çeşitli çıkartmalar, fosforlar, pullar, vidalar ve çamur gibi yabancı nesnelere de bulunabilmektedir. Tüm bunlara ek olarak, kameradan elde edilen görüntülerin kalitesinin aydınlatmaya bağlı olarak değişkenlik göstermesi plaka tanıma otomasyonunu güçleştiren faktörlerdir.

Geliştirilen sistem, kameradan yakalanan araç görüntülerinden koparılan plaka bölgesini giriş olarak kabul etmektedir. Plaka bölgesinin tanınması ve koparılması işlemi gelecekteki çalışmalara bırakılmıştır. Sisteme giriş olarak sunulan plaka görüntüleri Şekil 4'de verilmiştir.

Karakter Ayırıştırma Modülü (KAM) ile plaka görüntülerine bir dizi görüntü ön-işleme algoritması uygulanarak karakter bölgeleri ayırıştırılır. Bu bölgelerin her birisi daha sonra Karakter Tanıma Modülü'ne (KTM) giriş vektörü olarak beslenir. KTM geriye yayılım algoritması kullanan, harf ve sayı tanıma için eğitilmiş iki farklı Yapay Sinir Ağını (YSA)

içermektedir. Vektör olarak verilen karakter bölgesi ilgili YSA'da test edilir ve olası karakterler KTM modülü tarafından önerilir. Tüm karakterlerin tanınmasından sonra ASCII plaka bilgisi üretilerek kullanıcıya sunulur.

## 2.1. Karakter Ayırıştırma Modülü (KAM)

Sisteme verilen görüntü bilgisi, plaka çerçevesini ve bu çerçevenin sınırladığı alan içerisindeki karakterleri içermektedir (Şekil 1.a). 263X55 piksel boyutlarındaki bir plakada karakter bölgelerinin izole edilerek koparılması için karakter boyunun ve her bir karakterin genişliğinin bulunması gerekmektedir. Kullanılan karakter boyu, her plaka için çeşitlilik gösterdiğinden test edilecek her plaka için kullanılan karakter yüksekliğinin belirlenmesi gerekir. Ayrıca bir plaka içerisinde kullanılan karakterlerin genişlikleri de değişkenlik gösterebilir. Çalışmada karakterlerin önce *smearing* algoritması ile boyu, ardından da *genişlik bulma* algoritması ile genişliği bulunmuştur. Genişlik bulma algoritması ayrıca gürültülerin bastırılması görevini de üstlenmiştir.

Plaka görüntüsü video kameranın kalitesi ve ışık şiddetinin değişkenliği nedeniyle bir çok gürültüler içermektedir. Histogram equalizasyonu ile görüntüdeki kontrast artırılmakta ve daha düzgün bir histograma sahip resim elde edilmektedir[12] (Şekil 1.b). Sistem başarısına etkisi baskın olmadığı için sistemin hızının artırılmasının kaçınılmaz olduğu durumlarda Histogram equalizasyonu by-pass edilebilir.



Şekil 1. (a) Orijinal görüntü, (b).Histogram Equalizasyonu sonucu, (c) İkilik resmin elde edilmesi.

Gri seviyeye dönüştürülen sonuç görüntüsüne adaptif eşikleme uygulanarak ikilik (binary) görüntü elde edilir (Şekil 1.c). Gri seviye görüntünün histogramından belirlenen  $T_{th}$  eşik değeri karakterlerin belirgin olmasını sağlamak için plakanın gri seviye renk ortalamasından daha az seçilerek adaptif olması sağlanmıştır. Bu değer koyu ton plaka görüntüleri için daha düşük, açık tonlar için daha yüksek olmaktadır. Böylece art alan beyaz ve görüntüdeki karakterler siyah olarak ayrıştırılmış olur.

Eşikleme sonucu oluşan resim üzerinde *smearing* algoritması ile küçük siyah bölgeler birleştirilerek karakter alanları sınırlandırılmıştır. (Şekil 2). *Smearing* algoritmasının çalışma prensibi; yatayda veya düşeyde yan yana dizilmiş beyaz piksellerin sayısının, önceden belirlenmiş bir  $T_{SM}$  eşik değerinden küçük olması durumunda, o piksellerin siyah renge çevrilmesi olarak özetlenebilir.  $T_{SM}$  eşik değerinden daha yüksek sayıda

var olan beyaz piksel dizileri ise dokunulmadan aynen bırakılmalıdır.

Plaka genişliği yaklaşık olarak 11 karakterdir ve karakterler arası açıklığın maksimum olduğu bölge şehir kodu ile harf kodları arasındaki mesafedir ki bu da standartlar gereği karakter yüksekliği kadar olmalıdır. Bununla birlikte, kimi karakterlerin kendi bölgelerinin sağ veya sol sınırlarına dayalı parçalarının olması, karakterler arası güvenli açıklığın karakter yüksekliğinin iki katı olmasını gerektirir. Bu da yaklaşık olarak Plaka yüksekliğinin 1.4 katıdır. Buradan hareketle yatay *smearing* eşik değeri

$$T_{SMyatay} = 1.4 * \text{Plaka\_Yüksekliği} = 1.4 * 55 = 77$$

olarak belirlenir. İkilik seviyeye indirgenmiş plaka görüntüsüne  $T_{SMyatay} = 77$  eşik değeriyle yatay *smearing* algoritması uygulanmış ve sonuç resmi Şekil 2.a'da gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere tüm karakterlerin alt ve üst sınırları yatay iki beyaz bölge olarak bulunmuştur.

Düşey *smearing* algoritması için düşey *smearing* eşik değeri  $T_{SMdüşey}$  ise karakter yüksekliğinin yarısı olarak denemeler sonucunda seçilmiştir. Bu da ;

$$T_{SMdüşey} = 0.35 * \text{Plaka\_Yüksekliği} = 0.35 * 55 = 19$$

olarak belirlenir. Seçilen  $T_{SMdüşey}$  değerinin ikilik seviye plaka görüntüsüne uygulanması sonucu Şekil 2.b'de verilmiştir.  $T_{SMyatay}$  ve  $T_{SMdüşey}$  eşik değerlerinin plaka yüksekliğine bağlı olmasından dolayı sistem farklı mesafelerden çekilmiş plaka görüntülerinin analizinde de güvenle kullanılabilir. Bu amaçla araç görüntüsünden koparılan plaka bölgesinin sisteme beslenmeden önce 263x55 piksel ebatlarına yeniden boyutlandırılması gerekir.



Şekil 2 İkilik resme *smearing* algoritmasının uygulanması.(a) Yatay *smearing*,(b) Düşey *smearing*, (c) İki resim arasındaki OR işleminin sonucu

Yatay ve düşey *smearing* algoritmalarının sonuçları mantıksal OR işlemine tabii tutulursa, plakayı oluşturan her bir karakter bloklar haline getirilir (Şekil 2.c). Blokların yükseklikleri kullanılarak karakterlerin yüksekliği belirlenir.

*Smearing* algoritması ile bloklanan karakter bölgeleri sırasıyla incelenerek karakter olup olmayacağı kontrol edilmekte ve genişlikleri bulunmaktadır. Oransal olarak karakter olmayacak kadar küçük bölgeler (vida, damga, çamur kalıntısı gibi.) karakter tanıma ünitesine gönderilmeden önce elimine edilmektedir. Diğer taraftan, oransal olarak bir karakterden daha geniş alana sahip bloklar da KTM'ye gönderilmeden önce bölünerek hatalı ayrıştırmanın önüne geçilmiştir.

Şekil 3'de örnek bir plaka için KAM'ın ayrıştırdığı karakterler verilmiştir. KAM çıkışı ikilik seviyede elde edilen karakter bölgeleridir ve bu bölgelerin her biri KTM'ye giriş vektörü olarak sunulur.



Şekil 3. Plaka karakterlerinin ayrıştırılması

## 2.2. Karakter Tanıma Modülü (KTM)

KTM, KAM tarafından ayrıştırılan karakterlerin tanınması işlemini gerçekleştirir. Tasarlanan sistemde, karakter tanıma işlemi için, KTM içerisinde, geriye yayılım algoritması kullanan YSA'lar görevlendirilmiştir. Tüm karakter tiplerinin bulunduğu eğitim seti ile yapılan denemelerde ağır bazı rakamlarla bu rakamlara benzerlik gösteren harfleri karıştırdığı tespit edilmiştir. Bundan dolayı harfleri ve karakterleri tanıyacak YSA'lar ayrı ayrı oluşturulmuş ve eğitilmiştir. Bu YSA'lar giriş vektörü olarak, Türk plaka sitesindeki karakter boyutlarının oranına bağlı olarak seçilen, 15x32 piksel boyutlarında ikilik seviye resimleri kabul etmektedir.

Plaka karakterleri tanımak için oluşturulan YSA'nın giriş katmanında  $15 \times 32 = 480$  adet nöron, gizli katmanda 100 adet nöron ve çıkış katmanında plakalarda kullanılan harf sayısı olan 22 adet nöron bulunmaktadır. Burada her çıkış bir harfi temsil etmektedir.

Rakam tanıma için kurulan YSA'da ise giriş katmanında yine 480 adet nöron, gizli katmanda 100 adet nöron ve çıkış katmanında 10 adet nöron bulunmaktadır. Yine burada her çıkış bir rakamı temsil etmektedir Her iki YSA'da da gizli katmandaki nöron sayısı, denemelerle belirlenmiştir.

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Geliştirilen sistem, değişik ışık koşulları altında değişken mesafelerden çekilmiş 105 adet araç görüntüsünden koparılmış plakalar üzerinde test edilmiştir. Değişken mesafelerden alınan plaka görüntüleri KAM'ın kabul ettiği 263X55 piksel ebatlarında değil ise bu görüntüler otomatik olarak yeniden boyutlandırılarak modüle kabul edilmiştir.

KTM modülünde harf ve rakam tanımak için kullanılan YSA'lar, gerçek plaka görüntülerinden kopararak hazırlanmış karakter setleri ile eğitilmişlerdir. Test amacı ile kullanılan 105 plaka görüntüsündeki toplam 746 karakterin 1'i KAM tarafından ayrıştırılamamış ve olmayan 1 karakter KAM tarafından fazladan önerilmiştir. Bu durumda KAM'ın ayrıştırma başarısı %99.7 olarak belirlenmiştir. KTM'nin karakterleri tanıma başarısı ise önerilen ilk karakterin doğru olma durumuna göre %96.3 ve karakterin önerilen ilk üç karakter içerisinde olma durumuna göre de %97.6 olarak belirlenmiştir.

Sistemin plaka tanıma başarısı ise; plakanın önerilen ilk karakterlerle doğru tanıma başarısı %77.15 ve önerilen ilk üç karakterlerle doğru tanıma başarısı %85.72 olarak belirlenmiştir. Bunlara ek olarak 105 plaka görüntüsünden rasgele örneklerle alınan 30'ar plakadan oluşturulmuş 20 adet grup için başarı oranları hesaplanmış ve tüm grupların ortak başarı oranı  $89.16 \pm 5.76$  olarak belirlenmiştir.

İstenildiğinde yukarıda belirlenen başarı oranları suni olarak daha yukarılara çekilebilir. Performans testleri için, iyi koşullarda aydınlatılmış, yabancı nesnelere arındırılmış ve çelişkiye neden olan D-O, A-R, G-S v.b. ikililerin minimum sayıda olduğu plakalar kullanılacak olursa çarpıcı başarı oranları elde edilebilir. Yukarıda sistem performansı için belirlenen değerler tamamen rastlantısal olarak seçilmiş plakalar üzerinden elde edilmiştir.

## 3.SONUÇ

Motorlu taşıt görüntülerinden koparılmış plakaları otomatik olarak tanıyan bir sistem, görüntü işleme teknikleri ve yapay sinir ağları kullanılarak tasarlanmış ve tanıma başarısı  $89.16 \pm 5.76$  olarak belirlenmiştir. Sistem performansını olumsuz etkileyen faktörler; plakaların karayollarının belirlediği standartlara uygun olmaması, plaka alanında yabancı nesnelere sıklıkla var olması ve aydınlatmanın zayıf olduğu durumlar olarak belirlenmiştir. Sistem performansının daha yukarıları çekilmesi Karakter Tanıma Modülü üzerinde yapılacak gelecekteki çalışmalarla mümkündür.





Şekil 4. Sistem testlerinde kullanılan plaka görüntüleri

## 5. KAYNAKLAR

1. C. J. Setchell. Application of Computer Vision to Road-Traffic Monitoring. PhD Thesis. University of Bristol. 1997.
2. A. Khattak, H. Noeimi, H. A.-Deek, R. Hall. Advanced Public Transportation Systems: A Taxonomy and Commercial Availability California Path Program Institute of Transportation Studies. University of California, Berkeley. ISSN 1055-1425. 1993
3. J. J. Lu, M. J. Rechterik, S Yang. Automatic Vehicle Identification Technology Applications to Toll Collection Services. [http://www.itsdocs.fhwa.dot.gov//JPODOCS/REPT\\_MIS/87F01!.PDF](http://www.itsdocs.fhwa.dot.gov//JPODOCS/REPT_MIS/87F01!.PDF).
4. B. Martin, P. Scott. Automatic Vehicle Identification: A Test of Theories of Technolog. *Science, Technology, & Human Values*, Vol. 17, No. 4, Autumn 1992, pp. 485-505.
5. J. P. Collomosse, M. A. Oliver. Recognition of Vehicle Licence Plates from Real World Images. Final year project. University of Bath. 2001
6. D. Chanson, T. Roberts. License Plate Recognition System. The 2001 International Conference on Imaging Science, Systems, and Technology (CISST'2001). Monte Carlo Resort, Las Vegas, Nevada, USA 2001
7. B. Üçüncü. Computer Based Identification of Car License Plate. Master of Science Thesis in Middle East Technical University. Ankara. 2000.
8. Sorin Draghici, A Neural Network Based Artificial Vision System for Licence Plate Recognition. *International Journal of Neural Systems*, pp. 113-126, vol. 8, no. 1, 1997.
9. K.S. Yap, Y.H. Tay, M. Khalid, T. Ahmad,. Vehicle License Plate Recognition by Fuzzy Artmap Neural Network, World Engineering Congress 1999 (WEC'99), Universiti Putra Malaysia, 19-22 July 1999.
10. M. M. M. Fahmy. Computer Vision Application to Automatic Number-Plate Recognition. In Proceedings of 26th. International Symposium on Automotive Technology and Automation, pp. 625-633, Aachen, Germany, 1993.
11. G. Auty, P. Corke, P. Dunn, M. Jensen, I. Macintyre, D. Mills, H. Nguyen, B. Simons. An Image Aquisition System for Traffic Monitoring Applications. *SPIE: Cameras and Systems for Electronic Photography and Scientific Imaging*, 2416:118{133, February 1995.
12. C. R. Gonzalez, R.E. Woods. Digital Image Processing. Addison Wesley Publishing Company. 716s.1993.