

ARAÇ PLAKA TANIMA SİSTEMİ

Orhan KAPLAN¹

Şeref SAĞIROĞLU²

Ömer F.ÇOLAKOĞLU³

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Erciyes Üniversitesi, 38039, Kayseri

¹eposta: orka@erciyes.edu.tr

²eposta: ss@erciyes.edu.tr

³eposta: o_colakoglu@yahoo.com

Anahtar sözcükler: Plaka Otomasyon Sistemi, Görüntü İşleme, Yapay Sinir Ağları.

ABSTRACT

Image processing techniques have been used in information technologies an important task such as medical, military, production, education and agricultural technological applications. Drastic increase in the number of vehicles has brought many problems. Image processing techniques has been used to provide plausible solutions numerous applications such security and vehicle control requirements, statistical information request, etc. These applications are campus or car park input/output control, speed limit control, traffic light violating control in junctions, different statistical reports requirements and automatic payment. In this work, a Car Plate Recognition System (CPRS) for vehicle input/output control and statistical information requirements in Erciyes University Main Campus is presented. The system is consisted electronic sensing and image evaluation modules. Artificial neural networks (ANNs) and some other image processing techniques were used for image processing in evaluation module. ANN was trained with Levenberg-Marquardt method. The CPRS presented in this work was used to control the entry of Erciyes University Campus for providing more security.

1. GİRİŞ

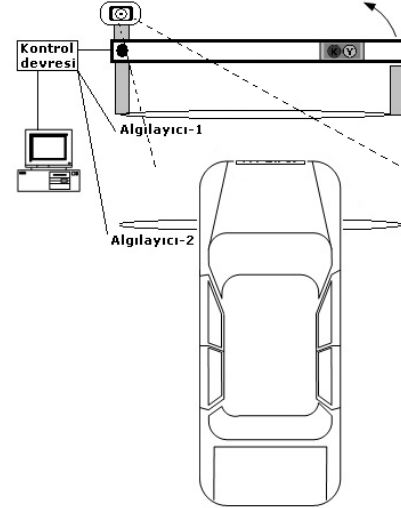
Günümüzde araç giriş/çıkış veya geçiş kontrolü otomasyonu hayatımızı büyük ölçüde kolaylaştırmakta ve ekonomik olarak bir çok girdi sağlamaktadır. Ülkemizde dahil olduğu birçok ülkede; gümrükler, köprü geçişleri, otoyollar, trafik yoğunluğunun yaşandığı kavşaklar, kontrol, güvenlik ve istatistiksel bilgi ihtiyaçlarının yoğun olduğu noktalarda benzer sistemler kullanılmaktadır [1,2,3,4]. Çoğu otomatik araç plaka tanıma sistemleri [1,2,3,4] genel olarak başta kötü hava koşulları olmak üzere, kirli plakalar ve güneş yansımaları gibi çevre şartlarından ve araç üzerindeki plakaya benzer yazılardan olumsuz etkilenmektedir. Bu tekniklerin çoğunda kurulum işlemleri zor ve maliyetler yüksektir.

Bu çalışmada sunulan Araç Plaka Tanıma Sistemi (APTS), dijital kamera kullanılarak tasarlanmış ve görüntü işleme teknikleri kullanılarak mevcut sistemlere alternatif, kurulumu ve kullanımı kolay,

maliyeti oldukça düşük bir yapı sunulmuştur. Bu sayede olumsuz etkileri minimize edilebilecektir.

2. ARAÇ PLAKA TANIMA SİSTEMİ

Araç Plaka Tanıma sistemi (APTS) Erciyes Üniversitesi kampüsü için giren veya geçiş yapan araçların otomatik olarak kaydının tutulması ve daha güvenli bir ortama hazırlamak amacıyla tasarlanmıştır. Ana hatlarıyla bu çalışmada sunulan APTS'nin yapısı Şekil 1'de verilmiştir. Bu sistem; 640x480 piksel çözünürlükte fotoğraf çekebilen bir dijital kamera, ışık ve bariyer kontrol işlemlerini gerçekleştiren elektronik algılama ve görüntü işleme modülleri ile bir adet PIII-500 MHz bilgisayar ve araç kayıt/kontrol yazılımından oluşmaktadır.



Şekil-1. E.Ü Kampüs girişi APTS.

Sistemin çalışması, kampüse giriş yapan aracın bariyerler önüne gelmesiyle başlar. Gelen araç algılayıcı devre tarafından algılanır. Kameradan görüntü alma işlemi bu algılamadan sonra gerçekleştirilir. Kameradan alınan araç görüntüsünden plakanın yeri tespit edilir. Resim işleme teknikleri kullanılarak belirlenen plaka resmi üzerinde sınıflandırma işlemi gerçekleştirilir. Alfanümerik ve nümerik karakter (il kodu ve diğer kodlar) sınıfları belirlenir. Ayrıştırılan karakter resimleri yapay sinir ağları kullanılarak tanımlanır. Bu işlem sonucunda

kampüse giriş yapan aracın plaka bilgisi ve giriş zamanı otomatik olarak veritabanına kaydedilir. Belirlenen araç plakası yetki sorgulamasından geçirilir ve giriş yetkisine sahip araçlara giriş izni verilir. Giriş yetkisi olmayan araçlar için uyarı lambası yanar ve bu araçlarında plakaları ve giriş için müdahalede buldukları zaman, kontrol edilmek üzere veritabanına kayıt edilir, fakat geçiş izni verilmez.

3. APTS UYGULAMASI

APTS'nde bir aracın varlığı indüktif algılayıcı devre kullanılarak tesbit edilmektedir. Yol zemininin altına yerleştirilen indüktif algılayıcıda araç geldiğinde indüktans değerinin arttığı gözlenmektedir. Üretilen bu değer, indüktans ölçen devre yardımı ile okunur ve dijital olarak mikroişlemci giriş portuna aktarılır. Mikroişlemci, bilgisayar ile RS-232 seri haberleşme protokolu kullanarak haberleşmektedir ve bu şekilde aracın varlığı APTS yazılımı tarafından algılanmaktadır.

Araç plakalarının kesin olarak belirlenmesi için kamera-aracın arası mesafe, 2-4 metre aralığında olmalıdır. Araç görüntüsünün alınmasından itibaren bir plakanın belirlenmesi mevcut sistem kullanıldığında 1.5 sn. içerisinde gerçekleştirilir.

APTS'nde kullanılan kamera USB haberleşme protokolunu kullanan ve USB portu kullanılarak bilgisayar bağlantısı gerçekleştirilen bir dijital kameradır. Çekilen araç fotoğrafları dijital kameradan APTS bilgisayarına aktarılmaktadır. Aktarılan bir görüntü gri-seviyeli (0-255 aralığında piksel değerlerine sahip, iki boyutlu) görüntüye dönüştürülür. Bu işlem sonucunda Şekil 2'deki görüntü elde edilmektedir.

Plaka yerinin belirlenmesinde karakter şekillerini resim üzerinde arama [3,4], yatay bir çizgi-maskeyi plaka üzerinde gezdirerek plaka imzasının aranması (cross-section) [1,2] gibi birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler özellikle üzerlerinde yazı bulunan araçlarda ve ülkemiz gibi standart boyut ve sıklıkta plaka karakteri kullanılmayan plakalarda hatalı sonuçlar üretebilmektedir.

Bu çalışmada plaka belirleme işlemi maske kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Maskenin başarısı kontrol kriterleri kullanılarak artırılır. Plakanın belirlenmesi için görüntü üzerinde ilk olarak kenar belirleme (edge detection) işlemi gerçekleştirilir. Kenar; parlaklık değerleri, belirlenen eşik değerinden farklı iki piksel arasındaki sınır olarak tanımlanabilir. Resimdeki kenarlar parlaklık veya renkteki süreksizlik noktalarıdır. Kenar algılama, bilgisayarla görmede oldukça önemli bir işlemdir. Plaka tanımada olduğu gibi çoğu bilgisayarla görme sistemi görüntüdeki özelliklerin algılanmasına dayanmaktadır. Bu özellikler de büyük oranda kenarların birleşimlerinden oluşmaktadır.



Şekil 2. Kameradan Alınan Araç Görüntüsü.

APTS'nin gerçekleştirilmesinde Gri-Seviyeli kenar belirleme (GSKB) [5] (Grey-Level Edge Detection) yöntemi kullanılmıştır. Canny, Prewitt, Sobel ve Zero Crossing [5,6] gibi birçok kenar belirleme operatörü / yöntemi bu sistemde denenmiş fakat başarı ve özellikle hız açısından istenilen kriterler sağlanamamıştır. Bu çalışmada birçok eşik değeri (λ) test edilmiş ve sonuç olarak en iyi başarı gösteren $\lambda=40$ değeri eşik değeri olarak belirlenmiştir. Bu işlem sonucunda elde edilen görüntü Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Gri-Seviyeli Kenar Belirleme Uygulanmış Araç Görüntüsü.

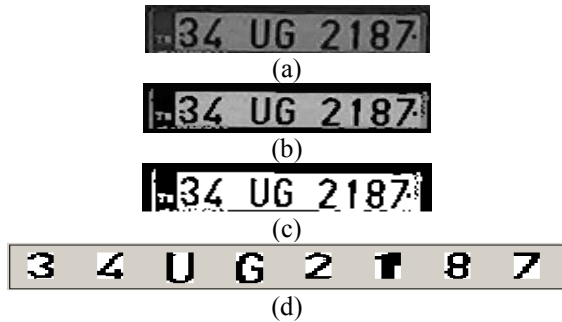
Buna göre aracın görüntü alma sınırlarındaki plaka boyutlarını kapsayan plaka maskesi, görüntü üzerinde ilk pikselden başlayarak gezdirilir. Bu işlemde gezilen her bir bölgede beyaz piksel değerleri sayılarak en yoğun bölge bulunmaya çalışılır. Bu bölgenin elde edilmesi araç plaka yerinin belirlenmiş olduğunu gösterir.

Araç görüntüsünden plaka yeri belirlendikten sonra, Şekil 4(a)'daki gibi bir plaka görüntüsü elde edilmektedir. Plaka üzerinde karakter sınıflandırma işleminde ilk olarak resim üzerinde, zaman farklılıklarından (güneş ışığı açısı) ve gölgelenmelerden doğan ışık farklılıkları vb. gibi gürültüleri ortadan kaldırmak için kontrast genişletme işlemi uygulanır. Bu işlemde; görüntünün koyu renkli bölgeleri daha koyu yapılırken, açık renkli bölgeleri

de daha açık ton haline dönüştürülmektedir. Kontrast genişletme işlemi sonrasında plaka görüntüsü Şekil 4 (b)'de görüldüğü gibi daha parlak (daha çok seçilebilir) olacaktır.

Bir sonraki adımda gerçekleştirilen eşikleme (threshold), plaka görüntüsünden hesaplanan ortalama piksel değerini baz alarak görüntüyü sadece siyah (0) ve beyaz (255) değerlerine çevirmektedir. Bu işlem sayesinde görüntü üzerinde çalışmak daha basit hale gelir. Eşikleme işleminden sonra plaka görüntüsü Şekil 4 (c)'deki gibidir.

Sonraki işlem sınıfların belirlenmesidir. İki-seviyeli (binary level) görüntü üzerinde bir bütün oluşturan her alan bir sınıf olarak belirlenir. Örnek olarak Şekil 4(c)'deki plaka üzerinde plaka çerçevesi, plaka karakterlerinden U ve G'nin altında bulunan ince çizgi, yine plaka karakterlerinden herhangi biri bir sınıf örneği olarak gösterilebilir. Daha sonra bu sınıflar üzerinde karakter maskesi gezdirilerek herbir plaka karakteri görüntü olarak belirlenmiş olur. Burada belirli sınır aralıkları göz önünde bulundurularak plaka il kodu, harf kodu ve nümerik kodlar ayrıştırılır. Bu işlemde plaka boyutuna bağlı olarak karakterler arası mesafeler ve bloklar arası mesafeler değerlendirilmektedir. Belirlenen plaka karakterlerinden nümerik olanlar (il kodu ve nümerik kod) 24x30 piksel, alfanümerik karakterler (harf kodu) ise 25x35 piksel boyutlarına ölçülendirilir. Şekil 4(c)'deki plaka görüntüsünden alınan karakterlerin ölçülendirme işleminden sonraki iki-seviyeli (binary level) görüntüleri Şekil 4 (d)'de verilmiştir.



Şekil 4. Plaka işleme adımları, (a) Araç görüntüsünden alınan plaka, (b) Kontrast genişletme uygulanmış plaka, (c) Eşikleme yapılarak ikili hale dönüştürülmüş plaka, (d) Plakadan elde edilen karakterler.

Görüntüsü alınan aracın plakası görüntü işleme teknikleri kullanılarak belirlenmiş ve plaka karakterlerinin herbiri saptanarak belirli boyutlardaki görüntülere dönüştürülmüştür. Bu noktadan sonraki işlemler karakter tanıma işlemleridir.

Literatürde karakter tanıma için Şablon Karşılaştırma (Template-Matching), Kritik Nokta Metodu [3,7], Hiyerarşik Karakter Tanıma [8] vb. gibi birçok

yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemler özellikle O, 0 ve D gibi karakterler ile B ve 8 gibi benzer karakterler iyi sonuçlar vermemektedir. Başarılı olan yöntemlerin çoğu ise kullanımı oldukça zor olmakla birlikte sonuç üretmesi uzun zaman almaktadır.

Yapay Sinir Ağları (YSA) sonyıllarda bir çok alanda olduğu gibi karakter tanıma alanında uygulanmış başarılı yöntemlerden biridir [9].

YSA'lar [10], genellikle üç kattan oluşmuştur ve ara katta iki saklı tabaka mevcuttur. Giriş katındaki nöronlar tampon gibi davranırlar ve x_i giriş sinyalini ara kattaki nöronlara dağıtırlar. Ara kattaki her bir nöron j 'nin çıkışı, kendine gelen bütün giriş sinyalleri x_i 'leri takibeden bağlantı ağırlıkları w_{ji} ile çarpımlarının toplanması ile elde edilir. Elde edilen bu toplam, y_j 'nin toplam bir fonksiyonu $y_j = f \sum w_{ji} x_i$ olarak hesaplanabilir. Burada f basit bir eşik fonksiyonu, bir sigmoid, hiperbolik tanjant (HT) veya radyal tabanlı bir fonksiyon olabilir. Diğer katlardaki nöronların çıkışları da aynı şekilde hesaplanır.

YSA'ların eğitilmesinde bir çok algoritma kullanılmaktadır [10]. Levenberg-Marquardt Metodu (LMM) son yıllarda kullanılan en popüler algoritmalarından birisidir. Temelde, bu algoritma maksimum komşuluk fikri üzerine kurulmuş bir en küçük kareler tahmin metodudur [11-16]. LMM, Gauss-Newton tekniğinin ve Steepest-descent metodunun en iyi özelliklerini birleştirir ve bu algoritmaların sınırlamalarının çoğundan kaçınılır. Genelde yavaş yakınsama probleminden etkilenmez yani hızlı yakınsar. LMM hakkında daha fazla bilgi [11-14]'de bulunabilir. YSA'ları eğitmek için LMM uygulamaları, kimyasal bir işlemi modelleme [15] ve robot sensör modelleme [16] kullanılmıştır.

Bu karakter tanıma uygulamasında, giriş ve çıkış verilerinin iyi belirlenmesi, probleme uygun bir YSA yapısı kullanılması, YSA'nın eğitiminde problemi iyi tanımlayacak verilerin kullanılması ve yine probleme uygun bir YSA eğitim algoritması seçimi hassasiyetle yapılmıştır.

Ülkemizdeki plakalarda 10 adet nümerik karakter (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9) ve 23 adet alfanümerik karakter (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, R, S, T, U, V, Y, Z) kullanılmaktadır. Özel tip plakalar bu çalışmada değerlendirmeye alınmamıştır. Tanımlanması gereken toplam 33 adet karakter bulunmaktadır. Nümerik ve alfanümerik karakterlerden birkaçı birbirlerine oldukça yakın karakterlerdir (1 ile I gibi veya 6 ile G gibi). Bu şekilde tek bir YSA oluşturulduğunda özellikle bu karakterlerde olmak üzere istenilen başarı yakalanamamıştır. Şekil 4 (d)'de görüldüğü gibi bu karakterlerin ayrıştırılması zaten görüntü işleme

teknikleri kullanılarak sağlandığından, nümerik ve alfanümerik karakterler için farklı YSA modelleri kullanılmıştır.

Elde edilen herbir alfanümerik plaka karakteri görüntüsü 24x30 piksel boyutlarındadır. Bu görüntünün YSA'ya uygulamasında herbir satır toplamı bir YSA girişi, herbir sütun toplamı bir YSA girişi, 2x2-6x6 aralığındaki matrislerin değerlerinin toplamı bir YSA girişi olacak şekilde birçok farklı yöntem denenmiştir. Burada toplam değer olarak ifade edilen değer; bu bölgelerdeki siyah piksellerin toplam sayısıdır (görüntümüzün siyah (0) ve beyaz (255) renklerinden oluştuğu unutulmamalıdır).

Bu yöntemler arasında en başarılısı her bir 6x6 boyutundaki matris içerisindeki toplam siyah piksel sayısının YSA'ya verilmesidir. Bir plaka karakterinin matris yapısı şeklinde olduğu düşünülürse, 6x6 boyutundaki maske bu resim üzerinde gezdirilir ve herbir matrisdeki sıfırların (0=siyah) sayısı hesaplanır. Bu değer YSA'ya bir giriş olarak verilir. Diğer girişlerde bu şekilde belirlenmiştir. 24x30 piksel boyutlarında bir resim üzerinde gezdirildiğinde toplam 20 adet değer elde edilir. Bu değerler de nümerik karakterlerin tanımlanacağı YSA'na giriş değerleri olarak verilmektedir. Bu kısımda kullanılan YSA'nın 20 adet girişi ve 10 adet çıkışı olacaktır. Bu YSA çıkışlarının herbiri bir nümerik karakteri simgelemektedir. En yüksek değere sahip YSA çıkışının gösterdiği nümerik karakter, girişe uygulanan 24x30 piksel boyutlarındaki görüntüde bulunan karakter olarak belirlenmektedir. Bu şekilde alfanümerik karakterlerin tanımlanması başarıyla gerçekleştirilmiş olur.

Alfanümerik karakterler, nümerik karakterlere göre daha çok sayıda olduğundan ve 24x30 piksel ile ifade edildiğinde karakterlerin çözünürlüğünün düşmesi nedeniyle her bir alfanümerik karakter 25x35 piksel boyutlarına ölçülendirilmiştir. Burada 5x5 piksel boyutlarında maske kullanılmaktadır. Nümerik karakterlerin tanımlanmasında olduğu gibi alfanümerik karakterler için de 5x5 piksel boyutlu maske içerisindeki 0'ların sayısı toplanmakta ve herbir toplam, YSA'na farklı bir giriş olarak uygulanmaktadır. Bu karakterler için 25x35 piksel boyutunda görüntü ve 5x5 piksel boyutlarında maske kullanmakta olduğumuzdan, burada kullanılan YSA'mızın toplam 35 girişi olmaktadır. Alfanümerik karakterler için de YSA'nın toplam çıkış sayısı alfanümerik karakter sayısı ile orantılıdır ve 23 adet çıkışı vardır. Bu YSA çıkışlarının herbiri bir alfanümerik karakteri simgelemektedir. En yüksek değere sahip YSA çıkışının gösterdiği nümerik karakter, girişe uygulanan 25x35 piksel boyutlarındaki görüntüde bulunan karakter olarak tanımlanmaktadır.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada Erciyes Üniversitesi Merkez Kampüsü araç giriş/çıkış kontrolü ve istatistiksel bilgi depolama amaçlı bir APTS sunulmuştur.

Araç plakalarının kesin olarak belirlenmesi 1.5 sn. içerisinde gerçekleştirilmektedir. İşlem zamanı, daha yüksek hıza sahip bir bilgisayar kullanılarak daha da düşürülebilir. Bu sürenin 3/2'si görüntü üzerinde plaka konumunun belirlenmesinde ve geri kalan zaman ise plaka karakterlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Giriş yetkisine sahip bir aracın bariyer önüne gelmesi anından itibaren sistem toplam 3 sn sonra bariyerin açılması bilgisini gerekli sisteme göndermektedir.

Bu sistem ile değerlendirilen plakalar için %99.25 başarı elde edilmiştir. Sistem aracın ön veya arka kısmından alınan görüntüler için rahatlıkla kullanılmakta ve başarı için görüntü üzerinde herhangi bir konumda plakanın görünmesi yeterli olmaktadır. APTS'nin başarısı kötü hava şartlarında ve çok yoğun güneş ışığı yansımalarında elde edilmiş olan resimlerde %97'lere düşmekle birlikte mevcut sistemlere göre başarı yüzdesi kabul edilebilir seviyededir.

Sonuç olarak; kampüse giriş yapan araçlar için güvenlik kontrolü ve istatistiksel bilgi isteği gibi ihtiyaçlar düşük maliyetle gerçekleştirilmiş ve 24 saat görev yapan görevli personel sayısı ve mesai süresinin azaltılması ile de ekonomik girdi sağlanmıştır. Bu sistemin, gelecekte çok farklı ortamlarda başarıyla uygulanabileceği düşünülmektedir.

5. TEŞEKKÜR

Elektronik algılayıcı devrenin tasarımındaki katkılarından dolayı Arş.Gör.Selçuk Ökdem'e ve görüntü işleme yazılımının hazırlanmasında emeği geçen Bilgisayar Müh. Bölümü öğrencileri Cengiz Gündoğ ve İsmail Yücel'e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] Barroso J., Rafael A., Dagless E. L and Bulas-Cruz 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] Storer R, Milford D J, Bulas-Cruz J & Dagless E L, Developing Embedded App. in an Array of Specialised Transputer Modules, Proc. WOTUG, Bristol, March 1994.
- [4] Bulas-Cruz J, Image Processing App. using a Transputer-based System, PhD Thesis, University of Bristol, UK, 1995.

- [5] Luciano da Fontoura Costa and Roberto Marcondes Cesar Jr., Shape Analysis and Classification, CRC Press, 2001, Chap 3.
- [6] Gonzalez R. and Woods R., Digital Image Processing, Addison-Wesley Publishing Company, Chap 4, 1992.
- [7] 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.
- [8] Park J, Govindaraju V and Srihari S. N., OCR in a Hierarchical Feature Space, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, April 2000.
- [9] Brown E W, Applying Neural Networks to Character Recognition, N.E. University, 1992. Internet: <http://www.ccs.neu.edu/home/feneric/charrecnn.html>, accessed December 9th, 1996.
- [10] Haykin, S., Neural Networks: A Comprehensive Foundation, Macmillan College Publishing Company, New York, USA, ISBN 0-02-352761-7, 1994.
- [11] Fletcher R, Unconstrained Optimization, Practical Methods of Optimisation, V.1, John Wiley & Sons, ISBN 0-471-27711-8, 1980.
- [12] Gill, P G, Murray W. and Wright W. H., Practical Optimisation, Academic Press, ISBN 0-12-283952-8, 1981.
- [13] Levenberg K A Method For the Solution of Certain Nonlinear Problems in Least Squares, Quart. Appl. Math., V.2, pp.164-168, 1944.
- [14] Marquardt D W, An Algorithm For Least-Squares Estimation of Nonlinear Parameters, J. Soc. Ind. Appl. Math., V.11, pp.431-441, 1963.
- [15] Bulsari A B and Saxen H, A Feedforward Artificial Neural Network for System Identification of a Chemical Process, J. Syst. Eng., V.1, N.1, pp.1-9, 1991.
- [16] Sagioglu S, Levenberg-Marquardt Metodunun Bir Robot Sensörün Yapay Sinir Ağı Modellenmesinde Kullanılması, TAINN'96, s.323-328, Haziran 27-28, İstanbul, 1996.