

Araç hızı ve yoğunlunun video görüntüleri üzerinden gerçek zamanlı olarak izlenmesi

^{1*}Ahmet Nusret Özalp ve ²Salih Görgünoğlu

*¹Ministry of National Education, Technical and Industrial Vocational School, Safranbolu, Karabuk, Turkey

²Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Karabuk University, Karabuk, Turkey

Özet:

Günümüzde trafikteki araçların izlenmesi, trafik yoğunluğunun belirlenmesi ve bunlarla ilgili analizlerin yapılması kazaların azaltılması açısından önem arz etmektedir. Yol güzergahında araç hız tesbiti ve yoldaki araç yoğunluğu çeşitli yöntemlerle yapılmaktadır. Bu amaçla kameraların kullanılması yapılan işlemleri kolaylaştırmaktadır. Bu çalışmada kameralardan alınan video görüntüleri üzerinde, seyir halindeki araçların hızlarının tespit edilmesi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca araçların seyir ettiği yol üzerinde, araçlar sayılarak yoldaki araç yoğunluğu tesbit edilmiştir. Böylece yoldaki trafik durumunun gerçek zamanlı olarak izlenmesi ve trafik kazalarının azaltılmasında kameralı sistemlerin daha etkin kullanılması amaçlanmıştır. Kamera ile elde edilen hız ve araç yoğunluk değerleri analiz edilmiş, gerçek değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Hız tespiti, araç sayımı, trafik yoğunluğu

Abstract:

Today, monitoring the vehicles in the traffic, determining the traffic density and making analyses related to these topics are important in terms of reducing the number of the traffic accidents. The speed of the cars and density of the traffic on the way are studied in various ways. For this purpose, the use of cameras makes the processes easier. In this study, on the video images taken from the cameras, the speed of the vehicles on the roads has been determined. Moreover, the density of the vehicles has been established by counting the number of the cars navigating on the roads. Thus, with the aim of reducing the traffic accidents, the use of cameras in a more efficient way has been studied to monitor the density of traffic in real-time. Speed and density of the vehicles observed through video images has been analyzed and compared with the real rates.

Key words: Speed detection, vehicle counting, traffic density

1. Giriş

Son çeyrek yüzyılda araç sayısının artması ve trafikte oluşan sorunlar, otomatik araç tanıma ve trafik akışının kontrolü üzerine çalışmalar yapılmasını gerektirmiştir. Bunun yanında özellikle giriş çıkış kontrollerinin, güvenlik önlemleri açısından öneminin artması, motorlu araçların gerçek zamanlı takibini de beraberinde getirmiştir. Asayiş ve trafik hizmetlerindeki kalite politikalarının artırılması, artan araç sayısını da göz önüne aldığımızda kurumları, bilişim teknolojilerinden daha fazla alanda yararlanmaları sonucuna getirmiştir.

Günümüzde yol üzerindeki araçların izlenmesi, trafik yoğunluğunun belirlenmesi ve bunlarla ilgili analizlerin yapılması kazaların azaltılması açısından önem arz etmektedir. Yol güzergahında araç hız tesbiti ve yoldaki araç yoğunluğu çeşitli yöntemlerle yapılmaktadır. Bu amaçla kameraların kullanılması yapılan işlemleri kolaylaştırmaktadır. Kameralar motorlu araç plaka tanıma sistemlerinde, otomatik araç tanıma ve trafik akış kontrol sistemlerinde, paralı otoyol ve köprü gişeleri, hastane, askeri tesis, otopark girişleri ve trafik ışık ihlalleri, şerit ihlalleri, hatalı sollama gibi olayların tespitinde uygulama imkanı bulmaktadır.

Araç tanıma sistemine yönelik çalışmalar özellikle Avrupa’da altı ülkeyi kapsayan “Prometheus” denen bir proje ve Japonya’da da buna benzer bir projeye devam etmektedir. Bu programlar araçları takip, elektronik ceza kesme, plaka tanıma ve araç tanımayı içermektedir[1]. Bununla güvenliği, verimi ve konforu arttırmak, ekonomik çözümler üretmek, kirliliği azaltmak amaçlanmaktadır. İlk plaka okuma sistemleri çok küçük başarı yüzdeleriyle çalışmaktaydılar. Bu sebeple pratikte kendilerine bir kullanım alanı bulamamışlardır. Zaman içinde gelişen yazılım ve donanımlar araç tanıma sistemlerinin daha tatminkâr sonuçlar vermesine ve hayatın içine daha gerçekçi şekillerde girmesine yol açmıştır. Günümüzde sanayi ve endüstrinin birçok dalında benzer teknolojilerin kullanıldığı görülebilmektedir. Gittikçe güvenilir hale gelen bu sistemler artık günlük yaşantımıza kadar girmeyi başarmıştır[2].

Gerçek zamanlı araçların hızlarının tespit edilmesi genelde radar sistemleri ile sağlanmaktadır. Mobil ve sabit olarak polis araçları ile bu işlem gerçekleştirilmektedir. Bu sistemlerin en büyük eksikliği sistemin manuel ayağının insan eliyle yapılmasıdır. Gözlem ve tespit noktasında kullanılan cihazlar insan kanalıyla kullanılmakta ve kontrol edilmektedir. Gelişen teknolojiye bağlı olarak, artık yüksek hızda veri iletim bantlarına bağlı kamera sistemleri ile bu işlemler çok rahat yapılabilmektedir. İnsan merkezli yapılan bu tespit çalışmaları tasarlanan mimarilerle otomatik hale getirilebilmektedir. Bu durum insan faktörünü aradan çıkararak, doğruluk ve devamlılık noktalarında artılar katmaktadır. Çünkü insan merkezli olan sistemlerde genel olarak, birey bazlı problemler ortaya çıkabilmektedir.

Bu çalışmada kameralardan alınan video görüntüleri üzerinde, ilk olarak seyir halindeki araçların hızlarının tespit edilmesi gerçekleştirilmiştir. İkincisi olarak araçların seyir ettiği yol üzerinde, araçlar sayılarak yoldaki araç yoğunluğu tesbit edilmiştir. Böylece yoldaki trafik durumunun gerçek zamanlı olarak izlenmesi, trafik kaza olasılığı gibi sonuçlara ulaşılması amaçlanmıştır.

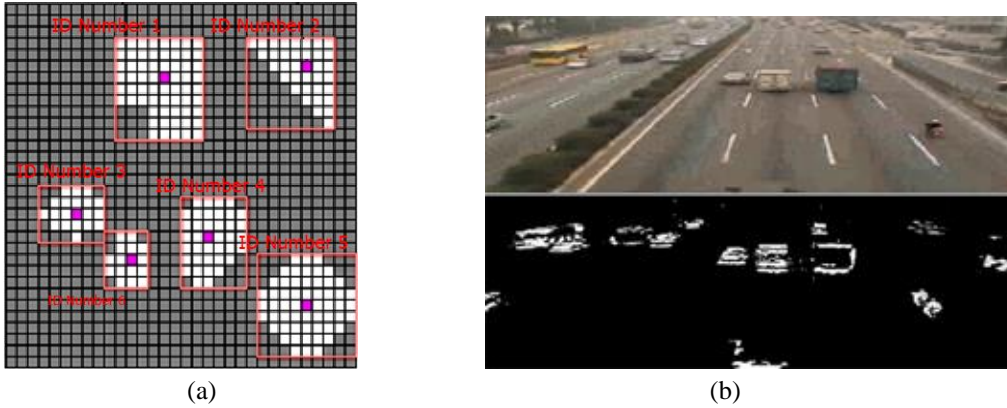
2. Araç hızının ve yoğunluğunun belirlenmesi.

2.1. Hareketli araçların belirlenmesi

Hareketli araçların belirlenmesinde, istenen şeride göre kamera açısı ayarlandıktan sonra, arka plan ortadan kaldırılarak hareketli nesnelerin belirginleştirilmesi sağlanır. Görüntü siyah beyaza

dönüştürüldükten sonra, ilk olarak boş bir arka plan ile karşılaştırma yapılarak, hareket eden nesnenin hareket durumu algılanabilir. Değişim olan pikseller yeri değişen nesnelere ait olduğu kabul edilerek, yer değişimi hesaplanır[3]. Bunun için üzerinde işlem yapılan framedeki değişim olan piksellerin orta noktası Eşitlik 1'de verildiği gibi bulunur. Daha sonra bir önceki frame deki görüntüde değişen piksellerin orta noktası bulunarak aradaki fark yer değişimini hesaplamada kullanılır. Ayrıca frame içinde tespit edilen nesnenin orta noktası bulunduktan sonra, nesne işaretlenip, hareket ID'si verilir. Tüm işlemler bu ID üzerinden yapılır. Şekil 1a'da tespit edilen hareketli nesnenin orta noktasının bulunması, işaretlenmesi ve kimlik numarası verme işlemi gösterilmiştir. Şekil 1b'de ise arka plan çıkarma işlem sonucu gösterilmektedir.

$$x_c = \frac{\sum x_j}{n}, y_c = \frac{\sum y_j}{n} \quad (1)$$



Şekil 1. (a) Orta nokta bulma ve kimlikleme işlemi (b) Hareketli nesnelerin belirlenmesi

2.2. Araç hızının tesbiti

Trafikteki araçların belirlenmesinde izlenen yol hareket eden nesnenin takip edilmesiyle başlar. Hareket edilen nesnenin takibinin sağlanması ardından kare değişimi üzerinden geliştirilen yazılımla hız verisinin alınması sağlanmıştır. 1/30 Fps değerine sahip kamera ile yapılan ölçümlerde yaklaşık 200 m'lik alan içerisinde ölçüm işlemi yapılmıştır. Burada toplam yer değiştirme hesaplaması üzerinden hız verisi hesaplanmıştır. Ortalama hız bilgisi toplam yer değiştirmenin toplam zamana bölünmesi ile Eşitlik 2'de verildiği gibi hesaplanmıştır.

$$V_{ort} = \frac{X_{son} - X_{ilk}}{t_{son} - t_{ilk}} \quad (2)$$

Araç hız verisinin elde edilmesinde aşağıdaki yol izlenmektedir. Öncelikle araç hız ölçümü yapılacak olan yön belirlenmelidir. Yön ve hatta ölçüm yapılacak şeridin tanımlanması ölçüm sonuçlarının doğruluğunu arttıracaktır. Çok şeritli yollarda araçların hızlarının belirlenmesi için her şerite paralel olarak birer kamera uygulaması yapılmalıdır. Çoklu ölçüm ile aynı yada hızları yüksek olan araçların belirlenmesi daha kolay olacaktır. 1/30 değerinde bir fps'ye sahip kameradaki hareket algılama duyarlılığına göre karelerdeki değişimin hesaplanmasında 1.frame,

3.frame, 5.frame şeklinde bir lineer artış gösteren mantık üzerinden gidilmiştir[4]. Fps değeri yüksek donanım aygıtlarıyla yapıldığında ise hareketin algılanması ve hız verisinin ölçülmesi çok daha hassas ve doğru olacağı düşünülmektedir.

2.3. Araç yoğunluğunun tesbiti

Mevcut durumda trafik ekipleri araç sayımını araç hız tespiti sırasında matbu bir form aracılığı ile yazarak doldurmaktadırlar. Bu formlar ile elde edilen veriler ışığında yerel, bölgesel ve ulusal denetim raporları çıkarılmaktadır. Bu raporlar neticesinde araç yoğunluğu, hız limit aşımı, kaza riski, kaza oranı, günlere ve saat aralıklarına göre araç sayılarına bakılarak, trafik denetim sıklıkları ve konumları belirlenmektedir[4]. Araç sayımı trafik ekipleri tarafından manuel ve Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından ise, donanımların yol üzerine şerit şeklinde serilmesi suretiyle yapılmakta olduğu görülmüştür. Geliştirilen yazılım ile araç hızının tespit edilmesine paralel olarak, belirlenen ölçüm alanında araç sayım işlemi yapılmıştır. Hareketi algılanan ve kimliklenen aracın hızının ölçülmesi yerine araç sayımı işlemi yapılmıştır. Şekil 2’de araç sayım uygulama ekranı görülmektedir.



Şekil 2. Araç sayısının belirlenmesi

3. Uygulama

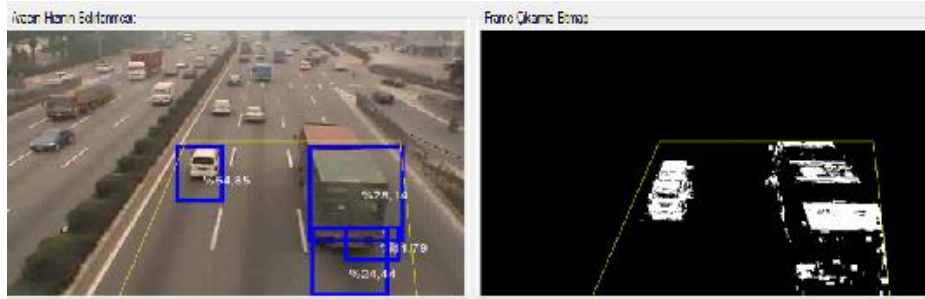
Gerçek zamanlı alınan görüntüye göre hız tahmini yapan bir yapı oluşturulmuştur. Burada alınan görüntüdeki frame değişimlerine göre hesaplama yapılmıştır. Mevcut radar sistemlerinin çalışma prensibi; radyo dalgalarının bir kaynaktan gönderilip, geri yansıma süresi üzerinden hız verisinin alınması suretiyle çalışır. Alıcı devre geri dönen ekodan hedefin yön ve hız bilgisini, iki eko arasında geçen zamandan da hız bilgisi alınır. Eğer hız verisi alınacak olan nesne radar yörüngesinde radara doğru geliyorsa, Doppler etkisiyle de hız bilgisi okunabilir.

Uygulamada 640x480 Piksel renkli CMOS Sensörlü 2.8mm lense QVGA’da 30 fps; VGA’da 15 fps resim kare hızına sahip IP CAM kullanılmıştır. Işık frekansı 50-60 Hz arasında kullanma şansı vermektedir. Tablo 1’de kullanılan cihazın teknik özellikleri gösterilmiştir. Program geliştirme ve yazılım test performans ölçüm ve denemeleri Intel Pentium M 760 (2.0Ghz/2MB/533FSB) işlemciye; 2 GB 533 DDR2 RAM kapasiteli, 2MB L2 Tampon Belleği olan taşınabilir bilgisayar üzerinde yapılmıştır. Ayrıca taşınabilir bilgisayar üzerinde bulunan 1.3

MP çözünürlüklü kamera ile de alınan görüntülerin işlenmesi denemeleri de yapılmıştır. Şekil 3'de ilk olarak ölçüm alanının belirlenmesi görülmektedir.

Tablo 1. Uygulamada Kullanılan IP CAM Özellikleri

Görüntü Algılayıcısı	300K 640x480 CMOS Sensör
Lens	F2.8 mm
Mini Aydınlatma	0.5 Lux
Lens Tipi	Cam Lens
Görüntü Sıkıştırma	MJPEG
Işık Frekansı	50-60 Hz
Kablosuz Standartı	IEEE 802.11 b/g
Ethernet	10/100 Mbps RJ 45
Kablosuz Güvenlik	WEP WPA WPA2
Kızılötesi Işık	9lu Kızılötesi Işık



Şekil 3. Ölçüm alanının belirlenmesi

3.1. Uygulamada elde edilen ölçümler

3.1.1. Araç hız bilgisi ölçümleri

Geliştirilen uygulama ile gerçek zamanlı ölçümler yapılmıştır. Mevcut teknolojiler göz önüne alındığında, uygulama ile alınan değerlerin doğruluk oranlarına Tablo 2'de gösterilmiştir. Yapılan ölçümler, uygulama ile alınan değerlerin doğruluk oranının yüksek olduğunu göstermiştir. Şekil 4'de uygulama ile yapılan hız ölçümünün ekranı görülmektedir.



Şekil 4. Araç hızının belirlenmesi

Tablo 2. Hız Ölçüm Sonuçları

Ölçülen değer (km/sa)		Gerçek değer (km/sa)	Hata Oranı(%)	
Radar	Kamera	Araç içi Hız	Radar	Kamera
75	73,58	76	-0,03289	0,0133
65	66,7	68	-0,01949	0,0462
54	57,52	55	0,043811	0,0185
74	78,42	76	0,030859	0,0270
62	63,52	63	0,008186	0,0161
80	81,2	81	0,002463	0,0125
40	41,52	42	-0,01156	0,0500
74	76,58	75	0,020632	0,0135
79	79,86	80	-0,00175	0,0127
58	59,74	60	-0,00435	0,0345
73	75,96	75	0,012638	0,0274
85	84,8	85	-0,00236	0,0000
49	52,4	50	0,045802	0,0204
35	36,2	40	-0,10497	0,1429
70	70,3	68	0,032717	-0,0286
86	89,37	88	0,01533	0,0233
80	82,14	80	0,026053	0,0000

3.1.1. Araç yoğunluğu ölçümleri

Araç yoğunluğunu gerçek zamanlı belirlemek için bir IPCAM sistemi kurulmuştur. Böylece işgücü ve maliyetten tasarruf sağlanmıştır. Tablo 3'de görüldüğü gibi Ip kamera ile günün farklı zaman aralıklarında yapılan araç sayımı sonucunda haftanın belli günlerinde araç trafiğinin arttığı görülmüştür. Özellikle sabah saatlerinde trafikteki araç sayısının oldukça arttığı ölçüm sonuçlarından elde edilmiştir. Görüntü işleme yapılarak geliştirilen yazılım ile araç sayım ve raporlama işlemi otomatik hale getirilebilir. Ayrıca bu yazılım gömülü sistemlerle bütünleştirilerek piyasa şartlarında kullanılabilir ve doğruluğu yüksek bir ürün haline getirilebilir.

Tablo 3. Karayolunda seyir eden araç sayısı tespiti

Günler	Araç Sayısı (Saat Aralığına göre)		
	Sabah 9-10	Öğle 13-14	Öğle 16-17
Pazartesi	746	347	482
Salı	652	412	376
Çarşamba	785	284	574
Perşembe	853	354	247
Cuma	749	428	675

3. Sonuçlar

Bu çalışmada, araç hız ölçme sistemi ve araç yoğunluğu tespit işlemleri başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Araç hız tespiti çalışmasında, mevcut uygulamada yüksek maliyetli donanım ve iş gücü ile yapılmakta olan ölçüm işlemi, yazılım tabanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Mevcut sistemlerle karşılaştırıldığında, düşük donanım maliyetli olması ve düşük hata oranı ile çalışması sistemin avantajlarını oluşturmaktadır. Araç hız ölçümü için geliştirilen yazılımla yapılan gerçek testlerle radar ve gerçek değer arasındaki ölçüm oranları elde edilmiştir. Tasarlanan yazılıma ek olarak oluşturulacak olan çözünürlüğü yüksek, gece görüş özellikli, yakınlaştırma özelliği ve hareket sensörlü kameralarla hız ölçüm işlemi günün her saati otomatik olarak yapılabilir. Böylece mevcut durumun iyileşmesi sağlanabilir. Özellikle gerçek hız ve radar ölçüm sonuçları arasındaki ufak farklar kullanılabilirliğini arttırmaktadır. Bundan sonraki çalışmalarda görüntü işleme çerçevesinde geliştirilen bu yazılımlar donanımsal alt yapılarla, özellikle gömülü sistemlerle bütünleştirilerek, piyasa şartlarında kullanılabilir ve doğruluğu yüksek bir ürün haline getirilebilir.

4. Kaynaklar

[1] L. Gao, C. Li, T. Fang, Z. Xiong. Vehicle detection based on color and edge information, LNCS, Image Analysis and Recognition, 2008; 5112:1611.

[2] N. Ghosh, B. Bhanu. Incremental unsupervised threedimensional vehicle model learning from video. IEEE ITS 2010; 11:423-439.

[3] Nishiyama, K., Kato, K., Hinenoya, T. Image processing system for traffic measurement, Proceedings of International Conference on Industrial Electronics, Control and Instrumentation. Kobe: Japan; 1991; 1725

[4] R. A. Hauslen, The Promise of Automatic Vehicle Identification. IEEE Transactions on Vehicular Technology VT-Vol. 1977; p.30-38