

Bir Tek Nöron Kullanılarak Resimler İçerisinde Göz Kısımının Bulunması

Yavuz Selim İŞLER, Metin ARTIKLAR

KSÜ, Mühendislik Mimarlık fakültesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

Geliş Tarihi: 13.06.2007

Kabul Tarihi: 08.04.2008

ÖZET: Bu çalışmamızda, kişilerin ön cepheden bir webcam tarafından çekilen resimleri içerisindeki göz kısımlarının bulunması amaçlanmıştır. Bu işlev için bir tek nöron kullanılmış ve bu metodun karşılaştırılan diğer iki metoda göre üstünlükleri gösterilmiştir. Simülasyon sonuçları farklı aydınlatma koşulları altında çekilmiş ve farklı büyüklükte yüz kısımları içeren resimler kullanıldığında bir tek nöronun, test edilen iki veri tabanı üzerinde %70 ve %90 oranında tanıma performansı ortaya koyduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Göz bulma, Yapay sinir ağları

Detection Of Eye Region In Images Using A Single Perceptron

ABSTRACT: In this paper, we aim to find the eye region in images that contain frontal face images taken with a webcam. We used one neuron for this purpose and proved that it performs better when compared the other two well known methods. We have used two databases that contain face images of which the size of the face changes from one image to another. The images are taken under various illumination conditions to make the detection task challenging. Simulation results showed that our method based on artificial neural networks performs %70 and % 90 correct detection rates.

Keywords: Eye detection, Artificial neural networks

GİRİŞ

Resimler içerisinde insan yüzü bulunması son 15-20 yıl içerisinde üzerinde çokça çalışılan alanlardan birisi olmuştur. Buna sebep olarak güvenlik sistemlerine artan talep gösterilebilir. Bu amaçla pek çok metod geliştirilmiştir. Bunlara örnek olarak resimlerin içeriğinin daha önceden hazırlanan bir yüz örneği ile direk karşılaştırılması yöntemine dayanan metotlar, dalgacık dönüşümü yada temel bileşenler analizi yöntemleri kullanılarak resim içerisindeki yüz kısımlarını diğer kısımlardan ayıran özelliklerin bulunması esasına dayanan yöntemler ve yapay sinir ağları yöntemi kullanılarak yüz kısımlarının bulunması temeline dayanan yöntemler verilebilir. Bu çalışmalardan iki tanesi aşağıda özetlenmiştir. Bu alanda kullanılan yöntemlerle ilgili daha geniş bilgi için Yang ve ark. (2002)'ye bakılabilir.

Sung ve Poggio (1998) yapmış oldukları çalışmada resimler içerisindeki yüz kısmını çok değişkenli bir Gaussian dağılımı olarak ve yüz kısmının dışındaki diğer tüm resim öğelerini ayrı bir çok değişkenli Gaussian dağılımı olarak modellemişlerdir. Verilen herhangi bir giriş resmi içerisinde alınan 19x19 boyutlarındaki yerel pencere ile bu modeller arasında bulunan 12 çift uzaklık değeri ile bir fark vektörü oluşturulmuştur. Bu fark vektörü bir çok katmanlı yapay sinir ağı yardımı ile girişteki yerel pencerenin yüz yada yüz değil şeklinde bir sınıflandırmaya tabi tutulmasını sağlamıştır. Araştırmacılar geliştirmiş oldukları metotları, içerisinde 301 ve 149 adet yüz kısmına ait 19x19 boyutlarında yerel pencereler bulunan, iki test seti üzerinde denemiş ve bu yüz kısımlarının %96.3 ve %79.9'u metod tarafından doğru bir şekilde bulunmuştur.

Rowley ve ark., (1996) yapmış oldukları çalışmada resimler içerisindeki yüz kısımlarını bulmak için iki seviyeli bir yapay sinir ağı kullanmışlardır. Girişe uygulanan resim öncelikle 20x20 boyutunda yerel pencerelere ayrılmış ve bu yerel pencereler ilk seviyeye gönderilmiştir. İlk seviyede girişe uygulanan bu yerel pencereler daha küçük yerel pencerelere ayrılmış ve resim içerisinde göz, burun ve ağza benzeyen kısımlar olup olmadığı ve bunlar arasındaki simetri gibi özellikler bulunmuştur. Elde edilen bu değerler ikinci seviyedeki yapay sinir ağına gönderilerek girişteki resmin bir yüz resmi olup olmadığına karar verilmiştir. Araştırmacılar metotlarını üç adet test seti üzerinde denemişlerdir. Bu setlerden ilki içerisinde 42 resim ve bu resimler içerisinde alınan 169 adet göz kısmı bulunmaktadır. İkincisi içerisinde 23 resim bu resimler içerisinde seçilen 155 adet göz kısmı bulunmaktadır. Üçüncü test seti içerisinde 65 resim bu resimler içerisinde alınan 183 adet göz kısmı bulunmaktadır. Çalışmalarında 17 farklı metod geliştirmişler ve bu metotlardan "bir tek yapay sinir ağı ve sonuçların direk olarak çıkışa verildiği metod" olarak belirtilen yöntem 3 test seti üzerinde %89.9, %92.9 ve %95.1 oranında doğru bir şekilde yüz kısımlarını bulma başarısı göstermiştir.

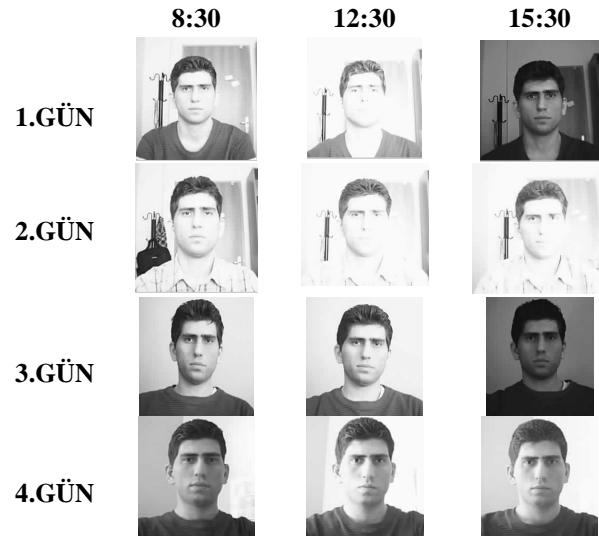
Bu çalışmamızdaki amacımız sadece bir nöron içeren bir yapay sinir ağı modelinin resimler içerisinde insan yüzü bulunması için kullanılması durumunda metodun başarı performansını araştırmaktır. Çalışmamızda kullandığımız veri tabanı kendi imkânlarımızla oluşturulan ve bir web kamerasının bilgisayara bağlanması ile elde edilen resimlerden oluşmuştur. Yüz kısmını bulmak için, bir insanı diğerinden ayıran özelliklerin en başında yer alan ve yüz

içerisinde simetrik bir şekilde yerleşmiş bulunan göz kısımları kullanılacaktır. Geliştirmiş olduğumuz yapay sinir ağı modelinin performansı iki adet klasik metodun performansları ile karşılaştırılacaktır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Çalışmamızda kullandığımız yüz resimlerini içeren veri tabanı, 4 günlük bir zaman diliminde bir kişinin belli aralıklarla çekilen resimlerinden oluşmaktadır. Veritabanı içerisinde her güne ait 10 tane olmak üzere toplam 40 adet resim bulunmaktadır. Bu pozlar gün içerisinde 8:30'dan 17:30'a kadar birer saat aralıklarla çekilmiştir. Resimlerin tümü 240x320 piksel çözünürlüğünde olup, Matlab kullanılarak renkliden gri seviyeye çevrilmişlerdir. Kullanılan kameranın çok kaliteli olmaması sebebiyle çekilen resimler ortam aydınlatmasına oldukça duyarlı olmuşlardır. Bu duyarlılık daha sonra göreceğimiz gibi resimler içerisindeki yüz bölgesini bulurken zorluklara sebep olmuştur. Resimler kameraya 50 ila 100 cm arasında mesafeden alınmış olup, kişinin tüm resimleri ön cepheden görüntülenmiştir. Arka plan bir resimden diğerine farklılık gösterebilmektedir. Şekil 1 toplamış olduğumuz veri tabanı içerisindeki resimlerden bazı örnekler içermektedir.



Şekil 1. Veri tabanı içerisindeki 1., 2., 3. ve 4. günden değişik saatlerdeki resimler.

Veri tabanı içerisindeki birinci ve ikinci gün resimleri göz örneği oluşturmak ve yapay sinir ağı esasına dayanan metod için öğrenme seti oluşturmak için kullanılmıştır. Üçüncü ve dördüncü gün resimleri geliştirilen metodları test etmek için kullanılmış ve bu sebeple Test A ve Test B setleri olarak isimlendirilmiştir.

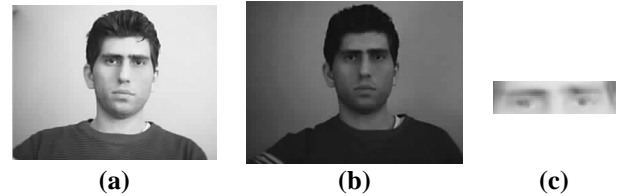
Metot

Oluşturmuş olduğumuz veri tabanı içerisindeki yüz kısımlarını bulmak için aşağıda vermiş olduğumuz farklı metodları kullandık.

- Kameradan elde edilen resimler gri seviyeli resimlere çevrildi. Eldeki göz örneği resimler üzerinde gezdirilerek yüz kısmının koordinatları bulundu. Bu işlev 3 farklı yaklaşım kullanılarak tekrar edildi.
- Eldeki resimler ve göz örneği siyah beyaz resimlere çevrildi. Göz örneği resimler üzerinde gezdirilerek gözlerin koordinatları bulundu. Bu işlem için 2 farklı yaklaşım kullanıldı.
- Yapay sinir ağı yöntemi kullanılarak önce tanıma sistemine göz kısmı öğretildi. Daha sonra resimler içerisindeki yüz kısmı olup olmadığı, geliştirilen yapay sinir ağı tarafından bulundu. Bu işlemler gri seviyeli resimler üzerinde gerçekleştirildi.

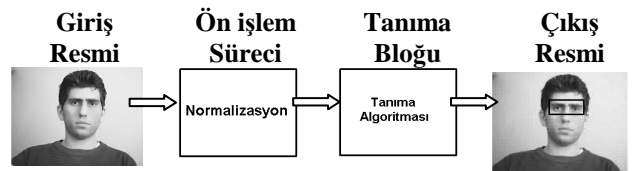
Gri Seviyeli Resimlerde Bir Göz Örneği Kullanılarak Karşılaştırma Yöntemi İle Göz Kısımının Bulunması

Bu yöntemdeki ilk yaklaşımımızda önce bir göz örneği oluşturuldu. Göz örneği 10 adet resim içerisindeki göz kısımlarının ortalamasının alınması ile elde edildi. Göz kısımlarının tümü 21x78 boyutlarında seçildi. Aşağıdaki şekilde göz örneği elde etmek için kullandığımız resimlerden iki tanesi ile oluşturulan göz örneği gösterilmektedir.



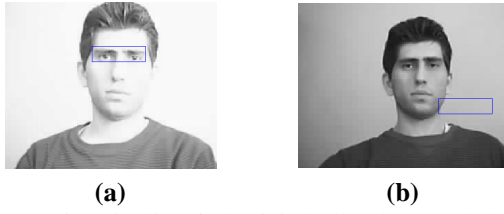
Şekil 2. (a) 3. gün 8:30 resmi. (b) 3. gün 15:30 resmi. (c) Kullandığımız göz örneği

Bu göz örneği Test A seti içerisindeki resimler üzerinde gezdirilerek resimler içerisindeki göz kısımlarının koordinatları bulundu. Metodumuzun blok diyagramı aşağıda verilmiştir.



Şekil 3. Gri seviyeli resimler için kullanılan göz bulma metodunun blok diyagramı.

Bu yaklaşım test setinde bulunan 10 adet resimden 3'ü içerisindeki göz kısmının koordinatlarını doğru bir şekilde buldu. Şekil 4, göz kısmı doğru bir şekilde bulunan ve bulunamayan test resimlerinden birer tanesini göstermektedir.



Şekil 4. Gri seviyeli resimler için kullanılan göz bulma metodunun sonuçlarından örnekler.

Bu metodun tanıma yüzdesini geliştirmek için şu yaklaşımı uyguladık. Elimizdeki test resimlerine önce bir alçak geçiren filtreleme işlemi uyguladık. Daha sonra ise göz örneğini test resimleri üzerinde gezdirdik. Bunu yapmamızın sebebi alçak geçiren filtreleme işleminin resim içerisinde farklı kaynaklardan gelebilecek gürültüleri azaltma etkisinin olmasından dolayı idi. Ancak bu yaklaşım önceki ile aynı sonucu vererek 10 adet resimden ancak 3 tanesi içerisinde gözlere karşılık gelen koordinatları doğru bir şekilde buldu.

Bu metoda uyguladığımız üçüncü yaklaşım ise önce test setimiz içerisindeki resimlere histogram eşitleme işlemi uygulamak daha sonra ise göz örneğini resimler üzerinde gezdirerek tanıma işlevini gerçekleştirmek oldu. Bilindiği gibi histogram eşitleme işlemi resim içerisindeki gri seviye piksel değerlerini 0 ile 255 arasına yayacaktır. Bunu yaparken orijinal resimde birbirinin aynı olan piksel değerleri yine aynı kalacak ancak birbirinden farklı olan piksel değerleri arasındaki fark daha da belirginleşecektir (artacaktır). Bu yaklaşımımız, Test A setinde bulunan 10 adet resimden 5'inin içerisindeki göz koordinatlarını doğru bir şekilde buldu. Şekil 5'te göz kısmı bulunan ve bulunamayan resimlere birer örnek gösterilmektedir.



Şekil 5. Histogram Eşitleme Yönteminin sonuçlarından örnekler

Siyah Beyaz Resimlerde Bir Göz Örneği Kullanılarak Karşılaştırma Yöntemi İle Göz Kısmının Bulunması

Gri seviyeli resimler kullanılarak yapılan tanıma işlemlerinin dezavantajlarından birisi resim içerisindeki gürültü olarak isimlendirdiğimiz etkenlerdir. Bu gürültülerin kaynakları farklı aydınlatma koşulları, resim çekme setinin ideal olarak oluşturulmaması, kamera içerisindeki CCD sensörlerin ısıya duyarlılıkları vs gibi sebepler olabilir. Bu gürültüleri gidermek için kullanılacak yöntemlerden bir tanesi resimleri siyah beyaza çevirmektir. Bu sebeple bizde bu

çalışmamızda yukarıda açıkladığımız ve gri seviyeli resimlere uyguladığımız yöntemi iki farklı yaklaşımla siyah beyaz resimlere de uyguladık. Bu yaklaşımlar:

- Test setleri içerisindeki resimler deneyerek bulduğumuz bir eşik değeri ile siyah beyaza çevrildi. Seçilen eşik değeri resim içerisinde yüz bölgesini en açık şekilde gösterecek biçimde seçildi. Göz örneği de aynı şekilde siyah beyaz yapıldı.
- Resimler, Matlab'ın *im2bin* komutu kullanılarak siyah beyaz yapıldı. Göz örneği olarak a şıkında oluşturulan örnek kullanıldı.

İlk yaklaşım için yaptığımız simülasyonlarda metodumuz Test A seti içerisindeki resimlerden 9 tanesinin göz kısmını doğru bir şekilde buldu. Şekil 6, göz kısmı bulunan resimlerden 1 tanesi ile bulunamayan tek resmi göstermektedir.

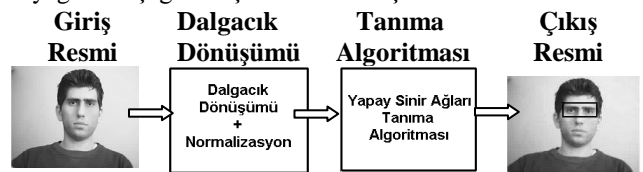


Şekil 6. Siyah beyaz resimlere uygulanan ilk yaklaşımın sonuçlarından örnekler.

İkinci yaklaşım ile yaptığımız simülasyonlarda ise Test A seti içerisindeki 10 resimden 4 tanesi içerisindeki göz koordinatları metodumuz tarafından doğru bir şekilde bulundu. Bu sonuçlar, başta belirttiğimiz gibi, gri seviyeli resimlerin doğru bir şekilde siyah beyaza çevrilmelerinin önemini göstermektedir. Bu sayede tanıma metodları uygularken, farklı kaynaklardan gelebilecek gürültülerin resimlere negatif etkileri ortadan kaldırılabilir.

Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Göz Bulunması

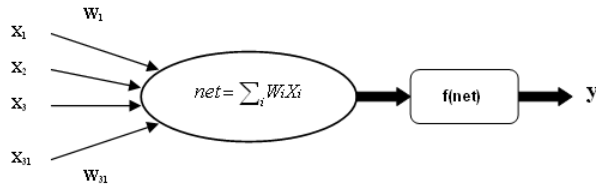
Kullandığımız üçüncü metod yapay sinir ağları kullanılarak geliştirildi. Buradaki amacımız öğrenme seti olarak adlandırdığımız bir set içerisinde seçilen resimleri kullanarak tanıma sisteminin yüz içerisindeki göz kısımlarını tanımasını (yani diğer kısımlardan ayırt edebilmesini) sağlamaktır. Bu işlemi başarı ile tamamlamış ve artık göz kısmını ayırt etmesini öğrenmiş olan yapay sinir ağı, test seti olarak adlandırılan ve öğrenme işlevi sırasında kullanılmamış olan resimler üzerinde test edilerek metodun doğru tanıma yüzdesi bulunmaktadır. Geliştirdiğimiz tanıma sisteminin blok diyagramı aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 7. Yapay sinir ağları kullanılarak geliştirilen göz kısmı bulma sisteminin blok diyagramı.

Tanırma sistemimiz, girişteki resimden alınan 24x80'lik bir matrisin işleme alınarak resmin bu bölgesinin göz kısmına karşılık gelip gelmediğinin bulunması esasına göre çalışmaktadır. Giriş resminden alınan bu 24x80'lik matrisler önce, resim alınan ortamın farklı aydınlanma koşulları göz önüne alınarak, bir normalizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Sonrasında ise bu matrise 3 seviyeli dalgacık dönüşümü uygulanarak yapay sinir ağına girişine uygulanmıştır. Uygulanmış olduğumuz dalgacık dönüşümü hakkında daha detaylı bilgi için Gonzales ve Woods (2002) ile Gonzales, Woods ve Eddins (2004)'e bakılabilir.

Tanırma işlemini gerçekleştirecek olan yapay sinir ağı bir tek nörondan oluşmakta olup blok diyagramı aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 8. Tek nöronlu yapay sinir ağı.

Nöron içerisinde kullanılan çıkış fonksiyonu, $f(net)$, aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

$$y = f(net) = \frac{e^{\beta \cdot net} - e^{-\beta \cdot net}}{e^{\beta \cdot net} + e^{-\beta \cdot net}}$$

Burada β sabit bir katsayı olup, fonksiyonun -1 'den +1'e çıkarken eğimini kontrol eden, bir başka deyişle öğrenme işlevinin hızını belirleyen faktörlerden birisidir. Öğrenme işlevinde kullanılan hedef değerler şu şekilde seçilmiştir. \mathbf{x} vektörü resim içerisinde göz kısmına karşılık geliyorsa $d = 1$, aksi takdirde ise $d = -1$ olarak uygulanmıştır. Öğrenme işlevi için birinci ve ikinci gün resimlerinden toplam 23800 adet \mathbf{x} vektörü seçilerek bir öğrenme seti oluşturulmuştur. Bu vektörler içerisinde 16200 adet vektör göz olmayan kısma karşılık gelmekte geriye kalanlar ise göz kısmına karşı gelmektedir. Öğrenme işlevi için kullanılan ve nöronun girişindeki \mathbf{w} katsayılarının değişimini kontrol eden kural aşağıda verilmiştir.

$$w^k = w^k + \zeta \cdot \beta \cdot (d - y) \cdot (1 - y^2)$$

Burada ζ sayısı sabit bir sayı olup öğrenme katsayısı olarak adlandırılır. Öğrenme işlevinin ne zaman biteceğini kontrol eden enerji fonksiyonu aşağıda verilmiştir.

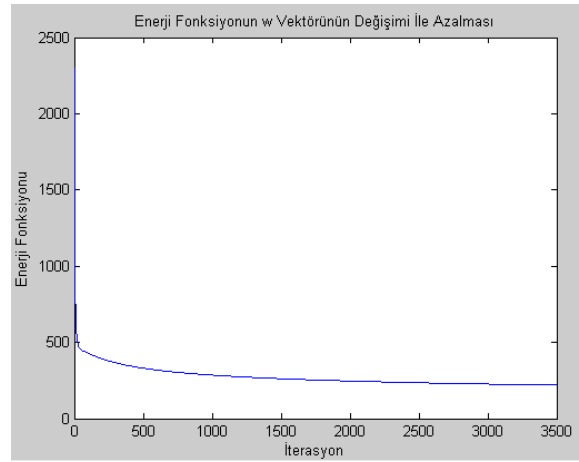
$$E(net) = \frac{1}{2} \sum_i (d^i - y^i)^2$$

Tablo 1. Göz bulma için kullanılan 3 yöntem ve bu yöntemlere farklı yaklaşımların Test A seti üzerinde test edilmesi ile elde edilen değerler

Metot	Yaklaşım	Doğru Tanınan Resim Sayısı
Gri Seviyeli Resimlere	Normal	3
	AGF Uygulanmış	3

\mathbf{w} katsayıları sıralı yenileme (sequential updating) olarak bilinen ve öğrenme seti içerisindeki her bir \mathbf{x} vektörü için \mathbf{w} 'nun yenilendiği metot ile yenilenmektedir.

Yukarıda belirtilen özelliklere göre öğrenme işlevine tabi tuttuğumuz nöron için, öğrenme işlevi sırasında E fonksiyonunun değişimini gösteren grafik aşağıda verilmiştir.



Şekil 9. Enerji fonksiyonu.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kullanılan nöron öğrenme işlevine tabi tutulduktan sonra öncelikle Test A resimleri içerisindeki göz kısımlarını bulmak üzere test edilmiştir. Veritabanı kısmında açıklandığı üzere bu set içerisinde günün farklı saatlerinde alınmış bulunan 10 adet resim bulunmaktadır. Geliştirmiş olduğumuz metot bu resimlerden 9 tanesinin içerisindeki göz kısımlarının koordinatlarını doğru bir şekilde bulmuştur. Tablo 1, bu çalışmada kullanmış olduğumuz diğer metotlar ile yapay sinir ağları esasına dayanan metodun tanırma sonuçlarını karşılaştırmalı olarak göstermektedir.

Uyguladığımız yöntemlerin farklı zamanlarda alınan resimler üzerindeki etkisini araştırmak üzere, geliştirdiğimiz metotları Test B seti olarak adlandırılan 4. gün resimleri üzerinde de test ettik. Bu set içerisinde de 8.30'dan 17.30'a kadar birer saat arayla çekilmiş 10 adet resim bulunmaktadır. Tablo-2, Test B seti kullanılarak metotların karşılaştırılmasını göstermektedir. Açıkça görülmektedir ki, yapay sinir ağları modeli, resimlerin farklı günlerde ve farklı aydınlanma koşulları altında alınmış olmaları da göz önüne alındığında, diğer yöntemlerden çok daha başarılı sonuçlar vermektedir.

Uygulanan Yöntem	Histogram Eşitleme Uyg.	5
Siyah Beyaz Resimlere Uygulanan Yöntem	Elle Seçilen Eşik Değeri İle	9
	Matlab <i>im2bin</i> Komutu ile	5
Yapay Sinir Ağları Metodu	Sıralı Yenileme	9

Tablo 2. Göz bulma için kullanılan 3 yöntem ve bu yöntemlere farklı yaklaşımların Test B seti üzerinde test edilmesi ile elde edilen değerler

<i>Metot</i>	<i>Yaklaşım</i>	<i>Doğru Tanınan Resim Sayısı</i>
Gri Seviyeli Resimlere Uygulanan Yöntem	Normal	0
	AGF Uygulanmış	0
	Histogram Eşitleme Uyg.	0
Siyah Beyaz Resimlere Uygulanan Yöntem	Elle Seçilen Eşik Değeri İle	0
	Matlab <i>im2bin</i> Komutu ile	0
Yapay Sinir Ağları Metodu	Sıralı Yenileme	7

SONUÇ

Bu çalışmamızda resimler içerisinde insan yüzü bulabilmek amacıyla geliştirdiğimiz farklı metotları karşılaştırdık. Uyguladığımız metotlar içerisinde resimlerin görsel olarak seçilen bir eşik değeri ile siyah beyaza çevrilmesi metodunun resimlerdeki olası gürültü ve aydınlatma değişimlerinin etkisini gidermek ve istenilen objeyi resim içerisinde daha kolay bir şekilde bulabilmek amacıyla kullanılabilceğini gördük. Ancak bu yöntem her resim için değeri farklı ve görsel olarak bulunması gereken bir eşik değeri seçilmesi zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca seçilen göz örneğinin, farklı zamanlarda elde edilen resimler üzerinde kullanılması gerektiğinde, değiştirilmesi gerekebilmektedir. Diğer taraftan yapay sinir ağları esasına dayalı olarak geliştirdiğimiz metot bu problemleri ortadan kaldırarak, öğrenmiş olduğu objeyi resimler içerisinde oluşabilecek gürültü, farklı aydınlatma koşulları, resimlerin farklı günlerde alınmış olması v.s. gibi değişimlere rağmen doğru bir şekilde bulabilmektedir.

Gelecek çalışmalarımızda yapay sinir ağları temelli metodumuzu önce kendimizin oluşturmakta olduğu ve içerisinde 125 farklı kişinin yüz resimlerinin bulunacağı bir veri tabanına daha sonra ise üçüncü referansta belirtilen veri tabanına uygulayarak geliştirmek üzere araştırmalar yapacağız.

KAYNAKLAR

- Gonzales, R.C. and Woods, R.E., 2002. Digital Image Processing. Prentice Hall Inc., New Jersey, Pages 349-408.
- Gonzales, R.C., Woods, R.E. and Eddins S.L., 2004. Digital Image Processing using Matlab. Prentice Hall Inc., New Jersey, Pages 242-281.

- Rowley, H., Baluja, S., and Kanade, T., 1996. Neural Network-Based Face Detection. Proceedings of IEEE Conference Computer Vision and Pattern Recognition, Pages 203-208.
- Sung, K. K., Poggio, T., 1998. Example-Based Learning for View-Based Human Face Detection. IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Volume 20, No 1, Pages 39-51.
- Yang, M. H., Kriegman, D. J., Ahuja, N., 2002. Detecting Faces in Images: A Survey. IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol 24, No 1, Pages 34-58.