



# DÜŞÜK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ GÖRÜNTÜLERDE YÜZ TANIMA PROBLEMİ

Prof. Dr. Tayfun Akgül [İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi, Sinyal İşleme Lab.]

Son 30 yıl içinde, bilgisayar teknolojisi ve görüntü cihazlarındaki teknolojik gelişmenin etkisiyle bilgisayarla görü alanında yoğun araştırma yapılmaktadır. Bu çalışmalarda herhangi bir görüntüdeki yüzleri saptama ve tanıma sorunu gittikçe önem kazanmaktadır. Özellikle son on yıl içinde sosyal medyadaki hızlı gelişmelere imza atmış Facebook, Google, Apple, Microsoft gibi şirketler ile ABD Devlet Güvenlik birimlerinin bu konuya ilişkin ciddi yatırımlar yaptığı bilinmektedir.

Yüz tanıma; bir yüz imgesindeki herhangi bir yüz görüntüsünün tanımlı bir kişiye ait olup olmadığı türünden sorunlarla ilgilidir. Bu tür bir problem için ilk adım, bir imgede, varsa eğer, yüz imgesinin algılanmasıdır. Genelde, yüz algılama probleminde yüz sahibinin kimliğinin bilinmesi gerekmez. Farklı pozlarda alınan görüntüler, ışıklandırma koşulları, yüz boyutlarının çeşitli boyutlarda olabilmesi ve yüz imgelerinin düşük çözünürlüklü olabilmesi, yüz yakalama probleminin en temel sorunlarıdır.

Günümüzde kullanılan CCTV aygıtları çoğunlukla ortam görüntülenmesini hedefler. Bu nedenle insan yüzlerinin tespitinde çeşitli sorunlar çıkabilmektedir. Ortamda mevcut yüz imgeleri “yakalanma” aşamasında düşük çözünürlüklü olabilmektedir. Bir imgenin “yüz” görüntüsü olarak tanımlanabilmesi için gereken en düşük çözünürlüğün ne olması gerektiğine ait alt sınır ile ilgili bir fikir birliği, uzmanlar arasında henüz mevcut değildir. Yakın zamanda gerçekleştirilen kayda değer bilimsel çalışmalarda en düşük yüz çözünürlüğünün 64x64 veya 32x32 piksel boyutları aralığında olması gerektiği rapor edilmiştir[1]. Bu boyutların altındaki çözünürlüklü imgeler için çok özel yöntem ve yordamların geliştirilmesi gerekmektedir. Literatürde “süperçözünürlük” (superresolution) adıyla anılan bu çalışmalarla ilgili yayınlara rastlanmasına karşın henüz yaygın anlamda kabul gören ve konuyla ilgili araştırmacılar tarafından kullanılmaya başlanmış bir yöntem veya yordam henüz mevcut değildir.

İTÜ Sinyal İşleme Laboratuvarı bünyesindeki yüz tanıma ile ilgili çalışmalarda, bir görüntünün tanınabilir net yüz görüntüsü olarak tanımlanması için kural gözlerin görünürlüğüdür. Şekil 1(a)'da Kapalıçarşı turistik kameralarından alınmış bir video görüntüsünden elde edilmiş bulanık yüz görüntüsü Şekil 1(b)'de gösterilmektedir. Bu ve buna benzer durumlarda gözler görünmediği takdirde imge “silüet yüz görüntüsü” diye tanımlanır. Silüet yüz görüntülerinin net tanıma amacıyla kullanılmasının



(a)

(b)

Şekil 1(a) Kapalıçarşı İBB video görüntüsünden elde edilen (b) çok düşük çözünürlüklü yüz görüntüsünün büyütülmüş şekli.

mümkün olamayacağı, kısmen tanıma yapılabilmesi için şahsın bilinen bir kişi olması ve belli koşulları sağlaması durumunda sözkonusu olabileceği öngörülür. Örneğin, New York Times gazetesinde yayımlanan Şekil 2'deki fotoğrafın öncepesindeki kişinin Michelle Obama olduğunu hemen hemen herkes ve/veya gelişmiş otomatik yüz tanıma algoritmaları algılayabilir. Oysa, arka plandaki silüetin ancak ve ancak “bilinir” bir kişi olması dolayısıyla ABD Başkanı Barack Obama'ya ait olabileceği düşünülebilir. Silüetin bilinmeyen bir kişiye ait olması durumunda kimlik teşhisinin insan ve makine tarafından net yapılamayacağı açıktır.

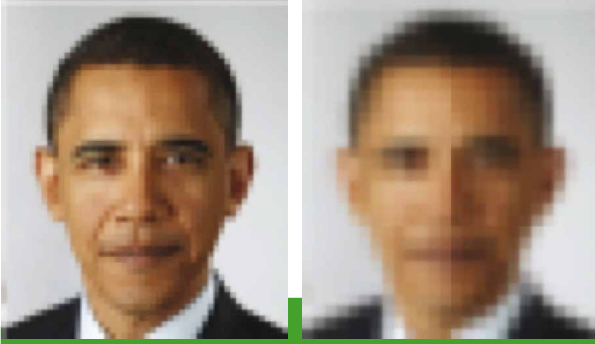


Şekil 2

New York Times gazetesinde yayımlanan bir fotoğraf: Öncelikle net yüz görüntüsü, arkaplanda silüet yüz örneği.

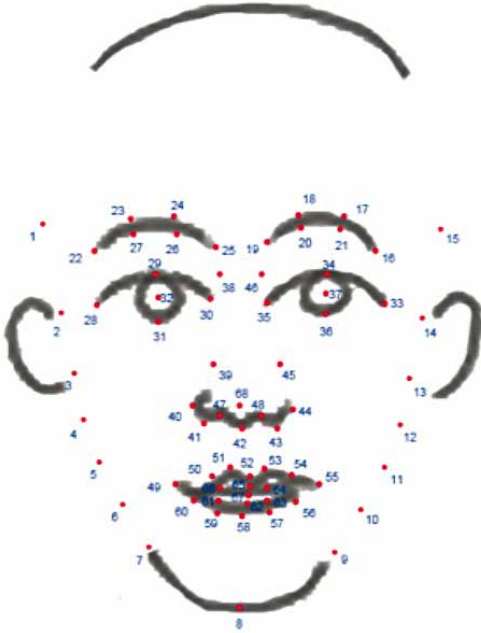
Yüz görüntüsü ile silüet arasındaki farkı gösterebilmek amacıyla 50x53 piksel boyutlarındaki ABD Başkanı Barack Obama'nın gözlerinin görüldüğü fotoğraf Şekil 3(a)'da, aynı görüntünün 26x30 piksele düşürülmüş versiyonu “silüet” versiyonu Şekil 3(b)'de verilmiştir.

İmgede yüz tespitinden sonraki ilk aşama öznitelik çıkarımı, ikincisi ise yüz tanıma işleminin gerçekleştirilmesidir. Hem yüz tespiti hem de



**a** **Şekil 3(a)** **b**  
ABD Başkanı Barack Obama'nın 50x53 piksel boyutlu görüntüsü;  
(b) aynı görüntünün 26x30 piksele düşürülmüş versiyonu.

yüz tanıma konularında literatürde çeşitli yaklaşımlar mevcut olup bunlar “imge tabanlı” ve “model tabanlı” yaklaşımlar diye iki gruba ayrılır. İmge tabanlı yaklaşımlarda bütün yüz imgesi ya da onun bölünmüş parçacıklarında piksel değerlerine bağlı incelemeler yapılır. Model tabanlı yöntemlerde ise birçok yüz imgesinden elde edilen istatistiklere dayanarak farklı yüzleri en iyi şekilde temsil eden ortak modeli oluşturma anlayışı söz konusudur. Örneğin, Şekil 4'te (araştırma grubumuz tarafından kullanılan) yüz modeli ve modeli en uygun ifade eden (toplam 68 adet) nirengi yüz noktaları gösterilmektedir.



**Şekil 4** Örnek yüz modeli ve modelin nirengi noktaları.

Herhangi bir yüz imgesinde nirengi noktalarının belirlenebilmesi için bir ortalama şekil oluşturulması gerekir.

Bunu gerçekleştirmek amacıyla bir yüz imge kümesi oluşturulur; her bir küme elemanı için nirengi noktaları işaretlenir ve bu noktalar yardımıyla ortalama bir “model” çıkarılır; gerçek yüz imgesi üzerine oturtulur. Noktaların üzerine düştüğü bölgelerdeki piksel değerlerinden oluşan doku kullanılarak hedef imgeyi en uygun ifade eden model belirlenir. Bu yöntemle Aktif Şekil Modelleri (AŞM) adı verilmektedir.

Yöntemin her koşulda başarılı sonuçlar verebilmesi için başlangıç koşullarına ve ışıklandırma etkisine karşı dayanıklı olması gerekmektedir [2]. Başlangıç koşullarının kötü olması durumunda bu etkiyi azaltmak amacıyla yüz imgesinde ilkin göz noktaları tespit edilir, gözler kerteriz alınarak ortalama model ile yüz imgesi çakıştırılır. Işıklıdırmanın olumsuz etkisini gidermek amacıyla da “yansı imge” adı verilen, yani imgeyi bir (Gauss) yumuşatma süzgecinden geçirip kendisiyle piksel piksel bölen, böylece ışıklandırma etkilerinden arındıran bir yöntem kullanılır [3]. Şekil 5'te ışıklandırma etkisinin ortadan kaldırılmasına ilişkin bir örnek yüz görüntüsü verilmiştir.

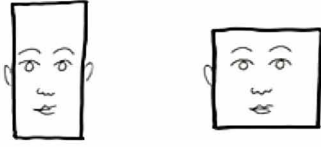


**Şekil 5** Giriş imgesi (solda) ve bu imgenin yansı imge hali (sağda)

Model oluşturulduktan sonra özniteliklerin elde edilmesi gerekmektedir. Bir yüz imgesi için öznitelikler, kişiyi tanımlamayı sağlayan cinsiyet, yüz şekli, saç, sakal, gözlük, göz rengi vb. özelliklerdir. Söz konusu (tarafımızdan geliştirilen) bazı özellikler Şekil 6'da gösterilmiştir. Hâlihazırdaki çalışmalarımızda toplam 44 tane öznitelik kullanılmaktadır. Bu özniteliklerin yaklaşık yarısı otomatik tespit edilebilmektedir.

Otomatik öznitelik çıkarım algoritmalarının performans ölçümü ve çakıştırma işleminin başarılarını test etmek için bir anket geliştirilmiştir. Deneklere 133 yüz imgesi ve imgelerdeki kişilerin öznitelikleri sorulmakta, saptadıkları öznitelikler (bir vektörel kümede) saklanmaktadır. Şu anda çakıştırma işleminde anketten elde edilen öznitelik vektörleri kullanılıp yüzde 60'ın üzerinde karikatür tanıma başarıları elde edilebilmektedir.

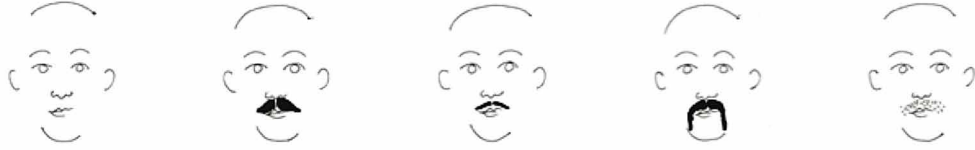
Yüz Uzunluğu



Yüz Şekli



Bryk Şekli



Şekil 6 Örnek niteliklerden bazıları.

Yüz algılama, tanıma ve çakıştırma çalışmalarında makine öğrenmesi tekniklerinin önemi büyüktür. Makine öğrenmesinin temel hedeflerinden birisi, var olan bir eğitim kümesindeki örneklerin birbirleriyle olan ilişkilerini irdeleyerek yeni gelen örnekleri tanımlamakta kullanılabilecek ayrışım fonksiyonunu belirlemektir. Bu tür çalışmalarda “destek vektör makineleri”, “genetik algoritmalar” ve “K-en yakın komşuluk” gibi yöntemler kullanılmaktadır.

Çakıştırma, çeşitli çözünürlükteki imgelerin birbirleriyle (fotoğraf-fotoğraf çakıştırması) şeklinde olabileceği gibi; imge-robot resim ve/veya imge-karikatür çakıştırması şeklinde de olabilir. Bu konuda hâlihazırda İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi bünyesindeki Sinyal İşleme Laboratuvarı'nda çeşitli araştırmalar sürdürülmektedir [4]. Örneğin, TÜBİTAK destekli “Karikatür Yapım Kurallarından Yararlanarak Yüz Tanımaya Yönelik Çizim/Desen ile Fotoğraf Çakıştırılması” (Proje No: 112E142) adlı proje, yüksek

lisans öğrencileri Öner Ayhan (tamamladı), Bahri Abacı ve Belgin Ayhan ile lisans öğrencileri Eren Ulucan, Yunus Koç, Ercüment İlhan, Kerem Türkcan ve Kimon Çokona'nın katkılarıyla gerçekleştirilmektedir. Fotoğraf ile karikatür çakıştırma çalışması için ülkemiz karikatürcülerinin desteği alınarak bir veri tabanı oluşturulmuştur. Veri tabanındaki bazı fotoğraf-karikatür ikililerinin örnekleri Şekil 7'de verilmiştir.

Yakın geçmişte; yüz tanıma, parmak izi tanıma ve biyometrik gibi konularda dünyadaki önder çalışmaların yapıldığı Michigan State Üniversitesi'ndeki “Pattern Recognition and Image Processing (PRIP)” Laboratuvarı'yla ortak çalışmalarda da bulunulmuş, başarılı sonuçlar elde edilmiştir [5].

### Kaynakça

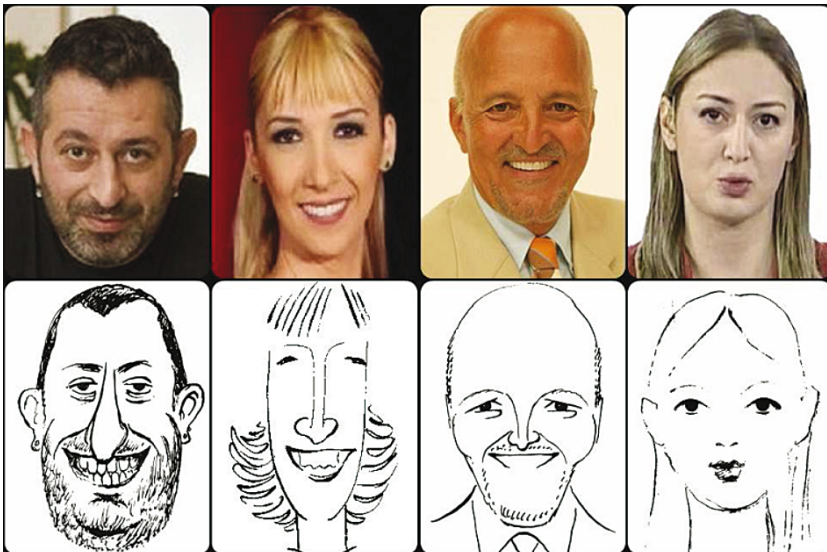
[1] Zou, W.W.W, Yuen, P.C., “Very low resolution face recognition problem”, IEEE Transactions on Image Processing, cilt 21, sayı 1, sayfa 327-340, 2012.

[2] Ayhan, Ö., Abacı B., Akgül, T., “Improved active shape model for variable illumination conditions”, IEEE 15th International Workshop on Multimedia Signal Processing (MMSP), Pula, İtalya, Eylül 2013.

[3] Wang, H., Li, S., Wang, Y. ve Zhang, J., “Self quotient image for face recognition”, ICIP '04 International Conference on Image Processing, cilt 2, sayfa 1397–1400, 2004.

[4] Akgul, T., “Can an algorithm recognize montage portraits as human faces?”, IEEE Signal Processing Magazine, cilt 28, sayı 1, sayfa 158-160, 2011.

[5] Klare, B. F., Bucak, S., Akgul, T., Jain, A., “Towards automated caricature recognition”, International Conference on Biometrics (ICB), Yeni Delhi, Hindistan, Nisan 2012.



Şekil 7 Veri tabanımızda yer alan bazı karikatürler ve karikatürdeki kişilere ait fotoğraflar.