

# YÜZ TANIMA: YERLİ ÇÖZÜMLER ve TEKNOLOJİLER

Prof. Dr. Muhittin Gökmen  
MEF Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi

Günlük yaşamda önemi giderek artan biyometrik sistemler, kişinin sahip olduğu fizyolojik ve davranışsal özellikleri kullanarak kişinin tanınmasını ve onaylanmasını sağlarlar. Bu amaçla, parmakizi, iris, yüz, ses, avuçiçi ve hatta kulak gibi kişinin fizyolojik özelliklerinin yanısıra yürüyüş, imza, konuşma gibi davranışsal özellikleri de biyometrik sistemlerde sıkça kullanılmaktadır. Bu farklı biyometrik kipler; doğruluk, güvenilirlik ve erişebilirlik açılarından farklılıklar göstermekte ve uygulama alanına göre bir kip diğer kipe kıyasla avantajlı olabilmektedir. Örneğin tanıma doğruluğunun çok önemli olduğu bankacılık sektöründe parmakizi ve iris tanıma yüz tanıma kıyasla daha çok tercih edilmesine karşın, yüz tanıma kendine özgü avantajlarından dolayı önemi giderek artan biyometrik kiplerden biridir.

Yüz tanıma giriş verisi, yani yüz görüntüsü pasif bir algılayıcı olan kamera ile fiziksel temas olmadan alınabilmektedir. Verinin bu şekilde temassız alınabilmesi, hatta birçok durumda tanınacak kişinin haberi olmadan alınması, diğer kiplere kıyasla yüz tanımayı oldukça avantajlı durumu getirmekte; uygulama alanlarını şaşılabilecek ölçüde artırmaktadır. Çünkü yüz her yerdedir ve yüz görünen her yerde yüz tanıma yapılabilmektedir. Fabrikaların, ofislerin, okulların, apartmanların giriş çıkışlarında, metroda, AVM'de, bankalarda, stadyumlarda, bilgisayar başında yüz tanıma; güvenliği sağlamak veya istatistik oluşturmak için kullanılabilir. Yine kişisel foto albümlerinin düzenlenmesinde, yüzlerin etiketlenmesinde yüz tanıma çözümleri büyük kolaylık sağlamaktadır. Havaalanı, hastane, metro gibi kamusal alanların güvenliğinin sağlanmasında, aranan kişilerin bu alanlara girmesi durumunun saptanmasında yüz tanıma sistemleri sıkça kullanılmaktadır.

Bu kadar geniş uygulaması olmasına rağmen yüz tanıma sistemleri günümüze kadar neden yaygınlaşmamıştır? Yüz tanıma sistemlerinin günümüze değin çok fazla yaygınlaşmamasının en önemli nedeni, problemin zor bir problem olması ve yakın zamana kadar geliştirilen çözümlerin beklentileri tam olarak karşılayamamasıdır. Uygulamaların gerektirdiği hız ve doğrulukta yüz tanıma sistemlerine son birkaç yılda elde edilen çözümlerle yeni yeni erişilmeye başlanmıştır.

Yüz tanımayı zorlaştıran en önemli etkenlerden biri yüzün göz çukurları ve burun çıkıntısı gibi inişli çıkışlı üç boyutlu geometrisinden kaynaklanmaktadır. Bu geometri nedeniyle, yüzün (burun doğrultusunun) kamera eksenine arasındaki açı değiştiğinde görüntüde büyük değişim oluşturmaktadır. Bu da galerideki görüntünün bakış açısıyla, tanınacak kişinin bakış açısı farklı olduğunda eşleştirememelerine neden olmaktadır.

Yüz tanıma ikinci en önemli zorluk, aydınlatma değişimlerinden kaynaklanmaktadır. Yüz, farklı yerlerden aydınlatıldığında oluşan görüntü büyük ölçüde değişmektedir. Öyle ki, ışık kaynağının yeri değiştiğinde aynı kişinin görüntüleri arasındaki fark aynı yerden aydınlatılmış farklı kişiler arasındaki farktan daha fazla olmaktadır. Bu nedenle yüz tanıma sistemlerinde ya aydınlatma değişimlerinden fazla etkilenmeyen öznelikler kullanılmakta ya da görüntüler işlenerek aydınlatma etkisi yok edilmeye veya azaltılmaya çalışılmaktadır.

**Havaalanlarında, metrolarda, sokaklarda elde edilen kişisel bilgilerin güvenliği ancak yerli çözümlerle sağlanabilir. Bu tür bilgiye dayalı teknolojik ürünlerin yerli olarak geliştirilmesi ve uluslararası markaların yaratılması periyodik olarak ekonomik kriz yaşayan ülkemiz için de oldukça önemli bir konu.**



Şekil 1: Yüz Her Yerde

Yüz tanımanın diğer zorlukları arasında, yüz ifadesinin değişimiyle oluşan farklılıklar, yaşlanmayla oluşan farklılıklar, tanınacak kişi sayısının çok artması durumunda performansın düşmesi ve tanıma zamanının uzun olması yer almaktadır. Şekil 2 bu zorlukları göstermesi açısından önemlidir. Bu şekilde tüm görüntüler Madonna'ya ait olmasına karşın tüm bu yüz görüntülerinin aynı kişinin görüntüleri olduğunu söylemek oldukça zordur.

### Yüz Tanıma Sistemlerinin Yapısı

Tipik bir yüz tanıma sistemin blok yapısı incelendiğinde; şu aşamalardan oluştuğu görülür:

- 1- Resim elde etme
- 2- Ön işleme
- 3- Yüz saptama ve izleme
- 4- Yüz hizalama ve normalizasyon
- 5- Öznitelik çıkarımı
- 6- Sınıflandırma

Kısaca açıklamak gerekirse; resim elde etme aşamasında, kameradan alınan canlı video görüntüsü veya durgun fotoğraf okunup belleğe aktarılır. Ön işleme aşamasında, gürültü azaltma ve kontrast iyileştirme yöntemleri ile görüntü sonraki işlemlere hazırlanır. Yüz saptamada yüzün fotoğraftaki yeri bulunur ve yüzü çevreleyen dikdörtgen belirlenir; video görüntülerinde yüz çerçeveden çerçeveye izlenir. Yüz hizalamada ve normalizasyonda tüm yüz görüntüleri, gözler aynı koordinatlara gelecek şekilde ötelenir, döndürülür ve ölçeklenir. Öznitelik çıkarımı aşamasında yüzden tanıma amacıyla kullanılacak öznitelikler elde edilir, boyut azaltılır ve son olarak sınıflandırma aşamasında sınıflandırıcı kullanılarak yüzün galerideki hangi kişinin görüntüsüne benzer olduğu saptanır.

Genelde yüz tanıma işleminde; tanınacak kişilerin görüntülerinin bu şekilde işlenerek öznitelikleri galeride tutulur, daha sonra verilen bir yüzün kime ait olduğunu bulmak için de yukarıdaki adımlar yinelenir, galerideki özniteliklerle karşılaştırarak veya sınıflandırıcı kullanılarak tanıma gerçekleşir.

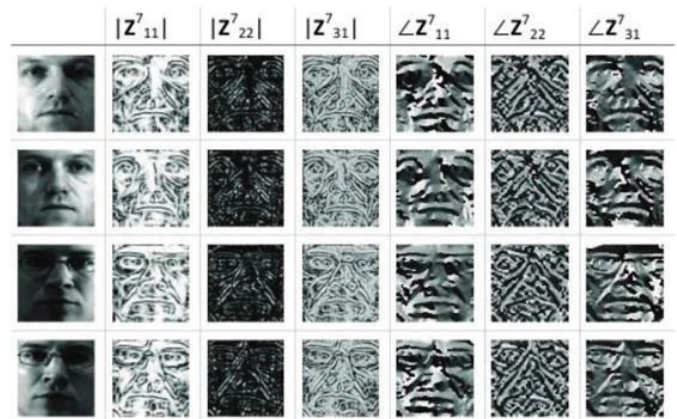
Yukarıda kısaca açıklanan yüz tanıma sisteminde en önemli aşamalardan biri tanıma amacıyla kullanılacak özniteliklerin elde edilmesi aşamasıdır. Bu aşamada kullanılan öznitelik çıkarım yönteminin, yüz tanıma başarımı üzerinde büyük etkisi bulunmaktadır. Bu amaçla en çok kullanılan yöntemler arasında, Temel Bileşenler Analizi (TBA, İng. PCA) ile elde edilen öznitelikler, Gabor Dalgacık Dönüşümü ile elde edilen öznitelikler ve Yerel İkili Örüntülerden (YİÖ, İng. Local Binary Patterns-LBP) elde edilen öznitelikler yer almaktadır. Gabor yönteminde, verilen bir yüz görüntüsünden farklı ölçekte ve doğrultuda 40 adet görüntü elde edilerek yüz görüntüsü ayrıştırılmaktadır. YİÖ yönteminde ise her bir gözenek değeri, çevresinde komşu değerlerle karşılaştırılarak 8 bit uzunluğunda ikili bir katar elde edilmekte; ikili tabandaki bu sayı onluk tabanda dönüştürülerek gözenek değeri bu sayıyla değiştirilmektedir. Bu sayede elde edilen gösterimin aydınlatma değişimlerinden daha az etkilendiği görülmektedir.



Şekil 2: Yüz Tanımanın Zorlukları

### Bu Konuda Biz Neler Yaptık ve Yapıyoruz?

İTÜ Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde oluşturduğumuz ve daha sonra MEF Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde devam ettiğimiz Ar-Ge çalışmalarımızla yüz tanımanın değişik problemleri üzerinde TÜBİTAK destekli 3 proje tamamladık. Bu projeler kapsamında geliştirdiğimiz özgün yöntemleri bilimsel dergilerde ve yurtiçinde ve yurtdışındaki konferanslarda yayımladık. Yakın zamanda geliştirdiğimiz "Yerel Zernike Momentleri (YZM)" (Şekil 3) gösterimine dayalı özgün yöntemimizin patentini aldık. Bu yöntemi kullanarak yapılan akademik çalışmalarımız konferanslarda en iyi öğrenci bildirisi ödülleri aldı. Elde ettiğimiz başarılı sonuçları, katma değeri yüksek teknoloji ürünlerine dönüştürmek için yoğun çaba sarf ettik.



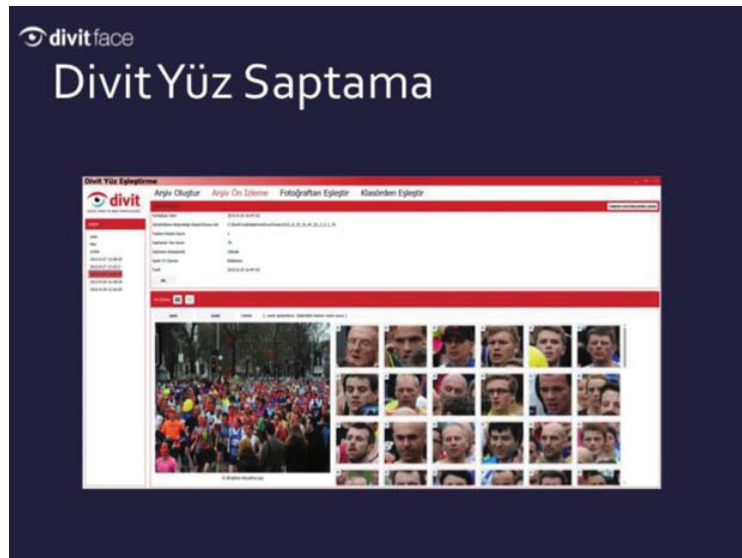
2 farklı kişinin 2 farklı yerden aydınlatılmış görüntülerinin YZM bileşenleri

Canlı videodan yüz tanıma sisteminde, kamera ile alınan canlı videoda yüzler bulunmakta ve galerideki yüzlerle karşılaştırılmaktadır. Oluşturulmuş beyaz veya kara listedeki bir kişi görüldüğünde alarm üretilmektedir. Bina girişlerinde, metrolarda, havaalanlarında, stadyum girişlerinde kullanılmak üzere geliştirilmiş bu ürün gerçek zamanda sonuç üretmektedir.

Durgun fotoğrafların eşlenmesi için geliştirdiğimiz yüz eşleme sistemi ise verilen fotoğraflarda daha önce oluşturulmuş arşivlerden yüzlerin olup olmadığını belirlemektedir. Bu sayede fotoğraflarda arşivdeki kişilerden birinin bulunup bulunmadığı kolayca bulunabilmektedir. Diğer bir yüz tanıma sistemi olan mobil yüz tanıma cep telefonu ile alınan veya önceden alınmış fotoğraflardaki kişiler tanımlanarak kullanıcıya aktarılmaktadır.

Yüz tanıma konusunda yakın zamanda geliştirdiğimiz önemli bir yüz tanıma çözümü ise AWS bulut üzerinden kullanıma sunduğumuz divit yüz tanıma API'dir. Bu çözüm ile uygulama geliştiricilerin uygulamalarına yüz tanıma modüllerini kolayca eklemelerini sağlamaktadır. www.divitface.com sayfasında yer alan demo programlarında kullanıcıların kendi fotoğrafları üzerinde yüz saptama, nirengi noktalarını bulma, fotoğraftaki kişilerin cinsiyetini, yaşını ve gülüp gülmediğini saptayan analiz yöntemleri, yüz tanıma, yüz onaylama ve verilen yüzün fotoğraflar içinde olup olmadığını belirleyen yüz arama fonksiyonlarını deneyebilmeleri sağlanmaktadır. Yine bu sayfada, "Kaç yaşında görünüyorsunuz? Hangi ünlüye benziyorsunuz? İki görüntü birbirine ne kadar benziyor?" gibi ilginç uygulamalar yer almaktadır. Benzer bir API ve çözümleri yakın zamanda tanıtan Microsoft'tan 6 ay önce kullanıma sunmamız, bu konuda epeyce yol kat ettiğimizi göstermektedir.

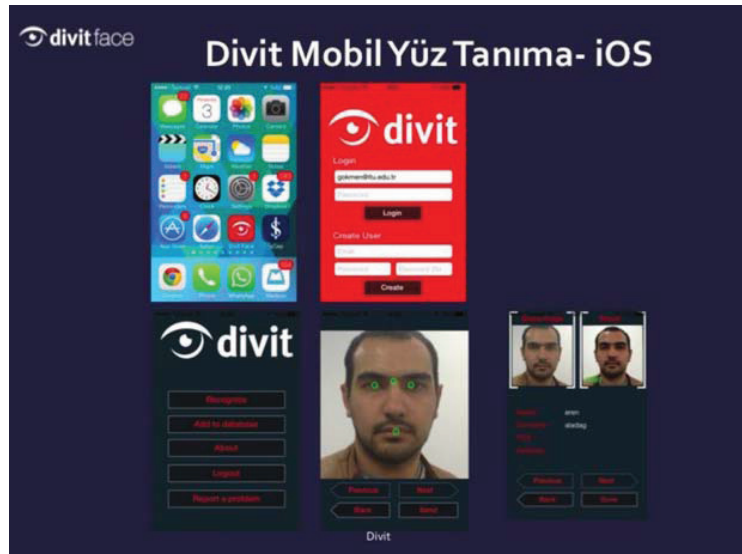
Son olarak, yüz tanıma gibi güvenlikle ilgili çözümlerin yerli ürün olarak üretilmelerinin ne kadar önemli olduğunu vurgulamaya gerek yok diye düşünüyorum. Havaalanlarında, metrolarda, sokaklarda elde edilen kişisel bilgilerin güvenliği ancak yerli çözümlerle sağlanabilir. Bu tür bilgiye dayalı teknolojik ürünlerin yerli olarak geliştirilmesi ve uluslararası markaların yaratılması periyodik olarak ekonomik kriz yaşayan ülkemiz için de oldukça önemli bir konu. Herkesi geliştirilen bu yerli çözümleri kullanmaya ve tanıtmaya davet ediyorum. ■



Şekil 4: Divit Yüz Saptama



Şekil 5: Divit Yüz Eşleme



Şekil 6: Divit Mobil Yüz Tanıma