

# PARMAK İZİNDEN CİNSİYET TANIMA: YENİ BİR VERİTABANI İLE TEST

Eyüp Burak CEYHAN, Şeref SAĞIROĞLU

Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü  
Maltepe, ANKARA  
eyupburak@gmail.com, ss@gazi.edu.tr

**Özet**—Bu çalışmada, adli vakalarda ve güvenlik kontrollerinde en çok tercih edilen biyometrik özelliklerden biri olan parmak izi kullanılmıştır. Daha önce geliştirmiş olduğumuz parmak izinden cinsiyet tanıyan zeki sistemimizin yeni bir parmak izi veritabanıyla testi gerçekleştirilmiştir. Sunulan çalışmada Biosecure şirketine ait Multimodal veritabanındaki parmak izleri kullanılmıştır. Aynı veritabanındaki yüz verileri ile parmak izleri ilişkilendirilerek cinsiyet bilgileri de verisine eklenmiştir. Parmak izi tepe yoğunluğu bilgileri kullanılarak sistemin cinsiyet tahmin başarıları hesaplanmıştır. Yapay sinir ağları ve 10-kat çapraz doğrulama kullanılarak elde edilen başarı %80 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca bayların bayanlara göre daha düşük parmak izi tepe yoğunluğuna sahip olduğu görülmüştür. Sunulan çalışma Biosecure veritabanıyla ileride yapılacak çalışmalara referans olacak, ayrıca önerdiğimiz sistemin başarısını artırmak için yapılacak çalışmalara da ışık tutacaktır.

**Anahtar Kelimeler**—Biyometri, parmak izi, cinsiyet, tepe yoğunluğu, Biosecure veritabanı.

**Abstract**— In this study fingerprint, one of the most preferred biometric feature in criminal cases and in security controls, was used. Test of our intelligent system that recognizes gender from fingerprint which we developed before was done with a new fingerprint database. In presented work, fingerprints in Multimodal database of Biosecure company was used. Gender information is added to the dataset with associating the face data and the fingerprint data in the same database. Gender prediction success was evaluated using fingerprint ridge density. Accuracy was obtained as 80% using Artificial Neural Network algorithm and 10-fold cross validation technique. Also, it was found that fingerprint ridge density of men is lower than women. The presented study will be a reference to future studies using Biosecure database, also will shed light on the work to improve our proposed system's accuracy.

**Index Terms**—Biometrics, fingerprint, gender, ridge density, Biosecure database.

## I. GİRİŞ

Günümüzdeki birçok uygulamada parmak izi görüntüsü verisini paylaşma ihtiyacı gizliliğin korunması ihtiyacını artırmıştır. Parmak izi görüntülerinden yumuşak biyometriklerin tahmini için hazır algoritmaların kullanımı mümkündür. Bir kişiyi var olan bir parmak izi ile birebir eşleştirmek mümkün olmasa da, yaş ve cinsiyet bilgisinin elde edilmesi istenmeyen sonuçlara yol açabilir. Yazarlar bu çalışmada yumuşak biyometrikleri gizlemek için parmak izi görüntülerini kimliksizleştirme üzerine yoğunlaşmışlardır. Çalışmada, öncelikle parmak izindeki yumuşak biyometriklerin kimliksizleştirilmesi için genel bir çerçeve sunulmuştur. Bu çerçeve, geçici görüntü filtreleme kullanarak parmak izi görüntülerinden başarılı bir cinsiyet tahmini riskini azaltmak için geliştirilmiştir. Sunulan yaklaşım West Virginia Üniversitesi'nde toplanan yuvarlanmış parmak izi veriseti kullanılarak yapılan deneylerle değerlendirilmiştir. Deneyde KNN algoritması ( $k=1$ ) kullanılarak 10-kat çapraz doğrulama yöntemiyle model eğitilip test edilmiştir. Cinsiyet tahmin etme başarıları normalde %88,7 iken oluşturulan model ile tekrar veriseti test edildiğinde sistemin cinsiyet tahmin etme başarıları %50,5'e düşmüştür. Sonuçlar sunulan metodun parmak izi görüntülerinden cinsiyet tahminini önlemede başarılı olduğunu göstermektedir [1].

Parmak izleri morfolojik, biyolojik, antropolojik ve adli çalışmalarda kullanılan önemli bir değerdir. Olay yerinden ve olayda kullanılan eşyaların üzerinden toplanan parmak izleri, suçluları, kurbanları veya yüzeye dokunan diğer kişileri tespit etmede başarıyla kullanılmaktadır. Üst derideki tepelerin kalınlığı kişiden kişiye değişmektedir. Bayanlar baylardan daha yüksek tepe yoğunluğuna sahiptir. Sunulan çalışmada, Kuzey Hindistan toplumuna ait parmak izlerinin sol üst, sağ üst ve alt alanlarındaki parmak izi tepe yoğunluğundan cinsiyet ayrımı yapılmaya çalışılmıştır. Yaşları 18 ile 25 arasında değişen 97 bay 97 bayan toplam 194 kişi çalışmaya dâhil

## PARMAK İZİNDEN CİNSİYET TANIMA: YENİ BİR VERİTABANI İLE TEST

edilmiş ve katılanların tüm parmak izleri toplanmıştır. Böylelikle toplamda 1940 parmak izi elde edilmiş ve parmak izinin sol üst, sağ üst ve alt alanlarındaki üst derideki tepeler her parmak için sayılmıştır. Her üç alandaki ve cinsiyetler arasındaki parmak izi tepe yoğunluğu t-test kullanılarak istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Sonuçlar her üç alan için de bayanların baylardan daha fazla tepe yoğunluğuna sahip olmaya eğilimli olduğunu göstermektedir. Parmak izinin sağ üst ve sol üst alanlarındaki parmak izi tepe yoğunluğu alt alandan önemli ölçüde daha yüksektir. Sunulan çalışma, parmak izi tepe yoğunluğunun olay yerinden alınan kime ait olduğu bilinmeyen parmak izinin sahibinin cinsiyetini ayırt etmek için uygun ve kullanışlı bir parametre olarak kullanılabilirliğini önermektedir [2].

Parmak izinden cinsiyet tespiti için Kızılderili toplumu üzerinde yapılan bir çalışmada, parmak izi tepe yoğunluğunun topolojik ve cinsiyete göre farklılıkları tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada kullanılmak için Arjantin'in kuzeybatısında (Jujuy ili) bulunan farklı rakımlardaki iki farklı bölgeden kişiler seçilmiştir. Sonuçlar İspanyol toplumundan elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. 393 genç Arjantinli bay ve bayanın tüm parmaklarının verileri kullanılmıştır. Bunlardan 193'ü Puna-Quebrada (deniz seviyesinden 2500 metreden daha fazla yükseklikte) bölgesinden 200'ü ise Ramal (deniz seviyesinden 500 metre yükseklikte) bölgesinden seçilmiştir. Parmak izinin üç farklı bölgesinden elde edilen tepe yoğunluğu değerleri her kişinin 10 parmağı için de elde edilmiştir. Her iki grup için de farklı alanlarda belirgin farklılıklar elde edilmiştir. Sağ üst tepe yoğunluğu > sol üst tepe yoğunluğu > alt tepe yoğunluğu olduğu tespit edilmiştir. Gruplardaki baylar arasında farklılık gözlenmemiştir fakat bayanlar sağ üst ve alt bölgelerde birbirinden belirgin bir şekilde farklılık göstermektedir. Tüm alanlarda, her parmak için, bayanlar baylardan daha yüksek parmak izi tepe yoğunluğuna sahiptir. Bayes teoremi kullanılarak tepe yoğunluğu eşik değeri elde edilmiş, Arjantinli ve İspanyol toplumu arasındaki ayırım için de bu eşik değeri kullanılmıştır [3].

Yapılan çalışmada, Türk bireylerden elde edilen parmak izi tepe yoğunluğu değerleriyle parmak izinden cinsiyet tespiti yapılmaya çalışılmıştır. Veriseti 17-28 yaşları arasında değişen 118 bayan 88 bay toplam 206 öğrenciye ait basit mürekkepleme metoduyla elde edilen parmak izlerinden oluşmaktadır. Her kişiden 10'ar parmak izi alınarak sol üst, sağ üst ve alt bölgelerden 5 mm x 5 mm'lik kare kesitin köşegeni üzerindeki tepeler sayılmıştır. Üç farklı bölge ve cinsiyetler arasındaki parmak izi tepe yoğunluğu Mann Whitney U testi ve Friedman testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, çalışılan tüm bölgelerde ve tüm parmaklarda bayanlar baylardan daha fazla tepe yoğunluğuna sahiptir ve parmak izinin sol üst ve sağ üst bölgelerindeki tepe yoğunluğu alt bölgeden belirgin bir şekilde daha fazladır [4].

Li ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, yüz ve parmak izi bilgilerinden cinsiyet tanıma üzerine çalışılmıştır. Cinsiyet tanıma için güvenilir ve ayırt edici bir performansı sağlayabilmek için kişinin parmak izi ve yüzündeki görsel gözlemler birleştirilerek sonuç alınmaya çalışılmıştır. Kendi veritabanlarını kullanarak gerçekleştirdikleri deneylerde başarılı sonuçlar almışlardır [5].

Parmak izleri kullanarak cinsiyet sınıflandırma problemini ele alan bir başka çalışmada makine öğrenmesi kullanılarak parmak izleri arasındaki farklar belirlenmeye çalışılmıştır. Veritabanındaki her görüntü, tepe kalınlığının vadi kalınlığına oranı (RTVTR) ve tepe yoğunluğu değerlerinden oluşan bir öznitelik vektörü kullanılarak kaydedilmiştir. Destek vektör makineleri (SVM) kullanılarak 150 bay ve 150 bayana ait parmak izlerinden oluşan set ile eğitim işlemi yapılarak bay ve bayanların öznitelik vektörleri örüntüleri için başarılı bir sınıflandırma işlemi fonksiyonu elde edilmiştir. Deney sonuçları sonucunda geliştirilen sistemin adli antropolojide kullanılabilirliği ve %96 oranında başarılı sınıflandırma gerçekleştirdiği tespit edilmiştir [6].

Rajan ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, cinsiyeti sınıflandırmak için çeşitli biyometrik özelliklerin kullanıldığı fakat tek bir biyometrik özelliğin kullanılarak cinsiyet sınıflandırmanın düşük bir başarı oranı sunduğu vurgulanmaktadır. Bu sebeple yazarlar iris ve parmak izi biyometrik özelliklerinin birleşimini kullanarak cinsiyeti sınıflandırmaya çalışmışlardır. İris görüntüsünden çıkarılan öznitelikler ortalama ve standart sapma, parmak izi görüntüsünden çıkarılan öznitelikler ise tepe kalınlığının vadi kalınlığına oranıdır (RTVTR). 50 kişiden alınan 100 iris görüntüleri ve 120 kişiden alınan parmak izi görüntülerinin her ikisinden çıkarılan öznitelikler sinir ağlarını eğitmek için kullanılmıştır. Fakat çalışmada sinir ağlarının yapısından hiç bahsedilmemiştir. Sonuç olarak cinsiyeti sınıflandırmak için uygun bir öznitelik vektörü oluşturduklarını iddia etmektedirler [7].

Rajesh ve Punithavalli parmak izlerinin çok çözünürlüklü analizi ile cinsiyet tahmin etmek için yeni bir yaklaşım sunmuşlardır. Frekans bölgesinde parmak izlerini analiz etmek için ayrık dalgacık dönüşümü (DWT) kullanılmıştır. Sınıflandırma işlemi için gauss karışımı modellenmiştir. Öznitelikler olarak DWT katsayıları kullanılmış ve sıralama ile sadece baskın öznitelikler seçilerek sınıflandırma için Gauss Karışım Modeli'ne (GMM) verilmiştir. Geliştirilen sistem 80 bayan 100 bay toplam 180 kişilik bir veritabanı ile oluşturulmuştur. Test sonuçları sunulan sistemin 16 gauss yoğunluğuyla 3. seviye DWT ayrışımında %92,67 başarıya ulaştığını göstermektedir [8].

Parmak izi kanıtı bugüne kadar mahkemelerde en güvenilir ve kabul edilebilir kanıttır. Parmak izleri olay yerinden, eski antitardan ve kazıyla ortaya çıkan eserlerden elde edilir.

## PARMAK İZİNDEN CİNSİYET TANIMA: YENİ BİR VERİTABANI İLE TEST

Parmak izlerinin kimlik saptamanın etkin bir metodu olarak büyük bir potansiyeli olduğundan dolayı, sunulan çalışmada kişinin parmak izi ile cinsiyeti arasında korelasyon olup olmadığını analiz etmek için ayırık dalgacık dönüşümü (DWT) ve tekil değer ayrışımı (SVD) kullanılarak araştırılmıştır. Sınıflandırma için K en yakın komşu algoritması (KNN) kullanılmıştır. Yazarlar geliştirdikleri bu metodu 500 bay ve 500 bayandan alınan toplam 1000 parmak izinden oluşan bir veritabanı ile denemişlerdir. Yaptıkları analizde bayanların sol serçe parmaklarında parmak izinden cinsiyet sınıflandırma başarıları %82,90 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca bay ve bayanların diğer parmaklarındaki sınıflandırma başarıları da baylarda %80,40 ve bayanlarda %76,84 olarak tespit edilmiştir. Baylarda en yüksek başarı sol el işaret parmağı ile, bayanlarda en yüksek başarı ise sol el serçe parmağı ile elde edilmiştir. Yine en yüksek başarı bay ve bayanların sol elleri ile altıncı seviyede elde edilmiştir [9].

Parmak izlerinin diğer biyometriklere göre uygulanabilirliği, birbirlerinden belirgin bir şekilde farklı olması, sabit olması, güvenilir olması ve kabul edilebilir olması gibi bazı avantajları olduğundan dolayı dünya genelinde güvenlik ve kişi saptamada kullanılmaktadır. Ayrıca dünya genelindeki mahkemelerde yasal bir kanıt olarak da kullanılmaktadır. Sunulan çalışmada 100 bay 100 bayan toplam 200 kişinin parmak izinden oluşan bir veritabanı kullanılmıştır. Sınıflandırmada öklid uzaklığını kullanarak test edilen parmak izlerini bay veya bayan olarak sınıflandıran k en yakın komşu sınıflandırıcı (KNN) kullanılmıştır. Baylarda %50 civarı bayanlarda ise %70 civarı bir sınıflandırma başarıları elde edilmiştir [10].

Sunulan bir başka çalışmada Marathi toplumundan 100 bay ve 100 bayan toplam 200 kişinin her iki başparmakları alınarak oluşturulan toplamda 400 parmak izinin tepe yoğunluklarında cinsiyetler arasında belirgin bir fark olup olmadığı araştırılmıştır. Çalışmaya dahil edilen kişilerin yaş aralığı 18-30'dur. Sağ ve sol başparmak izlerinin tepe yoğunluğu yeni tasarlanan bir model ile belirlenip istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Bay ve bayanlar için frekans dağılımından (LoC, RoC ve birleşimi) elde edilen olasılık yoğunlukları, Bayes teoremi kullanılarak kişilerin bilinen tepe sayıları için cinsiyet atamasının olasılık oranı ve sonsal olasılığı hesaplanması için kullanılmıştır. Sonuç olarak belirlenen alanlar tek tek ve birleştirilmiş olarak analiz edildiğinde bayanların baylara göre her iki durumda da daha fazla başparmak izi tepe yoğunluğuna sahip olduğu görülmüştür. T-test uygulanarak LoC (merkezin solu), RoC (merkezin sağ) ve birleştirilmiş (LoC+RoC) alanlarında bay ve bayan parmak izlerinin tepe yoğunluklarındaki farklar  $p < 0,01$  seviyesinde istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Ayrıca bayların LoC değeri 11,58, RoC değeri 11,82 ve LoC+RoC değeri 23,40 iken bayanların LoC değeri 14,6, RoC değeri 14,56 ve LoC+RoC değeri 29,16 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar parmak izi tepe yoğunluğu ile cinsiyet arasında ilişki olduğunu göstermektedir [11].

## II. KULLANILAN MATERYAL VE ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Sunulan çalışmada cinsiyet sınıflandırması için parmak izi tepe yoğunluğu değerlerini baz alarak sınıflandırma yapan 2012 yılında önerdiğimiz sistem [12] kullanılmıştır. Veritabanı olarak ise Biosecure Multimodal veritabanındaki parmak izleri arasından 50 bay ve 50 bayana ait parmak izleri seçilerek kullanılmış ve geliştirilen sistemin cinsiyet sınıflandırma başarıları ölçülmüştür. Veritabanındaki parmak izlerinin bay veya bayana ait olduğu, parmak izlerine denk gelen yüz görüntülerine bakılarak verisetine eklenmiştir.

DS2 veriseti PC-tabanlı, çevrimdışı, masaüstü ortamında, denetimli koşullarda 2 oturum halinde toplanan bir verisetidir. Bu verisetinde ses, yüz, imza, parmak izi, el ve iris biyometrikleri işlenmemiş halde bulunmaktadır. Toplam donör sayısı 667'dir. Fakat bu 667 kişinin yukarıda bahsedilen tüm biyometrikleri verisetinde yoktur. Veriseti toplanırken sağlanan ortamda, veri toplama donanımı için geniş bir masa ve denetmen ile katılımcı için hazırlanan iki rahat sandalye bulunmaktadır. Veri elde etme donanımı standart bir bilgisayar ve bilgisayara USB veya Bluetooth arayüzü ile bağlanmış birkaç veri toplama sensöründen oluşmaktadır. Multimodal veritabanında DS3 verisetinden de parmak izleri bulunmaktadır. DS3 verisetinde mobil cihaz tabanlı, bina içi ve dışında kontrolsüz durumlarda çekilmiş parmak izleri bulunmaktadır. 713 donörden 2 oturum dahilinde veriler toplanmıştır. Bu verisetinde ses, yüz, imza ve parmak izi biyometrikleri işlenmemiş halde bulunmaktadır. Verisetindeki parmak izi verileri PDA HP iPAQ hx2790 ile elde edilmiştir [13].

Çalışmada bayların bayanlara göre daha düşük parmak izi tepe yoğunluğuna sahip olmaları bilgisinden yola çıkılarak geliştirilen sistem kullanılmıştır. Sistem parmak izinin en üst boğumundaki merkez noktasını baz alarak sol elden alınan parmak izlerinde merkezden sağ üst köşeye doğru olan 80 piksellik kesiti, sağ elden alınan parmak izlerinde ise sol üst köşeye doğru olan 80 piksellik kesiti dikkate alarak işlem yapmaktadır. Alınan kesitin merkez noktasından karşı köşeye kadar olan köşegen üzerindeki piksel değerleri ve bu köşegen üzerindeki tepe sayısı zeki sisteme giriş olarak alınmakta, geliştirilen zeki model ile eğitilerek test edilmektedir. Geliştirilen YSA yapısında tan, log, pur transfer fonksiyonları kullanılarak 3 ağ katmanında sırasıyla 50, 30, 1 nöron kullanılmıştır. Biosecure veritabanındaki rastgele 50 bay ve 50 bayana ait parmak izleri sisteme verilerek 10-kat çapraz doğrulama yöntemiyle eğitim ve test işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Biosecure veritabanıyla elde edilen başarı [12] numaralı çalışmamızla karşılaştırılmış, farklı toplumlardan toplanan parmak izleriyle oluşturulmuş olan Biosecure Multimodal veritabanının da [12] numaralı çalışmada sunulan aynı yöntem kullanılarak benzer bir sınıflandırma başarısına sahip olduğu

## PARMAK İZİNDEN CİNSİYET TANIMA: YENİ BİR VERİTABANI İLE TEST

gözlenmiştir. [12]'de sistemin başarısı Türkiye vatandaşları veritabanı kullanılarak %78 olarak elde edilmiş, sunulan çalışmada ise Biosecure veritabanı kullanılarak sistemin

sınıflandırma başarısı %80 olarak elde edilmiştir. Sonuçlar Tablo 1'de diğer çalışmalarla karşılaştırılmıştır.

Tablo 1. Farklı çalışmalardaki parmak izinden cinsiyet sınıflandırma başarılarının karşılaştırılması.

Kaynak	Sınıflandırma Algoritması	Örnek Sayısı	Veritabanı	Sınıflandırma Başarısı
[9]	KNN	500 Bay 500 Bayan	Kendi veritabanları	%78
[10]	KNN	100 Bay 100 Bayan	Kendi veritabanları	~%60
[12]	YSA	375 Bay 375 Bayan	Kendi veritabanımız	%78
<b>Sunulan Çalışma</b>	YSA	50 Bay 50 Bayan	BIOSECURE Multimodal veritabanı	%80

### III. SONUÇ VE TARTIŞMA

Adli vakalarda parmak izi en çok tercih edilen kanıtlardan biridir. Parmak izleri bu özelliklerinden dolayı biyometri çalışanlar tarafından en fazla araştırılan konulardandır. Adli bir vakayı açığa çıkarmada olay yerinde bulunan parmak izinin kime ait olduğu suçlu veritabanında kayıtlı değilse, bu parmak izini kullanarak zanlı hakkında en fazla bilgiye ulaşma en mantıklı yol olarak görülmektedir. Bu sebeple parmak izinden cinsiyet tahmin edilerek zanlı sayısı %50 oranında azaltılmaktadır. Bu da çok büyük veritabanlarında güvenlik birimleri için hem zamandan hem de emekten tasarruf etmeyi sağlamaktadır. Sunulan çalışmada daha önce yayınladığımız çalışmalarda önerdiğimiz parmak izinden cinsiyet tanıyan zeki sistem ile Biosecure firmasına ait Multimodal veritabanı kullanılarak cinsiyet tahmini başarısı ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre cinsiyet sınıflandırma başarısının %80 olduğu ve bayların bayanlara göre daha düşük parmak izi tepe yoğunluğuna sahip olduğu tespit edilmiştir. Sunulan çalışma Biosecure veritabanıyla ileride yapılacak çalışmalara referans olacak, önerilen sistemin başarısını artırmak için yapılacak çalışmalara ışık tutacaktır.

#### TEŞEKKÜR

Biosecure veritabanının alınmasında maddi desteklerinden dolayı Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Birimi'ne teşekkür ederiz.

#### KAYNAKÇA

- Lugini, L., Marasco, E., Cukic, B., Dawson, J., "Removing gender signature from fingerprints," 37th

International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO), 1283-1287, (2014).

- Krishan, K., Kanchan, T., Ngangom, C., "A study of sex differences in fingerprint ridge density in a North Indian young adult population", Journal of Forensic and Legal Medicine, 20: 217-222, (2013).
- Gutiérrez-Redomero, E., Sánchez-Andrés, A., Rivaldería, N., Alonso-Rodríguez, C., Dipierri, J. E., Martín, L. M., "A comparative study of topological and sex differences in fingerprint ridge density in Argentinian and Spanish population samples", Journal of Forensic and Legal Medicine, 20: 419-429, (2013).
- Oktem, H., Kurkcuoglu, A., Pelin, İ. C., Yazici, A. C., Aktas, G., Altunay, F., "Sex differences in fingerprint ridge density in a Turkish young adult population: A sample of Baskent University", Journal of Forensic and Legal Medicine, 32: 34-38, (2015).
- Li, X., Zhao, X., Fu, Y., Liu, Y., "Bimodal gender recognition from face and fingerprint", IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2590-2597, (2010).
- Arun, K. S., Sarath, K. S., "A machine learning approach for fingerprint based gender identification", IEEE Recent Advances in Intelligent Computational Systems (RAICS), 163-167, (2011).
- Rajan, B. K., Anto, N., Jose, S., "Fusion of iris & fingerprint biometrics for gender classification using neural network", 2nd International Conference on Current Trends in Engineering and Technology (ICCTET), 216-221, (2014).

PARMAK İZİNDEN CİNSİYET TANIMA:  
YENİ BİR VERİTABANI İLE TEST

8. Rajesh, D. G., Punithavalli, M., “Wavelets and Gaussian mixture model approach for gender classification using fingerprints”, 2nd International Conference on Current Trends in Engineering and Technology (ICCTET), 522-525, (2014).
9. Shinde, M. K., Annadate, S. A., “Analysis of Fingerprint Image for Gender Classification or Identification: Using Wavelet Transform and Singular Value Decomposition”, International Conference on Computing Communication Control and Automation (ICCUBEA), 650-654, (2015).
10. Tarare, S., Anjekar, A., Turkar, H., “Fingerprint Based Gender Classification Using DWT Transform”, International Conference on Computing Communication Control and Automation (ICCUBEA), 689-693, (2015).
11. Kapoor, N., Badiye, A., “Sex differences in the thumbprint ridge density in a central Indian population”, Egyptian Journal of Forensic Sciences, 5: 23–29, (2015).
12. Ceyhan, E. B., “Parmak izinden cinsiyet tanıyan zeki sistem”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2012.
13. Internet: Biosecure Veritabanı, [http://biosecure.it-sudparis.eu/AB/index.php?option=com\\_content&view=article&id=25&Itemid=31](http://biosecure.it-sudparis.eu/AB/index.php?option=com_content&view=article&id=25&Itemid=31) , Erişim Tarihi: 30.08.2015.

**Şeref SAĞIROĞLU**, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü ve Bilgisayar Mühendisliği Bölüm Başkanıdır.

**Eyüp Burak CEYHAN**, Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümünde araştırma görevlisidir.