

# Avuç içi Damar Biyometrisi için Stereo Kamera Sistemi

## A Stereo Camera System For Palm Vein Biometrics

Serkan Çolak, Ömer Faruk Özdemir, Yusuf Sinan Akgül  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Gebze Teknik Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye  
{scolak, akgul}@gtu.edu.tr, farukozdemir24@gmail.com

**Özetçe**—Kullanıcı kimliği saptamada biyometri tabanlı teknikler son yıllarda oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu teknikler arasında bireyin avuç içi damar desenlerinden faydalanan yöntemler ön plana çıkmaktadır. Avuç içi damar deseni, bireyleri birbirinden ayırt etmek için kullanılan en güvenilir fizyolojik özelliklerden biridir. Bu çalışmada avuç içi damar görüntüleri üzerinde yapılan analizle kişi tanımlama işleminin başarımını artıracak yeni bir yaklaşım sunulmuştur. Bildiride, kan damarlarının yakın kızılötesi ışınlar maruz kalmasıyla ortaya çıkan görüntüler üzerinde tespit edilen damarların derinlik bilgisi ayna yardımıyla kurulan stereo sistem ile elde edilmiştir. Damarların derinlik bilgisi, avuç içi tanıma sistemleri için girdi olarak sağlanmıştır. Avuç içi damar tespiti tabanlı doğrulama sistemlerinin performansı stereo derinlik bilgisi kullanılarak artırılmaya çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler** — *biyometri; avuç içi; damar tespiti; stereo.*

**Abstract**—Biometrics have become one of the most used techniques for user identification in recent years. Palm vein pattern based methods have a significant role in biometrics and one of the most reliable physiological features for identifying one person from another. We propose a method to increase the performance of the current palm vein identification systems. Our method uses a mirror to scan vein depths as well as the vein patterns using the visibility of venous blood under the near infrared (NIR) light. We use these as the input of the system to improve the performance using stereo depth information.

**Keywords** — *biometrics; palm vein; vein detection; stereo.*

### I. GİRİŞ

Günümüzde her alanda hızlı bir gelişme gösteren teknoloji, kullanıcı alışkanlıklarını da aynı ölçüde değiştirmeye zorlamaktadır. Nüfus cüzdanı, kart gösterilmesi veya pasaport bilgileri ile yürütülen birçok işlem yerini şifre, parola ve pin kodlarına bırakmıştır [1, 2].

Ancak bu tür uygulamaların da çok geçmeden dezavantajları yaşanmaya başlanmıştır [3]. Kişiye özel verilmiş kartların unutulması, kaybolması, başkaları tarafından kullanılması, şifre ve parolaların üçüncü kişiler tarafından öğrenilmesi veya unutulması kişi ve kurumların güvenliği için tehdit oluşturmaktadır. Bu sorunları ortadan kaldırmak için ise biyometri tabanlı yeni sistemler önerilmiştir [4, 5, 6].

Biyometrik kimlik tespiti sistemleri kişinin sadece kendisinin sahip olduğu ve diğerlerinden ayırt edilmesini sağlayan fiziksel veya davranışsal özelliklerin tanınması prensibi ile çalışmaktadır. Bu teknolojide parmak izi ve el geometrisinin incelenmesi, yüz özelliklerinin karşılaştırılması, ses ve konuşma analizi, iris ve retina tanımlanması gibi çalışma prensibi benzer ancak şekil ve sonuç itibarıyla birbirinden farklı sistemler yer almaktadır [4, 7, 8].

İnsan damar yapısı her bir kişi için ayırt edici bir özelliktir ve biyometrik kimlik tespiti yöntemleri için kullanılabilir [5, 6, 9]. Bu bilgiden faydalanan avuç içi damar tanıma sistemleri günümüz bilimsel çalışmalarında önemli bir yer tutmaktadır. İris kodu gibi kabul edilmiş kararlı bir sistem haline getirilememiş olması bu alanda yeni çalışmalar çıkmasına olanak tanımaktadır [5].

Günümüzde kullanılan damar tespiti yöntemlerinde iki boyutlu avuç içi görüntüsü kullanılmaktadır. Bu bildiride geliştirilen sistemle, ayna yardımıyla stereo görüntü elde edilerek üç boyutlu görüntü oluşturulmuştur. Sistem üç boyutlu görüntü üzerinde damar tespit yöntemleri kullanarak derinlik farklarını tespit etmektedir. Böylece biyometrik hırsızlık ve aldatmanın engellenebileceği bir sistem meydana getirilmiştir. Önerilen sistemin genel yapısı Şekil 1.(a) Sistemin genel yapısı.(b) ve (c) geliştirilen sistemin farklı açılardan görüntüsü' da gösterilmiştir.

Bildirinin genel yapısı şu şekildedir; Bölüm II'de daha önce yapılmış olan çalışmalardan bahsedilmiştir. Bölüm III'de geliştirilen sistem hakkında detaylı bilgiler

verilmiştir. Bölüm IV ve V’de deneyler ve sonuçlar hakkında yorum yapılmıştır.

## II. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışma [10]’ da avuç izi görüntüsü mavi, yeşil, kırmızı ve yakın kızılötesi aydınlatma kullanılarak elde edilmiştir. Avuç izinin, mavi ve yeşil bantta elde edilen görüntülerde daha net tespit edildiği belirtilmiştir.

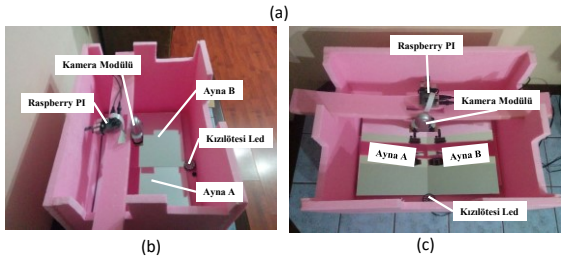
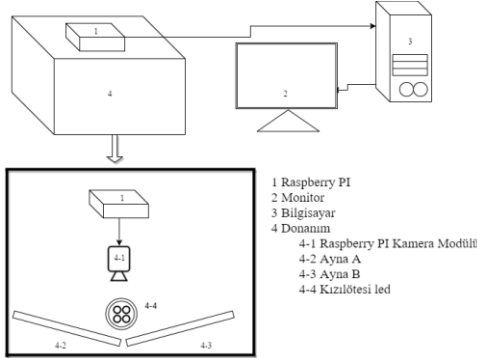
Diğer bir çalışmada [11], uzak kızılötesi (FIR) ışınlar kullanılarak görüntü elde edilmiştir. Görüntü, insan vücudunun yaydığı kızılötesi radyasyon kullanılarak oluşturulmuştur.

Görüntü elde etmede kullanılan diğer bir yöntemse, 3 boyutlu ses ötesi (ultrasonic) avuç içi damar tespiti yapabilmek için kullanılan sistemlerdir [12].

## III. SİSTEM

### A. Donanım Birimi

Bu çalışmada önerilen sistemin genel yapısı Şekil 1.(a) Sistemin genel yapısı.(b) ve (c) geliştirilen sistemin farklı açılardan görüntüsü’da görülmektedir. Sistemin donanım birimi, raspberry pi [13], kamera modülü [14], kızılötesi ledler ve 2 adet aynadan oluşmaktadır.



Şekil 1.(a) Sistemin genel yapısı.(b) ve (c) geliştirilen sistemin farklı açılardan görüntüsü

Bu doğrultuda ilk olarak sistem tasarımı gerçekleştirilmiştir. Stereo görüntü oluşturabilmek için 2 adet ayna 5°er derecelik eğim açısıyla sisteme konumlandırılmıştır. Damar görüntüsünün elde edilmesinde yardımcı olacak olan kızılötesi ledler uygun pozisyonda düzeneğe entegre edilmiştir. Görüntü elde edebilmek içinse

raspberry pi ve kızılötesi görüntü yakalayabilen kamera modülü kullanılmıştır.

### B. Görüntü Elde Etme

Kamera modülü, sisteme daha önceden sabitlenmiş olan 2 adet aynayı cepheden görebilecek şekilde konumlandırılmıştır. Sistemin içerisi kızılötesi ledler yardımıyla aydınlatılmıştır. Böylece kamera modülünden Şekil 3 1.adımda görünen 1280x960 piksel büyüklüğündeki görüntü elde edilmiştir.

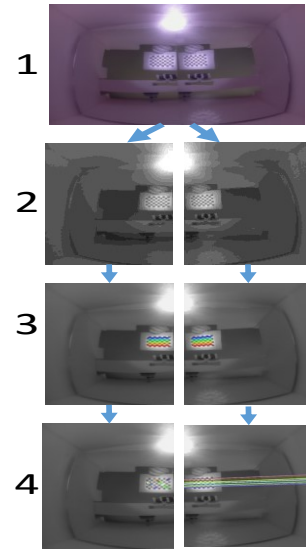
### C. Stereo Kamera Kalibrasyonu

Stereo kamera sisteminin kalibrasyonu her bir kameranın iç parametrelerinin hesaplanmasını içermektedir. Aynı zamanda birinci kameranın ikinci kamerayla göreceli yer değiştirme (translation) ve döndürme (rotation) parametrelerini elde etmemizi de sağlamaktadır. Her iki görüntü düzlemini paralel göstermek için bu parametreler kullanılarak stereo görüntü çifti düzeltilir (rectification). Daha sonra bu düzeltilmiş (rectified) görüntüler 3 boyutlu düzlemde görüntünün yeniden oluşturulmasında ve derinlik haritalarının hesaplanmasında kullanılır.



Şekil 2. Kamera kalibrasyon tahtası

Bu doğrultuda oluşturulan sistemin stereo kalibrasyonunu yapmak için Şekil 2’deki kalibrasyon tahtası kullanılmıştır. Daha iyi bir stereo kalibrasyonu için 9 farklı açıdan görüntü alınmıştır.



Şekil 3. (3.1) İlk Görüntü. (3.2) Görüntünün ikiye ayrılması. (3.3) Köşe tespiti. (3.4) Görüntü çiftinin düzeltilmesi.

Şekil 3 2.adımda elde edilen görüntü ikiye bölünerek stereo işlemleri için gereken görüntüler oluşturulmuştur. Şekil 3 3. adımda her bir görüntüde kalibrasyon tahtasının köşeleri tespit edilmiştir. Tespit edilen  $i$ . köşe noktasının koordinatları  $c_i = (x_i, y_i)$  şeklinde gösterilmiştir.  $k$ . görüntü için bulunan tüm köşe noktaları  $S$  kümesi ile ifade edilmiştir;  $n$  bulunan köşe sayısı olmak üzere,

$$S_k = c_1 \cup c_2 \cup \dots \cup c_n$$

ifade edilmiştir. Bu işlem 9 adet görüntü üzerinde uygulanıp tüm görüntülerdeki köşe noktaları tespit edilerek  $P$  kümesi oluşturulmuştur.

$$P_9 = S_1 \cup S_2 \cup \dots \cup S_9$$

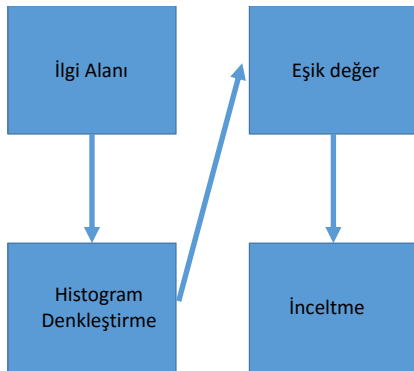
şeklinde gösterilmiştir.

$P$  kümesi kullanılarak Şekil 3 4. adımda stereo kalibrasyon yapılmış birinci ve ikinci kameraya ait iç parametreler ( $K$ ), dış parametreler döndürme ( $R$ ) ve yer değiştirme ( $T$ ) matrisleri hesaplanmıştır.

#### D. Damar Tespiti ve Stereo Görüntü Düzeltme

Damar tespiti için, sistem tarafından Şekil 5 1. adımda kullanıcıya ait el görüntüsü elde edilmiştir. Stereo kalibrasyon işlemine benzer bir şekilde stereo görüntü elde edebilmek adına görüntü Şekil 5 2.adımda ikiye ayrılmıştır. Damar algoritmasının daha iyi sonuç vermesi için Şekil 5 2.adımda boyutlandırılmış görüntüde izdüşüm dönüşümü (homography) uygulanmıştır. Bu işlem sonrasında avuç içi görüntüsünden ilgi alanı (ROI) belirlenmiştir.

Çalışma [15, 16]'da kızılötesi avuç içi görüntüsünden damar örüntüsü çıkarmak için geliştirilen yöntemden bahsedilmiştir. Çalışmalarda damar merkezinin görüntü profili kontrol edilmiş ve damarların merkez hatları vurgulanmıştır. Merkez hatları, bir damar görüntüsünün profil kesit eğriliğinin pozisyonları için tespit edilmiştir. Maksimum eğrilik pozisyonları yöntemiyle, zamansal damar genişliği ve parlaklıklarına karşı sağlam bir damar bulma yöntemi geliştirilmiştir. Eğrilik pozisyonları birbirine bağlanarak damar örüntüleri elde edilmiştir.

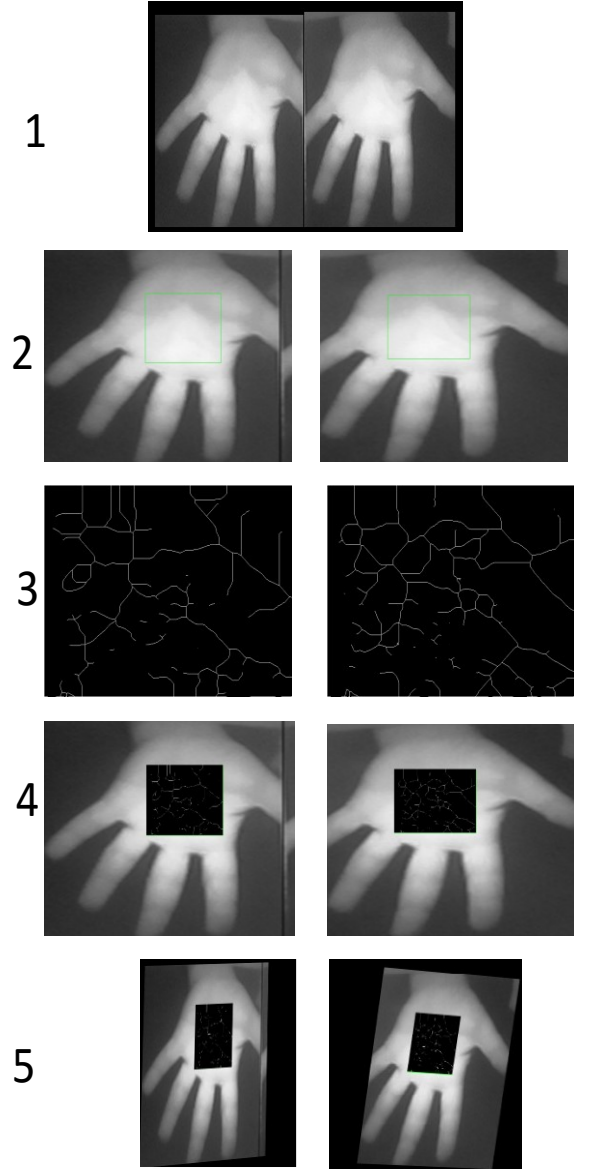


Şekil 4-Damar Tespit Algoritması

Bu bildiri Şekil 4' de gösterilen daha basit bir damar bulma algoritması, ilgi alanına uygulanarak sadece doğrulama yapılmıştır [Şekil (5.3)].

Damar örüntüsü esas görüntüde yerine taşıdıktan sonra kalibrasyon işlemiyle elde edilmiş olan  $K$ ,  $R$  ve  $T$  matrisleri kullanılarak her iki damar örüntüsü, görüntü üzerinde düzeltilmiştir [Şekil (5.5)].

Aynı damar noktasının her iki görüntüdeki pozisyonu bulunur ve stereo kalibrasyon parametreleri  $K$ ,  $R$ ,  $T$  matrisleri kullanılarak damar noktasının 3 boyutlu pozisyonu hesaplanır. Bu işlem bütün damar noktalarına uygulanarak, damar örüntüsünün 3 boyutlu tam yapısı çıkartılmıştır.

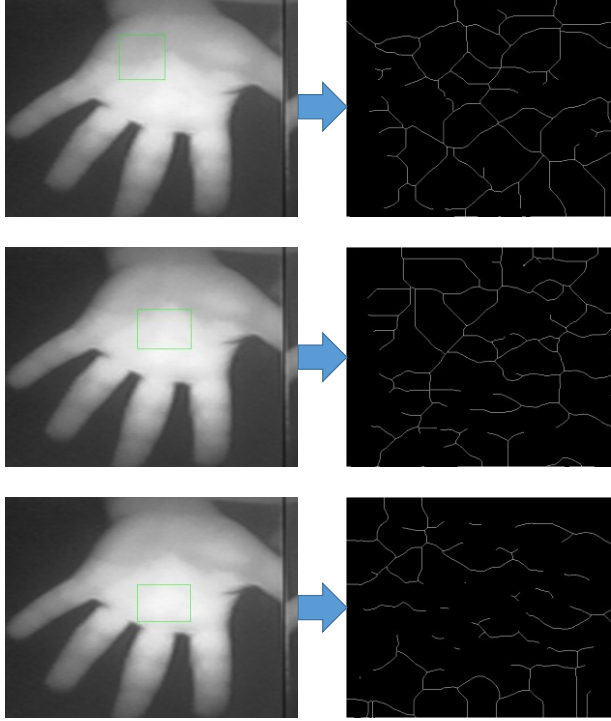


Şekil 5. (5.1) İlk Görüntü. (5.2) Görüntünün ikiye ayrılması, yeniden boyutlandırma, ilgi alanı belirleme. (5.3) Damar tespit. (5.4) Görüntü çiftinin düzeltilmesi

#### IV. DENEYLER

Deneyle, önceden kalibrasyonu yapılmış olan sistemde farklı ortamlarda 52 deneğin sağ ve sol ellerine ait 104 adet görüntü üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Çıkan sonuçlarda deneyin gerçekleştirildiği ortam koşullarına bağlı olarak damar tespitinde farklılıklar gözlenmiştir. Avuç ayasının merkezi ile ROI merkezi örtüşüğünde damar örüntüsü daha iyi sonuçlar vermiştir.



Şekil 6 İlgili Alanı ve alana ait damar örüntüsü

#### V. SONUÇ

Bu çalışmada, kirli kanın yakın kızılötesi (NIR) ışınları emmesinden yararlanılmıştır. Tek kamera kullanılan sistemde, stereo görüntü elde edebilmek için aynalar kullanılmıştır. Böylelikle avuç için damar örüntüsünü tespit edilmiş ve damarlara ait derinlik bilgisine ulaşılmıştır. Derinlik bilgisinin, diğer damar örüntüsü tanıma sistemleri tarafından girdi olarak kullanılması sağlanmıştır. Böylece 2 boyutlu örüntü kullanarak kişi tespiti yapan sistemlere nazaran aldatılması güç bir sistem gerçekleştirilmiştir [17].

Ayrıca stereo görüntü, tek bir kamera ve aynalar kullanılarak düşük maliyetle elde edilmiştir.

#### VI. KAYNAKÇA

- [1] Morris, R., & Thompson, K. (1979). Password security: A case history. *Communications of the ACM*, 22(11), 594-597.
- [2] Luke, L. R. (1984). Password Security Systems. *EDPACS: The EDP Audit, Control, and Security Newsletter*, 12(4), 1-6.
- [3] Vetillard, E., & Ferrari, A. (2010). Combined attacks and countermeasures. In *Smart Card Research and Advanced Application* (pp. 133-147). Springer Berlin Heidelberg.
- [4] Masek, L. (2003). Recognition of human iris patterns for biometric identification. *The University of Western Australia*, 2.
- [5] Daugman, J. G. (1994). *U.S. Patent No. 5,291,560*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [6] Watanabe, M., Endoh, T., Shiohara, M., & Sasaki, S. (2005, September). Palm vein authentication technology and its applications. In *Proceedings of the biometric consortium conference* (pp. 19-21).
- [7] Wang, R., Wang, G., Chen, Z., Zeng, Z., & Wang, Y. (2014). A palm vein identification system based on Gabor wavelet features. *Neural Computing and Applications*, 24(1), 161-168.
- [8] Ribaric, S., & Fratric, I. (2005). A biometric identification system based on eigenpalm and eigenfinger features. *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, 27(11), 1698-1709.
- [9] Gayathri, S., Nigel, K. G. J., & Prabakar, S. (2013). Low cost hand vein authentication system on embedded linux platform. *Int J Innovative Technol Exploring Eng*, 2(4), 138-141.
- [10] Zhang, D., Guo, Z., Lu, G., Zhang, L., & Zuo, W. (2010). An online system of multispectral palmprint verification. *Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions on*, 59(2), 480-490.
- [11] Wang, L., & Leedham, G. (2006, November). Near-and far-infrared imaging for vein pattern biometrics. In *Video and Signal Based Surveillance, 2006. AVSS'06. IEEE International Conference on* (pp. 52-52). IEEE.
- [12] Iula, A., Savoia, A., & Caliano, G. (2012, October). 3D Ultrasound palm vein pattern for biometric recognition. In *Ultrasonics Symposium (IUS), 2012 IEEE International* (pp. 1-4). IEEE.
- [13] "Raspberry Pi Foundation", Raspberry Pi, 2016[Online].
- [14] "Waveshare Electronics", Waveshare.com, 2016[Online].
- [15] Miura, N., Nagasaka, A., & Miyatake, T. (2007). Extraction of finger-vein patterns using maximum curvature points in image profiles. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 90(8), 1185-1194.
- [16] Miura, N., Nagasaka, A., & Miyatake, T. (2004). Feature extraction of finger-vein patterns based on repeated line tracking and its application to personal identification. *Machine Vision and Applications*, 15(4), 194-203.
- [17] Özdemir, Ö. F., Çolak, S., & Akgül, Y. S. (2016). Regresyon Tabanlı Stereo Avuç içi Damar Tespiti ve Biyometrik Tanıma Sistemi. *Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2016 24th IEEE*.
- [18] Tome, P., & Marcel, S. (2015, May). On the vulnerability of palm vein recognition to spoofing attacks. In *Biometrics (ICB), 2015 International Conference on* (pp. 319-325). IEEE.