

İnsan El Derisi Özelliklerinin Kutuplamalı Işık Görüntülemesi ile İncelenmesi

Investigation of Human Hand Skin Features by Polarized Light Imaging

Yavuz Öztürk¹, Mehmet Engin¹, Erkan Zeki Engin¹, Alper Bayrak²

1. Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü,
Ege Üniversitesi

yavuz.ozturk@ege.edu.tr, mehmet.engin@ege.edu.tr, erkan.zeki.engin@ege.edu.tr

2. Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü,
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
alperbayrak@iyte.edu.tr

Özetçe

Bu çalışmada; farklı yaştaki erkek ve bayanların, el arka (üst) derisinin biçimsel dokusu incelenmiştir. Farklı dalga boyları ve analizörün, paralel ve dik konumlarında yüzey saçılmasından elde edilen görüntüler işlenmiş ve nicemsel olarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, deri biçimsel dokusunun birçok farklı bölütleme oluşturduğu ve bölütleme büyüklük ve sayılarının yaş ile değiştiği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, el derisi biçimsel dokusunun karmaşıklığının yaş ile azaldığı söylenebilir.

Abstract

In this study, the texture of skin on the back of the hand was investigated for men and women of different ages. The images obtained from superficially back scattered light at the parallel and perpendicular position of the analyzer for different wavelengths, were processed and quantitatively analyzed. At the end of the analysis, we observed that the skin textures have many different segments and the size and number of segments change with ages. Finally, we can say that the hand skin texture becomes less complex with age.

1. Giriş

Işığın kutuplanması, uzayın bir noktasında bir periyotluk titreşim (oscillation) boyunca dalganın elektrik alanı değişiminin yönü ile açıklanabilir. Işık, serbest uzayda yol alırken birçok durumda enine dalga biçiminde yayılır. Diğer bir deyişle, kutuplanma dalga bileşeninin ilerleme yönüne diktir. Böyle bir durumda elektrik alan tek yönde (doğrusal kutuplanma) veya dönecek değişebilir (dairenel veya eliptik kutuplanma). Kutuplanmış ışık, biyolojik dokular gibi ışık saçıcı ortamlardan geçerken kutuplanma durumu değişir [1]. Dolayısıyla, bu kutuplanma değişimi aracılığı ile ortam özellikleri tanınabilir. Kutuplanmış ışıklı görüntüleme ile yüzey dokularından saçılan ışığın seçilmesi mümkün olabilmektedir. Deriyi aydınlatan doğrusal kutuplanmış ışığın kutuplanması, “çift kırılma özellikli (birefringent)” kolojen iplikçikleri (collagen fibers) tarafından da hızlıca bozulabilir

(depolarized). Dolayısıyla, dermis tabakasına derin şekilde nüfuz eden ışık ile etkilenmiş toplam yansımış bileşenden, yüzey geri saçılımının ayırt edilebilmesi mümkün olabilmektedir.

Kutuplanmış ışık görüntülenmesi ile biyomedikal tabanlı uygulamalar giderek önem kazanmaktadır. Örneğin; çift-bant kutuplamalı ışık görüntülemesi ile insan derisindeki su içeriği dağılımı kestirilmeye çalışılmıştır [2]. Bu çalışmada, izgesel (spectral) süzgeçleme ve kutuplama denetimi ile uygun derinlik için derideki su içeriği incelenmiştir. Diğer bir çalışmada, çoklu izgesel (multispectral) görüntüleme ve derinlik seçicilik denetimi ile derideki, Hemaglobin oksijen doymu (SpO₂) ölçülmüştür [3]. Çoklu izgesel görüntüler 500-600 nm aralığında incelenmiştir. Ayrıca, dokuların yüzeysel bölgelerinin görüntüleme ile tanınabilmesi deri kanseri gelişimi hakkında önemli bilgiler verebilmektedir [1].

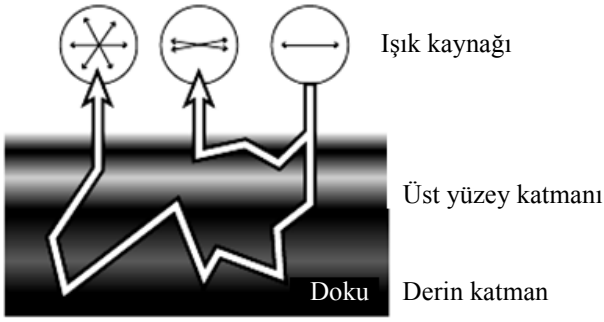
Diğer yandan insan derisinin yaşlanma belirtileri çok değişkenlik göstermektedir. İnsan yaşlandıkça, deri özellikleri şöyle gelişmektedir; daha duyarlı, ince, daha ışık geçirici ve kuru, daha kırışık, sağlamlık ve esneklik kaybı, kan damarları miktarındaki azalma, gençlikteki deri renginin kaybı, iyileşme özelliğinin azalması ve yaşlanma beneklerinin oluşması olarak söylenebilir [4].

Çalışmamızda; farklı dalga boylarındaki kutuplanmış ışık ile aydınlatılan el üstü derisinden alınmış görüntüler işlenerek, yaş ve cinsiyet gibi özelliklere bağlı olarak el derisindeki değişimler incelenmiştir.

2. Malzeme ve Yöntem

Çoklu izgesel görüntüler, farklı dalga boyu aralıklı süzgeçlerden geçen ışığın deri dokusundan yansımalarının fotoğraflanması ile elde edilmiştir. Görüntülerdeki tüm pikseller izgesel (farklı dalga boylarına bağlı) bilgi içermektedirler. Deri dokusuna düşürülen ışık saçılırken, deri yüzeyinden ve tekrarlamalı olarak deri tabakalarından yansır. Bu özellik istatistiksel olarak; stratum corneum, epidermis, dermis ve subcutaneous tabakalarına bağlı olarak değişim gösterir. Dolayısıyla, derin tabakalara doğru yayılan ışığın kutuplanması yok olurken (depolarized), yüzeyel yansıma Şekil 1’den görüleceği gibi özgün saçılmayı devam

ettirecektir. Işığın bir kısmı ise deri yapısına bağlı olarak soğurulacaktır.



Şekil 1: Deri dokusunda polarizasyon değişiklikleri [3]

Çalışmamızın deneysel düzeneği; Ege Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümündeki *Manyetooptik Laboratuvarında* kurulmuştur. Düzenekte ışık kaynağı, iki adet doğrusal kutuplayıcı (linear polarizer), fotoğraf makinesi (Canon EOS 40D) ve ışık süzgeçleri (mor, yeşil, kırmızı) bulunmaktadır (ölçüm düzeneği Şekil 2’de görülmektedir). Işık kaynağı olarak standart lamba kullanılmıştır. Işık kaynağı el düzlemine 30° açı, fotoğraf makinesi ise dik yerleştirilmiştir. Böylece görüntüde oluşabilecek parlama etkilerinin önüne geçilmiştir. Işık demetinin fotoğraf çekilecek bölgeyi tamamen aydınlatması sağlanarak ışık kaynağının uzaklığı, ayarlanmıştır. Fotoğraf makinesi ise deriye yaklaşık 40cm mesafede olacak şekilde görüntü netliği ayarlanarak yerleştirilmiştir. Değişik deneklerde el kalınlığının farklı olması sebebi ile farklı el görüntüsünde netlik sağlanacak şekilde fotoğraf makinesi lenslerinde çok az oynama yapılmıştır. Görüntü alımları karanlık ortamda yapılmıştır. Alınan görüntüler, görüntü işlemeden geçirilerek nicemsel olarak yorumlanılmışlardır.



Şekil 2: Ölçüm yapılan düzenek

Deneysel çalışma üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

1. Görünen ışık kaynağı kullanarak, yansıyan ışığın yatay ve dikey kutuplanmış bileşenlerinden üretilen el derisi görüntüleri işlendikten sonra görüntü parametreleri ile

karşılaştırılmıştır. Böylelikle hangi bileşenin daha temsil edici olduğu belirlenmiştir.

2. Görünen ışık kaynağı kullanarak, sadece yatay kutuplanmış bileşen ile farklı denek gruplarına ait görüntüleri karşılaştırarak cinsiyet ve yaş özelliklerinin deri üzerindeki etkileri incelenmiştir.
3. Üç farklı dalga boyu aralığında süzgeçler kullanılarak yatay ve dikey kutuplamalı bileşenlere ait görüntülerden dalga boyu etkisi araştırılmıştır.

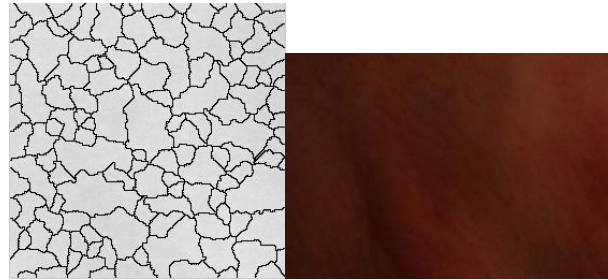
Görüntü işleme aşamasında ise şu adımlar gerçekleştirilmiştir.

- İlgili ana görüntüden, (512×512) boyutunda alt görüntü alınması,
- Gri-ölçek (gray-scale) tabanlı bu görüntünün terslenmesi,
- Zıtlık (contrast) iyileştirmesi,
- Görüntüdeki, alt-kapalı (contour) bölgelerin sınırlarının belirginleştirilmesi,
- Alt-kapalı bölgelerin, alanlarının çıkartılması,
- Alan büyüklüklerinin histogramının bulunması,
- En fazla sayıda alana sahip olan ilk üç bölgenin, ağırlıklı ortalamasından (K) parametresinin elde edilmesi.

3. Sonuçlar ve Tartışma

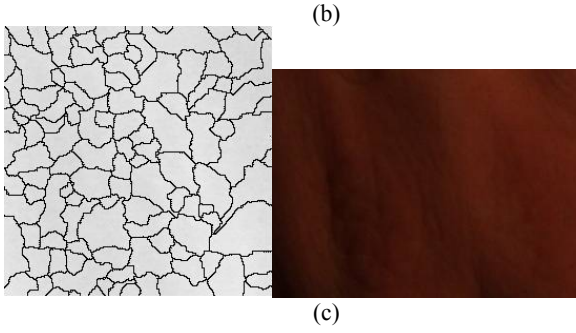
Deneysel çalışmaların birinci aşamasında, görünen ışık kaynağı (400-700nm) ve kamera önüne bir kutuplayıcı konulmuştur. Yatay ve dikey kutuplama bileşenleri için elde edilen tek bir deneğe (30 yaşında ve erkek) ait dış el görüntüleri bilgisayar ortamına alınmışlardır. İşlenmiş görüntüler Şekil 3’te verilmektedir.

En fazla sayıda alana sahip ilk üç değerın ağırlıklı ortalaması Şekil 4’de verilmektedir. Bu şekil incelendiğinde; histogramdan çıkartılan ilk üç büyük değerin ortalamasına (K) bakıldığında, en küçük değere sahip yatay kutuplamanın, küçük alt-bölgeleri daha çok içerdiği ve dolayısıyla deri dokusu çözünürlüğünün bu durum için daha iyi olduğu görülmüştür. Bu sonuç Şekil 3’te gösterilen bölgeler ile uyumludur. Bölge dağılımı yatay polarize durumda deri üzerinde gözlenen bölgelere en yakın sonucu sağlamaktadır.

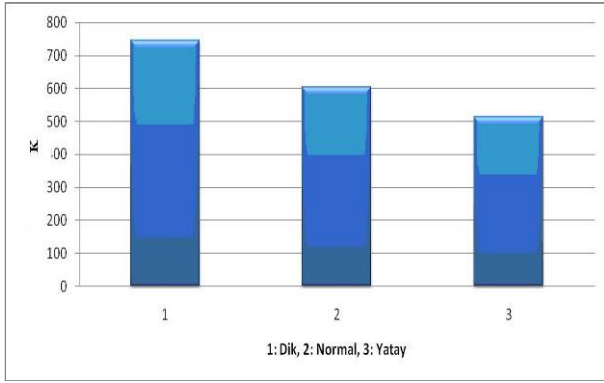


(a)





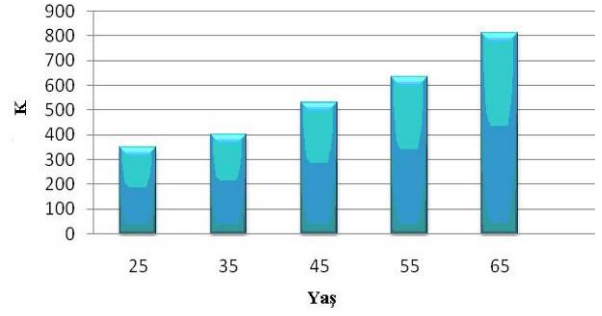
Şekil 3: Değişik ışıklarda işlenmiş ve işlenmemiş dış el görüntüleri: (a) polarize edilmemiş ışık, (b) yatay polarize edilmiş ışık, (c) dikey polarize edilmiş ışık



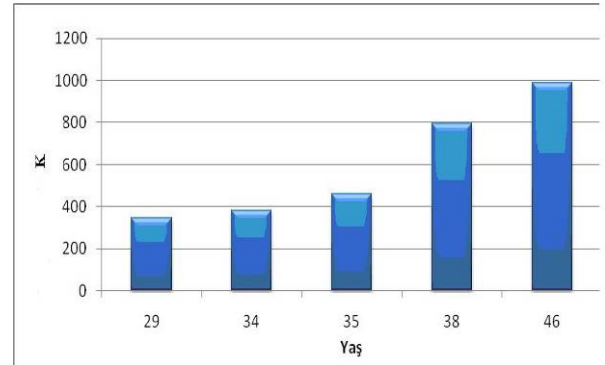
Şekil 4: Yatay ve dikey polarize ışıkla elde edilen sınırlandırılmış bölgelerin fark grafiği

İkinci aşamada, görünen ışık kaynağı ile aydınlatılmış dış el deri görüntüleri sadece yatay kutuplama bileşeni için incelenmiştir. Bu yatay bileşenin seçimi bir önceki aşamadaki değerlendirmeye dayanmaktadır. İki grup denekten beş tanesi erkek (25, 35, 45, 55, 65 yaşlarında) ve beş tanesi bayandır (29, 34, 35, 38, 46 yaşlarında). Bu deneklere ait sonuçlar Şekil 5’de verilmiştir. Şekiller incelendiğinde, yatay kutuplama için erkek ve bayan denek gruplarının ikisinde de yaş ile orantılı olarak deri dokusunda alanların büyüdüğü görülmektedir.

Üçüncü aşamada, her iki kutuplama bileşeni için farklı dalga boylarının etkisi incelenmiştir. Kullanılan süzgeçler için 400-500nm (mor), 500-600nm (yeşil) ve 600-700nm (kırmızı) biçiminde seçim yapılmıştır. Denek olarak 45 yaşında bir erkekte dış el derisi incelenmiştir. Süzgeçler, kaynak ışığı kutuplayıcısından hemen sonra yer almaktadır. Elde edilen sonuçlar Şekil 6’da görülmektedir. Şekil incelendiğinde, en iyi deri dokusu çözünürlüğü kırmızı ışık altında elde edileceği görülmektedir. Deri izgesel yansıması incelendiğinde, en fazla yansıtma kırmızı dalga boylarındadır [3]. Bu durumda elde edilen sonuçlarda, alan ve alan sınırları arasında zıtlığı artırarak bölge belirlemeyi kolaylaştırdığı sonucuna varılmıştır.

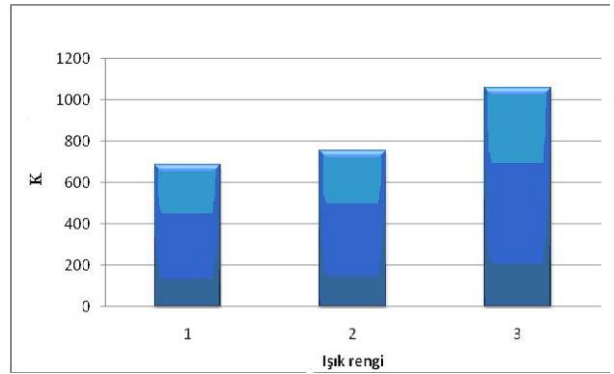


(a)



(b)

Şekil 5: Sınırlandırılmış bölgelerin grafiği: (a) Erkek denekler, (b) Bayan denekler



Şekil 6: Farklı dalga boylarındaki sınırlanmış bölgelerin grafiği (1: Kırmızı ışıkta, 2: Yeşil ışıkta, 3: Mor ışıkta)

Sonuç olarak, bu çalışmada kutuplanmış ışığın dış el derisinin incelenmesinde önemli bir araç olabileceği gözlemlenmiştir. İleriki çalışmalarda, ek olarak kullanılacak görüntü işleme yöntemleri ile diğer fizyolojik parametrelerin deri üzerinden kestiriminin yapılması amaçlanmaktadır. Böylelikle tamamen girişimsiz (non-invasive) bir izleme sisteminin tasarlanmasında önemli bir adım atılabileceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Değerli katkılarından dolayı Ruhşah ERDUYGUN’a teşekkür ederiz.

4. Kaynakça

- [1] S.L. Jacques, J.C. Ramella-Roman, K. Lee, "Imaging skin pathology with polarized light", *Journal of Biomedical Optics*, vol. 7 (3), pp. 329-340, 2002.
- [2] H. Anmoto, "Estimation of water content distribution in the skin using dualband polarization imaging", *Skin Research and Technology*, vol. 13, pp. 49-54, 2007.
- [3] H. Anmoto, "Measurement of 2-D SpO₂ distribution in skin tissue by multispectral imaging with depth selectivity control", *Proceedings of the 28th IEEE EMBS Annual International Conference*, New York City, USA, 2006.
- [4] J.Y. Son, Y.A. Vashpanov, D.H. Jung, D.S. Lee, K.D. Kwack, S.H. Kim, "Polarized light for measuring a human skin feature indicating aging", *Japanese Journal of Applied Physics*, vol. 48, pp. 1-4, 2009.
- [5] www.wikipedia.org