

## Kas Hareketleri ve Cinsiyetin Elektodermal Aktivite Üzerine Etkileri Effects of Muscle Movements and Gender on Electrodermal Activity

Özlem Karabiber<sup>1</sup>, Yalçın İşler<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Katip Çelebi Üniversitesi, İzmir, Türkiye  
ozlem.karabiber@ikc.edu.tr, islyera@yahoo.com

**Özetçe—**Bu çalışmada, Elektodermal Aktivite (EDA) kaydı sırasında elektrotların bağlı olduğu kısımlardaki kas hareketlerinden kaynaklanan elektromiyogram (EMG) sinyallerinin kaydedilen deri iletkenliği seviyeleri üzerine nasıl bir etkisi olduğu incelenmiştir. 10 kadın ve 9 erkek gönüllüden hazırlanan prosedür doğrultusunda elektodermal aktivite verileri kaydedilmiştir. Verileri incelemek üzere sinyal işleme programı yazılmış ve her bir gönüllü için deri iletkenlik seviyelerindeki değişim incelenmiştir. Sonuç olarak her bir aralık için erkeklerdeki deri iletkenlik seviyesinin kadınlardakinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ellerin sağa ve sola hareketli olduğu durumda deri iletkenlik seviyesinde her iki cinsiyette de artış gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler —** elektodermal aktivite; deri iletkenliği; elektromiyogram; sinyal işleme.

**Abstract—**In this study, it has been examined that the effect on the recorded skin conductance levels of the electromyogram signal (EMG) caused by muscle movements of the parts that connected electrodes. Electrodermal activity data were recorded in line with the prepared procedure from 10 female and 9 male volunteer. Signal processing program was written to examine the data and changes in the skin conductance level were analyzed for each volunteer. As a result, skin conductance levels in men for each interval was determined that higher than in women. Also in case hands are moving the right and left, the increase was also observed in skin conductance level for both sexes.

**Keywords —** electrodermal activity; skin conductance; style; electromyogram; signal processing.

### I. GİRİŞ

#### 1.1. EDA' nın Tanımı

Elektodermal aktivite sempatik sinir sistemi ile uyarılan ekrin ter bezlerinin (sudorfik ) ve onunla ilişkili dermal, epidermal dokuların (nonsudorfik) elektriksel aktivitesidir. Deri yüzeyinden iletkenlik değişimi şeklinde kaydedilirler. Kaydedilen bu sinyallere elektodermal sinyaller denir ve bu sinyaller ekrin ter bezi aktivitesinin artışı ile meydana gelen deri direnci değişikliğini ölçmek için kullanılan bio-sinyallerdir [1, 2].

Otonom etkiler oluşturan ses, ışık, derin inspirasyon gibi uyarılar uyanık bireylere uygulanınca postganglionik uçundan asetilkolin salgılayan sempatik sinir lifleri ekrin ter bezlerinin aktivitesinde ani ve geçici cevaba neden olmaktadır.

Araştırmacılar, artmış dikkat, yükselmiş bilinç, anlayışta ani duraklama, problem çözme, gerginlik gibi durumlarda ekrin ter bezi cevabının oluştuğunu belirtmişlerdir [2].

Psikolojik faktörlerle ilişkili elektodermal aktivite kayıtları ilk gözlenmeye başladığı 1980'den beri elektodermal sinyaller psikofizyolojide en sık kullanılan bio-sinyaller olmuştur [3].

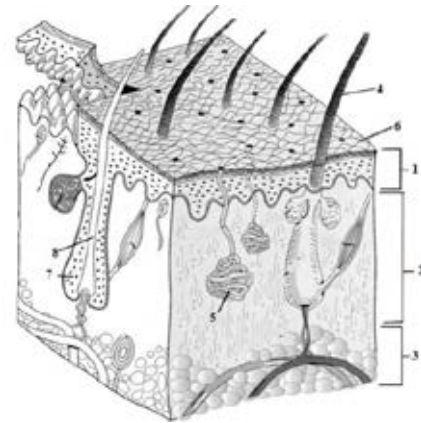
Elektodermal aktivite için 19.yüzyıldan beri;

- Elektodermal cevap,
- Psikogalvanik refleks,
- Galvanik deri cevabı,
- Periferik otonomik yüzey potansiyeli,
- Sempatik deri cevabı terimleri de kullanılmaktadır

[3, 4].

#### 1.2 EDA' nın Fizyolojik Temelleri

Derinin elektriksel aktivitesinde ve bu aktivitenin çeşitli uyarılar sonucu değişiminde en önemli rolü ekrin ter bezlerinin aktivitesi oynamaktadır [4].



Şekil 1: Derinin katmanları: 1-Epidermis, 2-Dermis, 3-Hipodermis, 4-Kıl, 5-Ekrin ter bezi, 6-Stratum Corneum, 7-Kıl folikülü, 8-Kıl kökü [5]

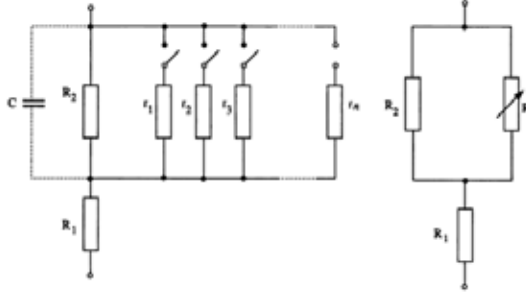
Ekrin ter bezleri (Şekil 1'de 5 ile gösterilen kısım), palmar ve plantar bölgeler, alın ve göğüste bol olmak üzere bütün vücutta yaygın olarak bulunur [2, 6].

Bu ter bezleri, bir salgılayıcı yumak ile buna bağlı bir kanaldan oluşan basit tübüler bir yapıdadır ve özel bir kanal ve ağız ile derinin yüzeyine açılırlar. Ter bezi kanalları stratum corneum (Şekil 1'de 6 ile gösterilen kısım) içinden

## Biyomedikal Ölçüm 1

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

geçen kısa-devre iletkenlik yolları gibi davranırlar ve bu kanalların deri yüzeyine açılması paralel bağlanmış değişken dirençler gibi etki gösterir (Şekil 2).



**Şekil 2:** Montagu and Coles' a göre derinin elektronik eşdeğer devresi. Burada R<sub>1</sub>: Dermis direnci, R<sub>2</sub>: Stratum comeumun direnci, r<sub>1</sub>... r<sub>n</sub>: Ter bezi aktivitesine bağlı olarak paralel bağlanan dirençler [3].

Sempatik etkinin artması yüzeye açılan kanal miktarının artmasına dolayısıyla deri yüzeyinde paralel direnç etkisinin artmasına neden olur. Ter bezi kanallarında sıvı seviyesinin artması değişken dirençlerden kaynaklanan etki ile deri direncinin azalmasına sebep olur. Direnç seviyesindeki azalma Şekil 2 ile gösterilen derinin elektronik eşdeğer devresinden de gözlenebilmektedir.

$$R_{\text{deri}} = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}} \quad (1)$$

Bu devrede ter bezi aktivitesine bağlı olarak paralel bağlanan direnç (r) sayısı artmakta buna bağlı olarak "Denklem 1" ile gösterilen eşitliğe bağlı olarak deri direnci azalmaktadır. Bu davranış, elektrodermal kayıtlarda tercih edilen yüksek ter bezi yoğunluğuna sahip palmar ve plantar bölgeler açısından önemlidir.

Genel olarak, deri direnci ile ters orantılı olarak deri iletkenliğinin (C=1/R) ve deri potansiyelinin kanaldaki ter miktarı ile arttığı kabul edilmektedir [2, 6].

### 1.3 Elektrodermal Aktivite Ölçüm Çeşitleri

Derinin elektriksel aktivitesi endosomatik ve ekzosomatik olmak üzere iki yöntem ile ölçülmektedir. *Endosomatik Yöntem*'de herhangi bir dış kaynaklı akım kullanılmadan elektrodermal kayıtlar elde edildiği yöntemdir. Elektriksel aktivitenin kaynağı derinin kendisi ve elektrot-elektrolit sistemi etkileşimidir. Bu yöntemle deri potansiyeli (SP) kaydedilmektedir. *Ekzosomatik Yöntem*'de ise deriden, yüzeyine yerleştirilen 2 elektrot aracılığıyla doğru akım (DC) veya alternatif akım (AC) kaynağı kullanılarak oluşturulan akım geçirilir. Bu yöntem ile deri iletkenliği (SC) ve deri direnci (SR) seviyeleri ölçülür. Bu yöntemde temel ilke ohm kanunudur. Bir iletkenin iki ucu arasında uygulanan potansiyel farkının (V) o iletkenin geçen akım şiddetine (I) oranı sabittir ve

iletkenin direnci olarak bilinir ve iletkenin direnci onun iletkenlik gücü (C) ile ters orantılıdır (C=1/R) [7].

Elektrodermal aktivite kaydı genellikle el parmakları, el bileği, avuç içi veya ayak yüzeyi gibi ter bezi aktivitesinin yoğun olduğu bölgelerden gerçekleştirilir. Bu kayıtlar sırasında elektrotların yerleştirildiği yüzeydeki kasların hareketinden kaynaklanan etkiler gözlenebilmektedir.

Yapılan çalışma ile ekzosomatik yöntemle kaydedilen elektrodermal aktivite kaydı sırasında kas hareketlerinden EDA sinyalleri üzerine gösterdiği etkinin kadınlarda ve erkeklerde nasıl değiştiğinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## II. MATERYAL VE METOD

### 2.1 Veriler

Çalışma İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Temel Biyomedikal Laboratuvarında BIOPAC MP36 sistemi kullanılarak ekzosomatik yöntem ile kaydedilen EDA verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

BIOPAC EDA sistemde bir elektrot toprak (0V)'a, diğer elektrot is sabit 0.5V'a bağlanır ve iki elektrot arasından sabit 0.5V geçmesi sağlanır. Bu yöntem ekzosomatik ölçüm yöntemidir. Kullanılan elektrotlar iki ayrı parmağa bağlanır ve elektrotlar arasında bir dirençlilik değeri gözlenir, burada iletkenlik direncin tersidir (C=1/R). Normal insan EDA'sında deri iletkenlik seviyesi (SCL) 1 ile 20 microsiemens arasında değişmektedir.

Bu çalışmada kayıtlar yaşları 20 ila 25 arasındaki 10 kadın ve 9 erkek gönüllüden el işaret ve orta parmaklarına elektrotlar yerleştirilerek alınmıştır (Şekil 3.a).

Kayıt prosedürü olarak gönüllülerden parmaklarına elektrot yerleştirilmiş olan ellerini ilk 60 sn hareketsiz tutmaları (Şekil 3.a), sonraki 60 sn parmaklar oynatılmadan sadece bilek hareketleri ile elleri sağa ve sola döndürmeleri (Şekil 3.b) son olarak ise 60 sn yine parmakları oynatmamak koşulu ile eli yukarı ve aşağı hareket ettirmeleri (Şekil 3.c) istenmiştir. Bu koşullar altında kadınlardan ve erkeklerden alınan veriler ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

### 2.2 Sinyal İşleme

BIOPAC sistemi ile kaydedilen veriler öncelikle txt formatına çevrilmiş, sinyalleri inceleyebilmek üzere MATLAB 2014b sürümü kullanılarak bir sinyal işleme programı yazılmıştır.

EDA sinyallerinin frekansı 0.016 ile 0.25 Hz arasında değişmektedir. Diğer biyomedikal sinyallerden kaynaklanan etkiyi en aza indirgeyip EDA sinyallerini daha anlaşılır hale getirebilmek amacı ile 0.25 Hz alçak geçiren filtre kullanılarak veriler filtrelenmiştir (Şekil 4.a).

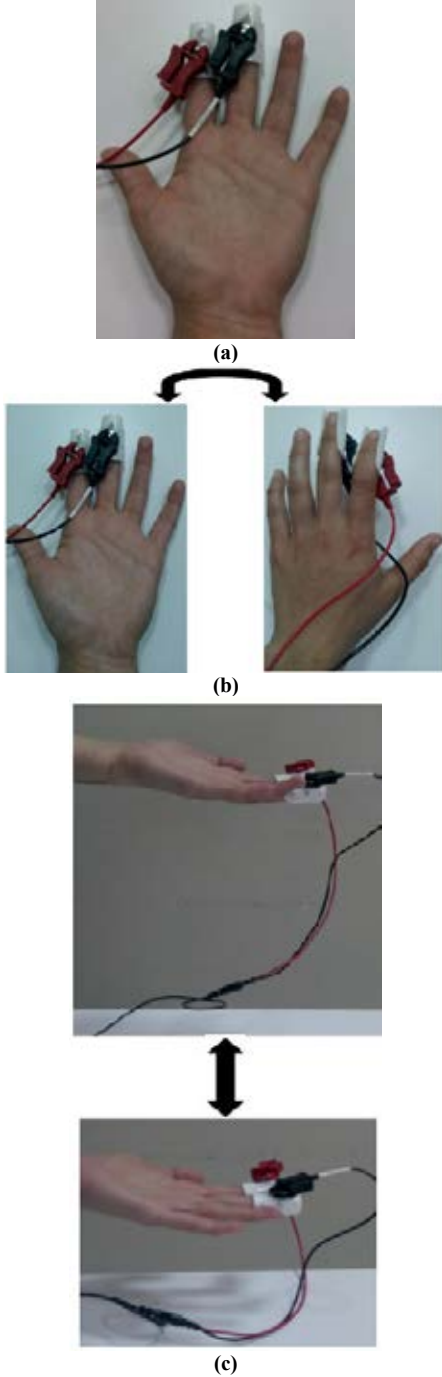
Filtrelenmiş sinyaller kullanılarak MATLAB ortamında yazılan program ile EDA sinyalleri ellerin hareketsiz, sağa sola hareketli ve aşağı yukarı hareketli olduğu aralıklar için üç bölüme ayrılmış (Şekil 4.b, 4.c, 4.d) ve her bölüm ayrı

## Biyomedikal Ölçüm 1

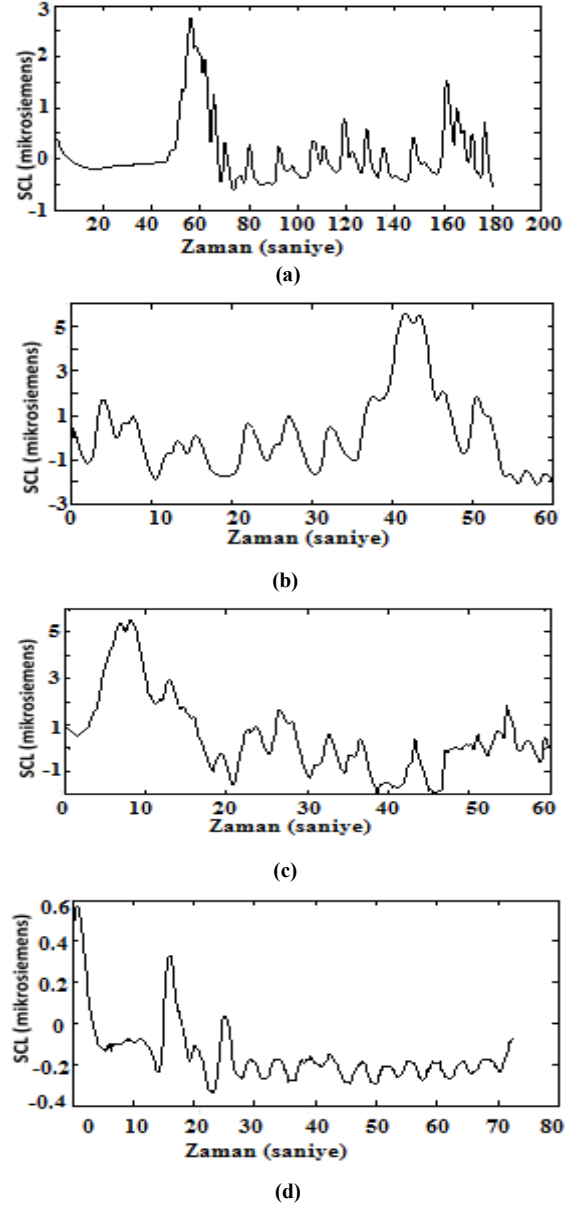
2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

ayrı değerlendirilmiştir. Bu aralıklarda sinyallerin ortalama değerleri hesaplanmıştır.

Her bir aralık için sinyalin maksimum değeri o aralıktaki deri iletkenlik seviyesi (SCL) olarak belirlenmiş ve gönüllülerin her biri için ayrı ayrı kaydedilmiştir.



Şekil 3: EDA kayıt prosedürü. Burada: (a) Eller hareketlessiz olduğu durum, (b) Eller sağa ve sola hareket ettiği durum, (c) Eller yukarı ve aşağı hareket ettiği durum



Şekil 4: MATLAB ortamında EDA sinyali. Burada: (a) EDA sinyalinin tamamı, (b) Eller hareketlessiz olduğu aralıktaki EDA sinyali, (c) Eller sağa-sola hareket ettiği aralıktaki EDA sinyali, (d) Eller yukarı-aşağı hareket ettiği aralıktaki EDA sinyali

## III. SONUÇ

Gönüllülerin tamamı için kayıtlar tamamlanıp incelemeler yapılarak deri iletkenlik seviyesinin kadınlarda ve erkeklerde kas hareketlerinin olduğu ve olmadığı durumlarda nasıl değiştiği tespit edilmeye çalışılmıştır. Her bir gönüllü için kaydedilen verinin ortalama değeri, el hareketinin değiştiği her bir aralık için ise maksimum deri iletkenlik seviyesi belirlenerek Tablo 1 oluşturulmuştur.



## Biyomedikal Ölçüm 1

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

**Tablo 1:** Deri iletkenlik seviyesi değişimi. Burada: Hareketsiz; Ellerin hareketsiz olduğu durumdaki sinyaller, Sağ ve sol hareketli; Ellerin sağa ve sola hareketli olduğu durumdaki sinyaller, Aşağı ve yukarı hareketli; Ellerin aşağı ve yukarı hareketli olduğu durumdaki sinyalleri göstermektedir. P değeri ise istatistiksel anlamlılık düzeyini gösterir.

Ölçüm		Erkek	Kadın	Toplam	P
Hareketsiz	Ortalama	,0275	-,007	0.008	0.325
	En büyük değer	5.559	2.099	5.559	
	En küçük değer	0.318	0.126	0.126	
	Ortalama SCL	1,435	1,134		
Sağ ve sol hareketli	Ortalama	,0490	,012	0.029	0.049
	En büyük değer	5.554	2.988	5.554	
	En küçük değer	0.393	0.403	0.393	
	Ortalama SCL	1,487	1,291		
Aşağı ve yukarı hareketli	Ortalama	-,022	,006	-0.007	0.133
	En büyük değer	2.955	2.340	2.955	
	En küçük değer	0.466	0.453	0.453	
	Ortalama SCL	1,122	1,076		

Her durum için gönüllülerin kaydedilen deri iletkenlik seviyelerinin kadınlar ve erkekler için ayrı ayrı ortalaması alınmıştır.

İlk olarak kas hareketlerinin deri iletkenlik seviyesi üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğunu belirleyebilmek için ellerin hareketli ve hareketsiz olduğu durumlar incelenmiş ve her iki cinsiyet için de ellerin sağa ve sola hareket ettirildiği durumda ortalama deri iletkenlik seviyesinde artış gözlenmiştir. Yukarı ve aşağı hareket sırasında ise her iki cinsiyet için de ortalama deri iletkenlik seviyesinde azalma olmuştur (Tablo 1).

İkinci olarak ise kadınlarda ve erkeklerde deri iletkenlik seviyesindeki değişim incelenmiştir. Kas hareketinin olduğu ve olmadığı her bir durum için erkeklerdeki deri iletkenlik seviyesi kadınlardakinden daha yüksek bulunmuştur.

Üstelik istatistiksel anlamlılık değerlerine bakıldığında, elin sağa ve sola hareket ettirildiği durumda iki cinsiyet arasında %5 düzeyinde, aşağı ve yukarı hareket ettirilmesi halinde ise %20 düzeyinde anlamlı fark bulunduğu tespit edilmiştir. Elin hareketsiz olarak kayıt alınması durumunda ise cinsiyetler arasındaki farkın istatistiksel düzeyde anlamlı olmadığı görülmektedir.

## IV. TARTIŞMA

Çalışmada sağlıklı gönüllülerden kas hareketlerinin olduğu ve olmadığı durumlarda kaydedilen elektrodermal aktivite verileri değerlendirilmiş, kadınlarda ve erkeklerde kayıt bölgesinde hareketin olduğu durumlarda deri iletkenlik seviyesindeki değişim incelenmiştir.

Daha önce yapılan birçok çalışmada cinsiyet farklılıkları ve elektrodermal aktivite verileri değerlendirilmiş ancak kas hareketlerinden kaynaklanan etkiler çok fazla değerlendirilmemiştir. Yaptığımız çalışmada hem cinsiyet farkı hem de kayıt bölgesindeki hareketlerin deri iletkenlik seviyesini nasıl değiştirdiği incelenmiştir.

10 kadın ve 9 erkek gönüllüden laboratuvar şartlarında kaydedilen veriler değerlendirilmiş ve tüm koşullarda erkeklerdeki deri iletkenlik seviyelerinin kadınlardakinden yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu bulgu daha önce yapılan çalışmalarla da desteklenmektedir [8]. Ayrıca el bileğinin sağa ve sola hareket ettirildiği durumda deri iletkenlik seviyelerinde her iki cinsiyet için de artış olduğu belirlenmiştir.

Bu bulgular neticesinde sağlıklı ve doğru bir değerlendirme yapılabilmesi için elektrodermal aktivite kayıtlarının hareketsiz yüzeylerden alınması gerektiği sonucuna varılmaktadır.

Cinsiyetler arasında el kaslarının gerek fizyolojik gerekse güç açısından farklılıklar bulunması nedeniyle, elin hareketli olmasında cinsiyetler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olurken, hareketsiz iken alınan kayıtlar arasında istatistiksel anlamlı fark tespit edilememiştir. Kas düzeylerinin cinsiyetler arasındaki farklılığı EMG'nin EDA üzerindeki etkisini açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

## KAYNAKÇA

- [1] Y. J. Kim, G. R. Jeon, S. S. Kim, W. Y. Jang, J. H. Kim, and S. W. Baik, "Implementation of Electrodermal Activity Measurement System using Algometer and Biopotential Measuring System", International Conference on Chemistry, Antalya, 2014
- [2] Dolu N., "Sağlıklı Kişilerde ve Hipertiroidili Hastalarda Elektrodermal Aktivite Bulgularının İncelenmesi", Uzmanlık Tezi, Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Kayseri, 1996
- [3] Wolfram Boucsein: Electrodermal Activity second edition
- [4] Stem, Robert Morris, Ray, William J, Karen S, Quigley: Psychophysiological Recording
- [5] <http://www.cancer.gov/types/skin/patient/skin-treatment-pdq>
- [6] Schmidt, Louis A, Segalowitz, Sidney J: Developmental Psychophysiology
- [7] A. M. Rodrigo, R. Zangróniz, J. M. Pastor, M. V. Sokolova, "Arousal level classification of the aging adult from electrodermal activity: From hardware development to software architecture", Elsevier, 2016
- [8] Süer C., "Elektrodermal Aktiviteye Cinsiyet, Isı, Kayıt Bölgesi ve Sigaranın Etkileri", Uzmanlık Tezi, Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Kayseri, 1990