

**T.C
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EGZERSİZİN SPORCULARDA ELEKTRODERMAL
AKTİVİTE ÜZERİNE ETKİSİ**

**Tezi Hazırlayan
Hale KULA**

**Tezi Yöneten
Prof.Dr.Cem SÜER**

**Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Ocak 2006
KAYSERİ**

**T.C
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EGZERSİZİN SPORCULARDA ELEKTRODERMAL
AKTİVİTE ÜZERİNE ETKİSİ**

**Tezi Hazırlayan
Hale KULA**

**Tezi Yöneten
Prof.Dr.Cem SÜER**

**Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından SBY-04-31 nolu
proje ile desteklenmiştir**

**Ocak 2006
KAYSERİ**

Prof.Dr.Cem SÜER danışmanlığında **Hale KULA** tarafından hazırlanan "**Egzersiz Sporcularda Elektrodermal Aktivite Üzerine Etkisi**" konulu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri** Anabilim Dalı'nda **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

07 / 02 / 2006

JÜRİ :

Üye : Prof. Dr. Cem SÜER

Üye : Prof. Dr. Nurcan DURSUN

Üye : Yrd. Doç.Dr. Alpaslan YILMAZ

ONAY

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun tarih ve..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

imza



**Enstitü Müdürü Prof.
Prof. Dr. Meral AŞÇIOĞLU**

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Anabilim dalında yapılmıştır.

Bilim dalı olanaklarından yararlanmamı sağlayıp; bilimsel yardımlarıyla, çalışmamın her safhasında beni yönlendirip sabır ve desteğini, bilgi, birikim ve eleştirilerini esirgemeyen önce insan, çok değerli hocam, tez yöneticim Sayın Prof. Dr. Cem SÜER'e,

Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı Beyin Dinamiği Ünitesi'nde, çalışmamın deneysel kısmını yürütmeme izin ve destek veren Fizyoloji Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Çiğdem ÖZESMİ'ye,

Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalında rahat ve huzur içinde çalışmamı sağlayan Fizyoloji Anabilim Dalı'nın değerli öğretim üyelerine ve asistan arkadaşlarıma,

Çalışmamın istatistiksel değerlendirme aşamasında doğru modeli oluşturmamı sağlayıp her konuda yardım ve desteğini esirgemeyen Sayın Prof.Dr. Yunus DURSUN'a,

Tez çalışma saatlerimde idari olarak anlayış, destek ve yardımlarını esirgemeyen Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu idaresinin tüm personeline ve değerli mesai arkadaşlarıma,

Çalışmamın deneysel kısmına gönüllü olarak katılan, Erciyes Üniversitesi'nin çeşitli bölümlerindeki öğrenci arkadaşlara,

Hayatımın her aşamasında yanımda olan aileme ve

Çalışmalarımda büyük bir özveri ile bilimsel ve manevi desteğini esirgemeyip sabırla bana güç veren sevgili eşim, hayat arkadaşım Yrd. Doç. Dr. Ferit KULA 'ya,

Teşekkürü bir borç bilirim.

EGZERSİZİN SPORCULARDA ELEKTRODERMAL AKTİVİTE ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZET

Çalışmamızın amacı sporun merkezi sinir sistemi otonom aktivite düzeyinin göstergesi olan emosyonel terlemeyi etkileyip etkilemediğini araştırmaktır. Bu hipotezi test edebilmek için; emosyonel terleme düzeyi ve parametreleri, elektrodermal aktivite ölçüm yöntemi ile belirlendi. Çalışma aktif spor yapan (n=20) ve sedanter yaşayan (n=20) toplam 40 gönüllü ile yapıldı. Gönüllüler 18 ve 25 (ortalama $22 \pm 0,45$) yaşlar arasında, erkek, en az lise mezunu, herhangi bir sağlık problemi olmayan, sigara veya bir başka bağımlılık yapan madde kullanmayan sağlıklı bireylerden seçildi.

Elektrodermal aktivite, ekzosomatik yöntem kullanılarak, hem egzersizden önce gözler açık-kapalı hem de egzersizden sonra gözler açık ve kapalı olmak üzere dört ayrı koşulda kaydedildi. Tonik elektrodermal aktivite kaydın başlangıcındaki ilk 120 saniyelik sürede, fazik elektrodermal aktivite kaydı ise geri kalan sürede yapıldı. Fazik elektrodermal aktivite kayıtları için, 15 adet ses uyarısı kullanıldı. Bu parametreler spor yapan ve sedanter yaşayan gönüllüler arasında karşılaştırılıp 3 yönlü varyans analizi testi (ANOVA) kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirildi.

Çalışmadan elde edilen bulgular, deri iletkenliğinin spor yapan ve sedanter yaşayan gönüllülerde istatistiksel olarak farklı olmadığını, ancak egzersiz yaptıktan hemen sonra azaldığını göstermiştir. Ayrıca, elektrodermal yanıt büyüklüğü spor yapan ve sedanter yaşayan gönüllülerde istatistiksel olarak farklı bulunmamış, ancak egzersiz yaptıktan hemen sonra azalmıştır. Elektrodermal yanıtın sporcularda sedanterlere göre hem egzersiz öncesinde hem de egzersiz sonrasında daha geç başladığı ve elektrodermal yanıtın her iki grupta da egzersiz öncesinde daha geç pik değerine ulaştığı bulunmuştur. Bu bulguların ışığında, yapılan egzersizlerin emosyonel terlemeyi geri dönüşümlü bir şekilde etkileyebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Egzersiz, elektrodermal aktivite, deri iletkenli seviyesi, deri iletkenlik cevabı

THE EFFECT OF EXERCISE ON ELECTRODERMAL ACTIVITY IN TRAINED ATHLETES

ABSTRACT

The aim of the study is to find out whether making sports affects emotional sweating, the indicator of the autonomous activity level of the central nervous system. Emotional sweating level and its parameters are determined by the electrodermal activity measurement techniques. The study is conducted on 40 volunteers, 20 of whom make sports actively (Group 1) and 20 of whom live sedentarily (Group 2). Volunteers are selected from among the healthy people who aren't addicted to drugs or cigarette, between 18-25 years of age (average $22\pm 0,45$), men and high school graduates in the least and with no health problems.

Electrodermal activity is recorded by using exosomatic method under four different conditions: (1) pre- exercises (a) both eyes being opened and (b) both eyes being closed; (2) post-exercises (two minutes Monark bicycle ergometer) (a) both eyes being opened and (b) both eyes being closed. The data on tonic electrodermal activities are obtained during the initial 120 seconds of the recording time and the data on phasic electrodermal activities are obtained during the remaining recording time. On the records of phasic electrodermal activity 15 sound signals are used. Group 1 and Group 2 are compared in terms of these parameters and 3-ways analysis of variance (ANOVA) is employed for making the statistical evaluation.

The findings of the study indicate that statistical differences on skin conductance between Group 1 and Group 2 does not exist but that following the exercises the level of skin conductance (SCL) has gone down immediately in both groups. Exactly the same outcomes have been observed on the size of electrodermal response (SCRm), i.e, no statistical difference between the groups and immediate reduction in SCRm following the exercise. It is also found out that electrodermal response begins later in Group 1 than it begins in Group 2 before as well as after the exercise and that electrodermal response reaches its peak value later than expected in both groups prior to the exercises. In the light of these findings, it is concluded that the acute exercises of short duration are likely to affect the emotional sweating recyclingly.

Key Words: Exercise, electrodermal activity, skin conductance level, skin conductance response.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
İÇ KAPAK	I
KABUL VE ONAY SAYFASI	II
TEŞEKKÜR	III
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
İÇİNDEKİLER	VI
TABLO, ŞEKİL VE RESİM LİSTESİ.....	VIII
KISALTMALAR	IX
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. DERİNİN FİZYOANATOMİSİ.....	2
2.1.1. Epidermis	3
2.1.2. Dermis (Kutis/Koriyum) ve Hipodermis	3
2.1.3. Deri Ekleri.....	3
2.1.3.1. Apokrin Tip Ter Bezi.....	4
2.1.3.2. Ekrin Tip (Merokrine Tip) Ter Bezi.....	5
2.2. TERLEME	7
2.2.1. Terleme Çeşitleri.....	9
2.2.2. Ter Bezi Aktivitesinin Fonksiyonel Yönleri	9
2.3. ELEKTRODERMAL AKTİVİTE (EDA).....	9
2.3.1. EDA'nın Ölçüm Yöntemleri.....	11
2.3.1.1. Ekzosomatik Yöntem (DC Akımlı Ekzosomatik Kayıt).....	11
2.3.1.2. AC Akımlı Ekzosomatik Yöntem.....	13
2.3.1.3. Endosomatik Yöntem.....	13
2.3.2. Elektrodermal Aktivite Parametreleri.....	14
2.4. ELEKTRODERMAL AKTİVİTENİN KONTROLÜ.....	18
2.4.1. Spinal Kontrol.....	18

	<u>Sayfa No</u>
2.4.2. Supraspinal Kontrol.....	19
2.4.2.1.Sudorisekretuar Kontrol: Hipotalamus ve Libik Sistem.....	20
2.4.2.2. Retiküler Formasyon ve Retiküler Aktive Edici Sistem.....	22
2.4.2.3.Uyanıklık-Arousal (Uyanma İşlgeleri).....	23
2.4.2.4. Merkezi Sinir Sistemi İle İlgili Diğer Merkezler.....	24
2.4.3.Elektrodermal Aktivenin Biyofizik Temeli.....	25
2.5.ELEKTRODERMAL AKTİVİTEYİ ETKİLEYEN SİSTEMLER.....	27
2.5.1.Fizyolojik Faktörler.....	27
2.5.2.Hormonal Faktörler.....	27
2.5.3.Ölçüm Sistemine Ait Faktörler.....	27
2.5.4. Çevresel Faktörler.....	28
2.5.5.Kişisel Faktörler.....	29
2.6.ELEKTRODERMAL AKTİVİTENİN KLİNİKTE KULLANIMI.....	29
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	34
3.1.DENEY GRUPLARI.....	34
3.2. ELEKTRODERMAL AKTİVİTE KAYDI.....	35
3.2.1. Egzersiz Uygulaması.....	36
3.3. VERİ ANALİZİ.....	37
3.4.İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME.....	38
4. BULGULAR.....	39
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	43
5.1. EGZERSİZİN SCL PARAMETRESİNE ETKİSİ.....	44
5.2. GÖZLERİN AÇIK OLMA DURUMUNUN SCL ÜZERİNE ETKİSİ.....	47
5.3. EGZERSİZİN SCR _m PARAMETRESİNE ETKİSİ.....	47
5.4. EGZERSİZİN CEVABIN ZAMANSAL PARAMETRELERİNE ETKİSİ.....	48
6. KAYNAKLAR.....	50
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

TABLO, ŞEKİL VE RESİM LİSTESİ

	<u>Sayfa no</u>
Tablo 2.1. Cevabın oluşma zamanı, vazomotor bileşenleri ve kalb hızı ölçümlerinde, EDA, kayıt bölgeleri, SCR iyileşme zamanları karşılaştırılarak oryantasyon cevabı ve savunma reaksiyonu arasındaki farklılıklar	30
Tablo 4.1. Spor yapan ve sedanter gönüllülerin bazı tanımlayıcı değerleri	39
Tablo 4.2. Spor yapan ve sedanter yaşayan gönüllülerin SCL değerleri	40
Tablo 4.3. Spor yapan ve sedanter yaşayan gönüllülerin SCRm değerleri	41
Tablo 4.4. Spor yapan ve sedanter yaşayan gönüllülerin bazı zamansal parametre değerleri	41
Şekil 2.1. Epidermal yapılar ve bir erkin ter bezini gösteren palmar derinin şematik yapısı	4
Şekil 2.2. Eksitator ve inhibitör terleme merkezleri	8
Şekil 2.3. SPRs 'nin farklı tipleri	13
Şekil 2.4. Bir DC akımlı ekzosomatik EDR ve parametrelerin elde ediliş yolu	17
Şekil 2.5. Nonspesifik dalgalanma örneği	17
Şekil 2.6. Üç ardıl uyarana verilen SC yanıtları	18
Şekil 2.7. Merkezi kontrol	20
Şekil 2.8. Termoregülatör yolun temelinde olan sudomotor fonksiyon	21
Şekil 2.9. Elektrodermal arousal sırasında kognitif efor	23
Şekil 2.10. Deri ve ter bezlerinin rezistif özellikleri	25
Şekil 2.11. Rezistif özelliklere dayalı eş değer model	26
Şekil 2.12. Ter bezleri ve derinin içindeki elektriksel aktivite özelliğinin belirli bir bölgede ki şematik örneği	26
Şekil 2.13. EDA ölçümlerinde elden alınan kayıtlarda elektrot yerleşimi	28
Şekil 3.1. Deri iletkenlik yanıtı (SCR), Temel EDA bileşenlerinin grafiksel gösterimi	38
Şekil 4.1. Spor yapan gönüllülerde spor tipinin dağılımı	40
Resim 3.1. EDA kaydı için izole odada gönüllüye elektrot yerleşimi ve deri iletkenlik ünitesi	36
Resim 3.2. Bisiklet ergometri testi	36
Resim 3.3. EDA kayıt ve analizin yapıldığı bilgisayar sistemi	37

KISALTMALAR

EDA	: Elektrodermal Aktivite
SCL	: Deri İletkenlik Seviyesi
SCFr	: Uyararla İlişkisiz Dalgalanma Oranı
SCR	: Deri İletkenliği Cevabı
SCRm	: Deri İletkenliği Cevap Büyüklüğü
SCRol	: Deri İletkenliği Cevap Başlama Zamanı
SCRpl	: Deri İletkenliği Cevabının Pike Çıkış Zamanı
SP	: Deri Potansiyeli
SPRs	: Deri Potansiyeli Yanıtı
HN	: Alışkanlık Numarası
μmho(umho)	: Mikromho
μSimens	: Mikrosimens
St.	: Stratum
CCM	: Sabit Yaygın Metot
CVM	: Sabit Voltaj Metot
EDR	: Elektrodermal Cevap
MSS	: Merkezi Sinir Sistemi
EEG	: Elektroensefalogram
Ag / AgCl	: Gümüş / Gümüşklorür

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Elektrodermal aktivite, sempatik sinir sistemi ile uyarılan ekrin ter bezlerinin (sudorfik) ve onunla ilişkili dermal, epidermal dokuların (nonsudorfik) elektriksel aktivitesidir. Çalışmamızın amacı sporun, merkezi sinir sistemi otonom aktivite düzeyinin göstergesi olan emosyonel terlemeyi etkileyip etkilemediğini araştırmaktır. Bu amacı test edebilmek için emosyonel terleme düzeyi ve parametreleri, elektrodermal aktivite ölçüm yöntemi ile belirlenmiştir. Bu parametreler spor yapan ve sedanter yaşayan gönüllüler arasında karşılaştırılmıştır.

Bugün elektrodermal aktivite, başta psikofizyoloji ve nöropsikoloji alanı olmak üzere pek çok alanda araştırma konusu olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmalarda araştırmacılar genellikle hastalıkların tanı ve tedavi etkinliklerinin incelenmesinde elektrodermal aktiviteyi bir yöntem olarak ele almışlardır. Oysa bir fizyolojik fenomen olarak elektrodermal aktivitenin sağlıklı insanlarda ve fizyolojik stres koşullarında değişip değişmediği yaygın olarak çalışılmamıştır. Özellikle sporcularda bu konu ile ilgili literatürün oldukça az olması dikkat çekicidir. Çalışma sonuçlarımız, aktif spor yapanlarda elektrodermal aktivitenin hangi yönde değişeceğini ortaya koyacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1.DERİNİN FİZYOANOTOMİSİ

Deri vücudu kaplayan oral ve anal boşluklarda mukoza ile devam eden, hem bir örtü ve hem de çeşitli görevleri bulunan bir organdır (1). Fonksiyonel anlamda deri tam bir duyu organıdır. Dermisde yerleşen ve epidermise kadar sokulan zengin sensitif sinir şebekesi ile deri bu görevini yürütür. Deride santral sinir sisteminden gelen miyelinli ve miyelinsiz lifler sonlanır. Miyelinli olanlar; meisner (temas duyusu), krause (deri serbest sinir uçları ile ağrı, kaşıntı hissi ve soğuk duyusu), ruffini (sıcak duyusu), paccini cisimcikleri (vibrasyon ve basınç duyusu) ve serbest sinir uçları (ağrı duyusu) şeklinde sonlanarak duysal fonksiyon yaparlar. Otonom sinir sistemi ile ilişkili miyelinsiz sinir lifleri ise vasküler, sekretuar ve muskuler aktivitede rol oynarlar (2).

Dermisin sinir lifleri papillaların tepesinde ve epidermal çıkıntıların hemen altında sıkı ağlar oluşturur. Bu alıcı sinirlerin vücut yüzeyine yayılışları her yerde aynı değildir. Parmak uçları, avuç içleri, yüz ve genital organlarda alıcı sinir sonlanmaları yaygındır. Bahsedilen her bir oluşumun özel bir duyu cinsini almak üzere görevli bulunduğu ileri sürülmüş ise de bugün spesifik reseptörler oldukları hususunda şüpheler vardır (2).

Deri ter ve yağ salgıları dolayısıyla bir dış sekresyon organıdır. Organizma, deri damarlarının çaplarının değişmesi ve/veya terleme ile vücut ısısını düzenler. Ter aynı zamanda birçok zararlı maddelerin dışarı atılmasında rol oynar (2).

Deri histolojik olarak yüzeyden içe doğru epidermis, dermis, hipodermis denen yapılardan oluşur (3). Epidermis ve deri ekleri (kıl, ter bezi) ektodermden, dermis ve hipodermis mezodermden köken alır ve fetal hayatın dördüncü ayından itibaren erişkindekine benzer hale gelir (1). Epidermal yapılar ve bir ekrin ter bezini gösteren palmar derinin şematik yapısı **Şekil 2.1**'de gösterilmiştir.

2.1.1.Epidermis

Epidermis, epidermal hücreler ve melanosit denen pigment hücrelerden oluşmuştur. Epidermiste ayrıca langerhans hücreleri de yer alırlar. Bunların görevlerinin ne olduğu tam olarak anlaşılamamıştır. Epidermal hücreler birbirinden farklı 5 hücre katına ayrılabilir. Bunları aşağıdan yukarıya doğru: St. Tonike (Germinativum), St.Spinozum (Malpighi), St.Granülozum, St. Lusidum, St. Korneum şeklinde sıralanır. Epitelyal hücreler en alt kattan üst kata kadar içerik bakımından ve morfolojik olarak değişimler geçirip sonunda keratinize olup dökülürler (4).

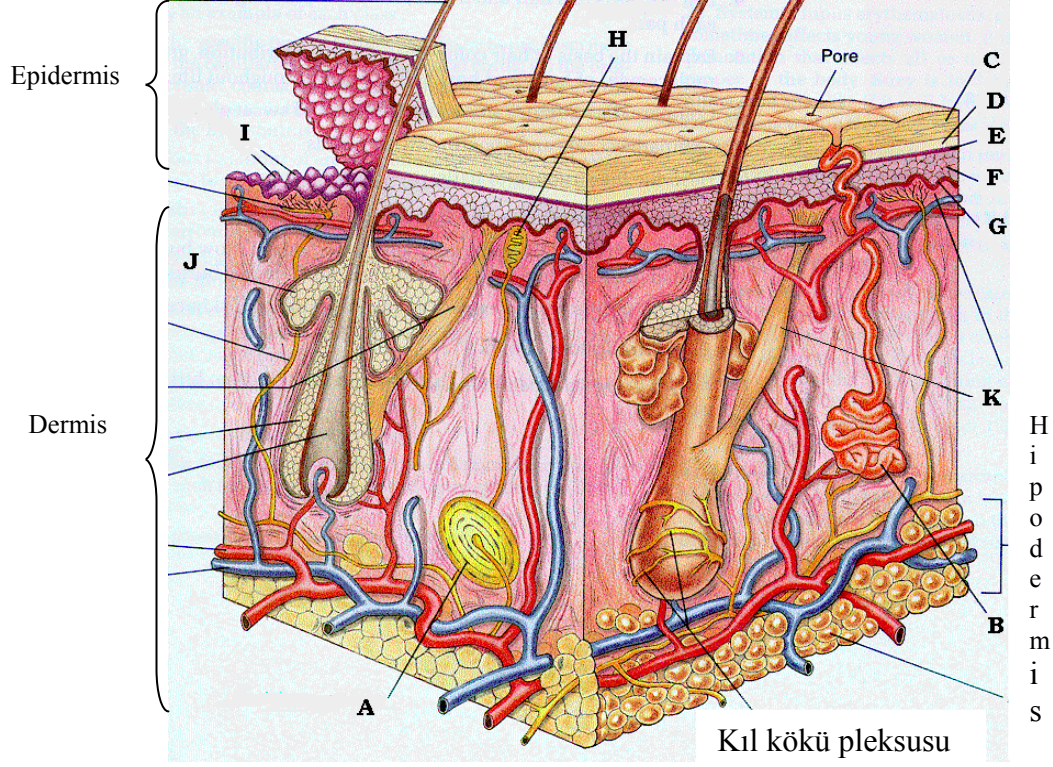
Epidermis dermis ile dalgalı bir yüzey ile birleşir. Dermisin papilla adı verilen konik çıkıntıları epidermin çukurluklarına doğru girer. Dermis ile epidermisin birleşme yüzeyleri arasında “membrana basalis” adı verilen ince bir zar bulunur (1).

2.1.2. Dermis (Kutis/Koriyum) ve Hipodermis

Mezankimal orjinli bir bağ dokusu yapısında olan dermis başlıca çeşitli hücreler, elastik, retikülin ve kollagen liflerle bu yapının arasını dolduran bir esas maddeden (substantia fundamentalis) meydana gelmiştir. Derinin kan ve lenf damarları, sinir lifleri, bağ dokusu hücreleri ve lifleri, epidermal ekler (kıl folikülleri, kıl, yağ ve ter bezleri) bu tabakada yer alır (2). Deri, dermis ile hipodermis arasında oluşmuş zengin bir damar ağı tarafından beslenir. Bu ağdan çıkan subpapiller arterler, venöz kapiller ile ağzlaşırlar. Epidermal eklerin damarlanması özellikle zengindir. Derinin lenf damarları venlerini izler (4).

2.1.3. Deri Ekleri

Deri dokusu, ter bezleri ile pilo-sebase ünite denen ekleri içerir. Kıllar follikulus pili içine yerleşmiştir ve bir ostium ile deriye açılırlar. Musculus arrector pili denen düz kaslar, kıl kesesinin alt tarafına yapışır ve kasılınca kılı yukarı doğru kaldırır. Yağ bezlerinin kıl follikülleri ile sıkı ilişkisi pilo-sebase ünitenin oluşmasına neden olur. Bu bezler, küçük bir kanal ile follikulus pili'nin infundibulumuna açılırlar. Yağ bezleri el ve ayakta bulunmazlar (2,4).



Şekil 2.1.Epidermal yapılar ve bir ektrin ter bezini gösteren palmar derinin şematik yapısı

A-Passini Cisimciği	B-Ter Bezleri	C-Stratum Korneum
D-Stratum Luciudum	E- Stratum Granulosum	F-Stratum Spinozum
G-Stratum Tonike	H-Meissner Cisimciği	I-Dermal Papilla
J- Yağ Bezi	K-Muskulus Erektör Pili	

Ter Bezleri (Sudoriferöz Bezler) ise Schiefferdecker tarafından detaylı olarak tanımlanmıştır (2). Epiderminin papillalar arasındaki çukurlarından geçerek deri yüzüne açılan bezlerdir. Bezlerin ağzına porus sudoriferus denir. Dermisin derin bölümlerinde bulunur. Ter bezleri yapı ve fonksiyon itibariyle ikiye ayrılırlar.

2.1.3.1. Apokrin Tip Ter Bezi

Bir kıl follikülü içine açılırlar. Anogenital bölge, kasıklar, koltuk altı, meme başı ve göbek etrafında bulunurlar. Hücrenin sitoplazmasında meydana gelen salgı hücrenin uç kısmında toplanır. Burası sitoplazmanın bazal kısmına nazaran daha şişkindir. Salgının toplandığı bu uç kısım, hücrenin esas kısmından boğumlanarak ayrılır. Böylece sitoplazmanın önemli bir kısmını da beraberinde götürür. Bunun sonucunda salgının dışarı atılmasını takiben hücrenin yaklaşık olarak 1/3 oranında apikal bölümü harap

olur. Çekirdek bazal kısımda sağlam kalır. Harap olan apikal bölge bazal sitoplazma tarafından tamir edilerek yeniden salgının meydana gelmesini sağlar. Apokrin bezlerin salgısı genellikle bulunduğu bölgeye göre özel bir kokuya sahiptirler (5).

Apokrin bezler, renkli ırklarda beyazlara göre daha fazla gelişirler. Kadınlarda erkeklere göre daha fazladır. Göz kapaklarındaki Moll bezleri, kulak kiri bezleri ve kadınlardaki süt bezleri de apokrin ter bezlerine yakın bezlerdir. Sinirsel innervasyonu olmayan bu bezlerin salgılarının pH'sı hafif asitten alkaliye kadar değişir (2,6).

2.1.3.2.Ekrin Tip (Merokrine Tip) Ter Bezi

El ve ayak bölgeleri, aksilla, alın ve göğüste fazla, genital organlar hariç olmak üzere, derinin her tarafında bulunurlar. Bu tür salgı yapan epitel hücrelerin endoplazmik retikulumunda oluşan ince granüller halindeki salgı maddesi (zymogen granular) golgi kompleksinde olgunlaşarak daha iri hale geçerler ve bunlar hücrenin uç kısımlarında toplanırlar. Burada toplanan salgı maddesi hücrenin serbest yüzeyindeki bir yırtıktan veya salgı kanalikulilerinden dışarıya atılırlar. Atılma esnasında hücrede herhangi bir değişiklik veya hücrenin esas unsurlarında bir zarar meydana gelmez. Bu fonksiyon periyodik olarak hücre canlı kaldığı müddetçe devam eder. Sitoplazmanın serbest yüzeyine yakın bir yerde salgı ile birlikte sitoplazma kısmı çok az olarak atılır fakat sitoplazma tarafından derhal yenilenir (5).

Ekrin ter bezleri, subdermis veya dermis içinde bulunan bir salgılayıcı yumak ile buna bağlı bir kanaldan oluşan basit tübüler yapılardır.

Ekrin ter bezleri, özel bir kanal ve ağız ile derinin yüzeyine açılırlar. Bu bezler, glomerül adı verilen deride yumak halinde bulunan bir kısımla, salgıyı deri yüzüne getiren ve epidermis içinde kanalları çok kıvrımlı bir şekilde seyrederek bir porus ile deri yüzeyine açılan kanallardan oluşur. Ekrin ter bezlerinde glomerül bölümlerdeki hücrelerin sekresyonları dökme yoluna akar. Buradaki salgının içinde hücre elementleri bulunmaz, reaksiyonu ise asittir (2).

İnsan fetusunda ekrin ter bezleri ilk olarak el ve ayak bölgelerinde 4. ayda görülür. Vücudun diğer bölgelerindeki ekrin ter bezleri 50. haftaya kadar belirginleşmez. Ekrin ter bezleri, basit tübüler bezlerdir; büyük miktarda glikojen, sitokrom oksidaz, süksinik dehidrogenaz, karbonik anhidraz, monoamin oksidaz, fosforilaz enzimleri içerir (6).

Ter bezlerinin sekretuar bölümü “prekürsör sekresyon “ denen, iyon içeriği plazmaya benzeyen fakat protein içermeyen bir sıvı salgılar. Sıvı kanalda akarken Na, Cl ve su geri emilir. Ter bezleri, sempatik sinir sistemi ile şiddetle uyarıldığı zaman, salgı miktarı artar; sıvı kanaldan hızla geçtiği için geri emilen Na, Cl ve su miktarı azalır (7). İnsanlarda, tüm vücut yüzeyine dağılmış milyonlarca ekrin bez vardır. Sayısı neredeyse 100 gr. böbrek ağırlığındaki nefron sayısına eşittir. Sekresyon hızları diğer ekzokrin bezlerden daha hızlıdır.

Ekrin ter bezlerinin anatomik olarak sempatik sinir sistemine ait olan fakat postganglionik ucundan asetilkolin salgılayan sinir lifleri ile innerve edildiklerini ilk defa, 1934 yılında Dale ve Feldberg’in gösterdiği bildirilmektedir (8).

İnsan ekrin ter bezleri asetilkolin ve kolinerjik maddelere çok duyarlıdır (6,9,10,11). Kolinerjik maddelerin ekrin sudorik etkisi atropin ile ortadan kaldırılır. Atropin ter bezlerini bloke ederek deri direncini yükseltir (8). Deri potansiyeli yanıtı (**SPR**) ve deri direnci yanıtlarını (**SRR**), ortadan kaldırır. Adrenejik maddelerin intradermal enjeksiyonu da lokal terleme cevabı oluşturur. Adrenalin ile oluşan cevap atropin ile inhibe edilemez fakat antiadrenalin maddeler tarafından ortadan kaldırılır. Bazı araştırmacıların, sempatik maddelerin bu etkisi ter kanalları etrafındaki miyoepitelyal hücrelerin kasılmasına bağladıkları bildirilmiştir (6).

Ekrin ter bezlerinin en önemli fonksiyonu termoregülasyondur. Ancak, emosyonel streste sekresyona ve terlemeye neden olur. Ekrin ter bezlerinin fizik ve termal uyarılara cevabı bölgesel farklılık gösterir. El ve ayak yüzeyinde olanlar, emosyonel strese cevap verirler. El ve ayak ekrin ter bezlerinin termal uyarılara cevap eşiği daha yüksektir. Aksilla ve alındaki fizik ve termal uyarılara eşit derecede cevap verirken diğer alandakiler esas olarak termoregülatördür. Derinin tonik elektriksel aktivitesinde ve bu aktivitenin çeşitli uyarılar sonucu değişimlerinde en önemli rolü ekrin ter bezlerinin aktivitesi oynamaktadır (12). Elektrodermal aktivite araştırmalarında emosyonel terlemedeki rolleri nedeni ile el ve ayak bölgeleri kullanılmaktadır (6).

2.2.TERLEME

Terleme, organizmanın ısı kaybını sağlayan fizyolojik sürecin bir parçasıdır. Organizmada ısı düzenlenmesi, hipotalamustaki ısı ayar noktası üzerinden olur. Isı ayar noktası, kritik değerin altına inince, ısı üretimini artırıcı; vücut ısısı yükselince ısı kaybını artırıcı mekanizmaları başlatmak üzere, periferik sempatik lifler ile sinyaller iletilir (7,13).

Bu mekanizmalar aşağıda tanımlanmıştır:

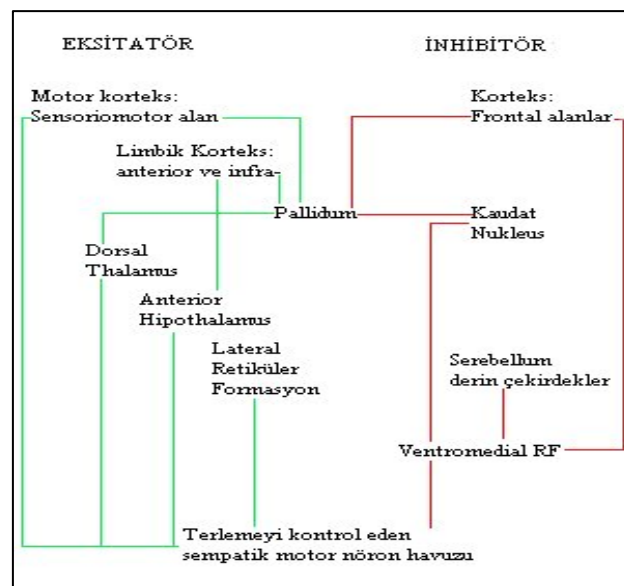
- a) Posterior hipotalamustaki bir merkez, vazokonstriksiyona neden olarak deriden ısı kaybını azaltır. Vazokonstriktör merkezin inhibisyonu ise vazodilatasyon ile ısı kaybını artırır.
- b) Isı kaybı gerektiği zaman, sempatik stimülasyon ile terleme yoluyla ısı kaybedilir. Ter bezi kanallarının etrafında bulunan miyoepitelyal hücreler, sempatik sisteme ait olan ama sinaptik aralığa asetilkolin salgılayan aksonlar ile innerve edilirler. Postsinaptik reseptör muskarinik asetilkolin reseptörüdür. Bu aksonlar, C tipi miyelinsiz aksonlardır ve sempatik zincirden köken alırlar (14).
- c) Sempatik stimülasyon ile piloereksiyon oluşur ve bu ısı kaybını azaltır. Deri vücudun optimal ısısını korumada çeşitli eklerinden istifade eder. Bu konuda görevli ilk oluşum kıl yağ birimidir. Burada aktif görev musculus arrector pili'ye düşer. Bu kasın kasılması ile yatık olan kıllar dik duruma geçerek aralarında bulunan ve ısı iletimine engel olan durgun hava tabakası kalınlaşırken, deri yüzeyine yağ salgısının artması temin edilmiş olur. Bu salgı, deri yüzeyine yayılarak yine ısı kaybını önleyici etki yapar. Diğer yandan da musculus arrector pili'nin kasılması sonucu deri yüzeyi küçülmüş olur (2).

Ayrıca sempatik stimülasyon trioksin hormonunun sekresyonunu da arttırarak, ısı oluşumunu artırır (7).

Ancak terleme sadece ısının yükselmesi ile değil, “emosyonel terleme alanları” denilen el, ayak tabanları ve aksilladaki ter bezlerinin, çeşitli emosyonel uyarılarla uyarılması ile de oluşur. Emosyonel terlemeye sempatik sinir sistemine ait lifler aracılık eder. Kişinin emosyonel durumunun değişmesi emosyonel terlemeyi etkiler ve bu olay EDA’nın en basit temelini oluşturur (13).

Emosyonel terleme ile ilgili beyin yapıları, amigdal nukleus ve hippokampus başta olmak üzere; limbik sistem, temporal yapılar ve frontal kortekstir. Esas merkez hipotalamustaki ısı düzenleme merkezidir. Hipotalamusun preoptik nukleusu, basal ganglionlar, thalamus, Broadman’ın 6. kortikal alanı (Br 6), frontal ve premotor alanlar, retiküler formasyon ekrin aktivitenin başlatılmasına veya modüle edilmesine katkıda bulunan yapılardır. Bu yapılardan kaynaklanan lifler spinal kordda, aynı taraf intermediolateral hücre kolonunda sinaps yaparlar.

Preoptik alan ve anterior hipotalamustaki nöronlar, sıcak reseptörü gibi davranırlar ve ısı yükseldikçe bu nöronların deşarjı artar. Hipotalamus, septum ve orta beyindeki retiküler formasyonda, soğuk reseptörü gibi davranan nöronlar saptanmıştır. Başka bir nöron grubu da deri ve derin dokulardaki sıcak ve soğuk duyusunu alan reseptörlerden beyine gelen sinyallere cevap olarak deşarj hızlarını değiştirirler. Anestezi edilmiş veya edilmemiş kedilerde gerçekleştirilen çalışmaların sonuçlarına göre inhibitör ve eksitatör terleme merkezleri **Şekil 2.2**’de özetlenmiştir (9,15).



Şekil 2.2 Eksitatör ve inhibitör terleme merkezleri (Wang, 1964).

2.2.1. Terleme Çeşitleri

- **Termoregülatuvar Terleme:** Vücut ısısının korunmasına yönelik terlemedir. Yaygın vazodilatasyon terlemeye eşlik eder. El ve ayak ter bezlerinin termoregülatuvar terlemeye hiç katılmadıkları veya kısmen katıldıkları belirtilir.
- **Emosyonel Terleme:** Yüksek aktivasyon veya stres gibi emosyonel durumlar da oluşan artmış ter bezi aktivitesidir. Hipotalamik-limbik bağlantılar sayesinde olur. El ve ayak bölgelerinde ayrıca aksillar, genital alan ve alında görülür.
- **Gustatuvar Terleme:** Özellikle baharatlı yemeklerden sonra, alın ve üst dudakta görülen terlemedir. Spontan terleme, refleks terleme, farmakolojik terlemeyi de terleme çeşitleri arasında sayabiliriz.

2.2.2. Ter Bezi Aktivitesinin Fonksiyonel Yönleri

Ter bezlerinin sekretuvar segmentleri “clear and dark” sekretuvar hücrelerden oluşmuş ve miyoepitelyal hücre tabakası ile sarılmıştır. Clear hücreler sekresyonun sıvı kısmını oluştururken, dark hücreler musin salgırlarlar.

İnsan prekürsör teri; 147–151 mM Na, 123–124 mM Cl, 15–20 mM laktik anyon, 10–15mM HCO₃, 5 mM K, içerirken, ayrıca az oranda diğer iyonları (üre, vitaminler ve biojenik aminler) içerir. Prekürsör ter, ter bezi kanalından geçerken değişir. Salgılayıcı kısımda bulunan hücreler önce, izoosmolar ter sıvısını oluştururlar. Yüzey terinde, NaCl geri-emilerek azaltılır ve konsantrasyonu 0,015–0,060 M’ a düşer (9).

Ter, kanaldan deri yüzeyine sürekli bir biçimde akmaz; 12–21 Hz frekansında pulsatil olarak salınır. Sekretuvar ve duktal kısmı saran miyoepitelyal hücrelerin ritmik kasılmaları bunu sağlar.

2.3.ELEKTRODERMAL AKTİVİTE (EDA)

Sempatik sinir sistemi ile uyarılan ekrin ter bezlerinin (sudorfik) ve onunla ilişkili dermal, epidermal dokuların (nonsudorfik) elektriksel aktivitesidir. Deri ve sekonder yapıların aktif ve pasif elektriksel özelliklerinin sonucudur. Emosyonel terleme ile ilgili sinirsel yapıların aktivitesini yansıtır. Mental süreçlerle ilişkilidir ve psikofizyolojik olaylarla nonspesifik değişiklikler gösterir.

Ektrin ter bezlerinin aktivitesi olan EDA, oryantasyon cevabının bir komponentidir ve santral bilgilenme süreci ile dikkat mekanizmalarını yansıtır (6).

Eğer bir uyarın oryantasyon yanıtı ortaya çıkarıyorsa deri iletkenliği mutlak bir zaman periyodunda artar ve sonra normale döner, bu deri iletkenliği tepkisi deri iletkenlik cevabı (SCR) olarak adlandırılır.

Derinin elektriksel aktivitesindeki değişimler, ilk olarak 1888'de bir Fransız Nöroloğu olan Charles Fere tarafından gözlenmiştir (16). Fere, deriden bir DC akım geçirmiş ve oluşan elektriksel değişiklikleri kayıtlamıştır. Bu uygulamanın kısa sürede elektrot polarizasyonuna neden olduğu görülmüştür. Polarizasyon etkisini en aza indirmek için bir AC akım kaynağı kullanılmaya başlanmıştır. Elektrot polarizasyonu gene de oluşur ama bu istenmeyen etki Ag/AgCl elektrotlar ve uygun elektrolit kullanılarak daha da azaltılmıştır.

Fere'nin prosedürü deri yüzeyinde iki küçük elektrot arasından geçen ve kişiye çeşitli uyarınlar sunulduğu zaman gözlemlenen EDA değişimlerini içermektedir. Deri iletkenliğindeki artış bir galvanometer yardımıyla ölçülmektedir. Bu fenomen psikogalvanik refleks (**PGR**) olarak adlandırılmış ve daha sonra da GSR (galvanic skin response) adını almıştır.

Deri aktivitesindeki benzer değişiklikler Rus Fizyoloğu Tarchanoff tarafından da gözlenmiştir (16). Tarchanoff'un deney prosedüründe de benzer galvanometre sapmaları elde edilmiş, bu sapmalar deriden herhangi bir elektrik akımı geçirmeksizin elde edilmiştir. Bu durum, iki deri alanı arasındaki elektriksel potansiyellerin doğal farklılığının sonucudur. Denek uyarıldığında bu potansiyelde (SP) değişmektedir. Fere'nin ve Tarchanoff'un bu kayıt yöntemleri EDA ölçümleri için gerekli iki temel metottur. Bunlar; deri iletkenliği (SC) ve deri potansiyeli (SP) olarak adlandırılır.

Metot ve teknik ile ilgili standardizasyon çalışmaları 1967 yılında Edelberg ve Venables tarafından başlatılmıştır (9). 1970'lerin başlarında psikofizyolojik değişkenlere büyük önem verilmiştir. Psikofizyoloji araştırmacı topluluklar, EDA ölçüm standartlarını bu yıllarda geliştirmişler ve bunları 1980'lerin başında yayınlamışlardır. Bunlara örnek isimler olarak: Fowles, Likeend, Venables ve Christe verilebilir (17). Bugün elektrodermal aktivite, başta psikofizyoloji ve nöropsikoloji olmak üzere, pek çok alanda kullanılan bir metottur. Elektrodermal aktivite gün geçtikçe artan oranda parapsikolojik araştırmalara da konu olmaktadır (18).

Göğüs solunumu da EDA sistemiyle korelasyon halindedir. Solunumdaki ani düzensizlik seyrinden kaynaklanan EDA etkisinin olup olmadığını incelenmiş, etki büyüklüğü orijinal değerlerin %30-%77 arasına düştüğü gözlenmiştir. EDA'nın etkisinin pulmoner sisteme etkisine çok yakın olduğu bildirilmiştir (18).

Otonom etkiler oluşturan ses, ışık, derin inspirasyon gibi uyarılar uyanık subjelere uygulanınca postganglionik ucundan asetilkolin salgılayan sempatik sinir lifleri aracılığı ile ekrin ter bezlerinin aktivitesinde ani ve geçici cevaba neden olmaktadır (6). Çeşitli psişik uyarılarında ekrin ter bezlerinin aktivitesinde değişikliklere neden olduğu bilinmektedir. Araştırmacılar, ekrin ter bezi cevabı oluşturan psişik durumları; artmış dikkat, yükselmiş bilinç, anlayışta ani duraklama, problem çözme, anksiyete durumları olarak saymaktadırlar (6,9).

Başta “GSR-galvanik deri yanıtı ” olmak üzere pek çok terim, derinin elektriksel aktivitesini ifade etmek için kullanılmıştır. Diğer kullanılan terimler ise psikogalvanik refleks, elektrodermal yanıt, oryantasyon cevap, Fere aktivitesi, Tarchanoff aktivitesidir.

Bugün kayıtlanan aktivitenin türü ve onun uyarıya bağımlılığını birlikte içeren deri iletkenlik yanıtı, deri direnci yanıtı gibi terimler kullanılmaktadır (17).

2.3.1.EDA'nın Ölçüm Yöntemleri

Elektrodermal cevaplar birbiri ile ilişkili iki temel fenomeni kapsar. Bunlardan ilki, Fere tarafından bulunan; deriden bir akım geçirildiği zaman bir uyarının etkisi ile elektriksel direncinin değişmesidir. Tarchanoff fenomeni de denen ikincisi ise; herhangi bir uyarı etkisinde vücut yüzeyinin iki alanı arasındaki potansiyel farkı değişimidir. Ter bezlerinin aktivitesi, bahsedilen iki fenomenden birini kaydeden ekzosomatik ve endosomatik yöntem adı verilen iki farklı metot ile ölçülebilir (16).

2.3.1.1.Ekzosomatik Yöntem (DC Akımlı Ekzosomatik Kayıt)

Bu metot sistemin pasif özelliklerine odaklanır. Deriye doğrudan sabit voltajda bir akım uygulandığında, kapasitörler yüklenir ve başlıca rezistif komponentlerdeki değişikliklerden dolayı deri yüzeyinde zaman içerisinde değişen bir dalgalanma meydana gelir. Daha yaygın kullanılan bir tekniktir. Deri üzerine iki elektrot yerleştirilir ve bu elektrotlar arasındaki deri yüzeyinden bir elektrik sinyali geçirilir. Bu yöntemde temel ilke **Ohm** kanunudur. Bu iletkenin iki ucu arasına uygulanan potansiyel farkının

(V) o iletkenen geçen akım Őiddetine (I) oranı sabittir. Ve iletkenin direnci olarak bilinir. Ayrıca bir iletkenin direnci, onun iletkenlik gücü (C) ile ters orantılıdır.

Alıcı elektrot tarafından kayıtlanan elektrik byklg ve paterni kullanılan veridir. Veri tek fazlıdır. Dış kaynaklı bir elektrik kaynağı akım veya voltajı sabit tutularak deriye yerleştirilen iki elektrot vasıtasıyla deriden geçirilir.

Bu yöntem uygulanan akımın özelliğine göre 2 metodu içerir:

- Sabit Akım Metodu: İki elektrot arasında uygulanan akımın Őiddeti sabit tutulur. Potansiyel değişimleri direncin değişimini yansıtır (6,9,17).
- Sabit Voltaj Metodu: İki elektrot arasına uygulanan akımın voltajı sabit tutulur. Böylece, akım Őiddetinin değişmesi $1/R$ 'nin, yani iletkenliğin (C) değişimini verir. Bu yöntemle iletkenlik ölçülmektedir (6,9,17). Bu lm yöntemi, derideki nöronların ateŐleme hızı ve **deri iletkenliği** ile daha yakın bir ilişki gösterir.

EDA ile ilgili ilk çalışmalarda sabit akım metodu daha çok kullanılırken 1971 yılında ve Lyken ve Venables'ın çalışmalarında bildirdikleri standart ölçüm yöntemlerinden sonra sabit voltaj metodu daha çok tercih edilmiştir (19). Çünkü direnç, ter bezinin dolaylı yoldan aktivitesini gösterirken, iletkenlik direkt aktiviteyi yansıtılmaktadır (20). Bugün araştırmacıların çoğu psikofizyolojik araştırma topluluğunun adlandırma komitesi ve Venable & Martin'in önerdiği terminolojiyi kullanılmaktadır (6,9). Buna göre sabit voltaj metodunun kullanıldığı çalışmalarda uyaransız dönemdeki iletkenlik değerinin; deri iletkenlik seviyesi (SCL), uyararla oluşan iletkenlikteki değişme değerinin ise deri iletkenlik cevabı (SCR) olarak adlandırılması önerilmiŐtir. İstatistiksel değerlendirmeler için değerlerin logaritması alınmıştır.

Süer ve arkadaşları da 1988'den beri sesli sabit yaygın metodu (CCM: Constant Current Method) kullanılarak EDA'nın kayıt edilmesini göz önünde tutmuŐlar; sabit voltaj metodunun (CVM: Constant Voltage Method) CCM'u üzerindeki avantajlarını da göz ardı etmeden, sabit voltaj metodu (CVM), zamana bağlı ve zamandan bağımsız EDA parametrelerinin ölçümünün geçerliliğini belirlemek için bir program geliŐtirerek bu deneysel birimin EDA ölçümlerinde kullanılabilir olduğunu göstermiŐlerdir (21).

2.3.1.2. AC Akımlı Ekzosomatik Yöntem

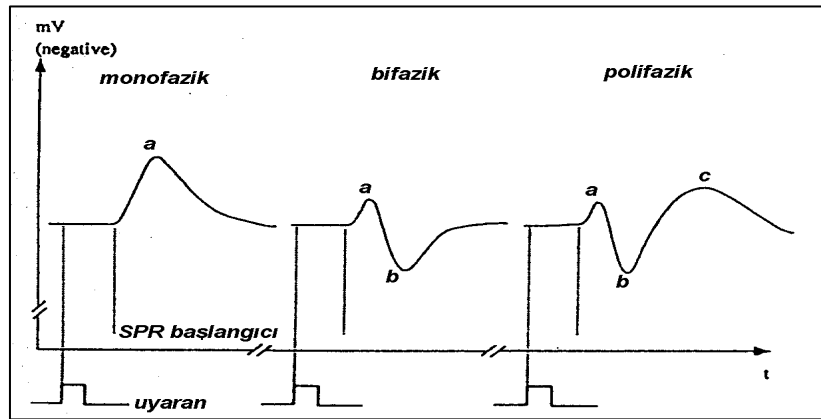
Sık kullanılmaz. DC akımlı kayıta incelenen özelliklerine ilave olarak, elektrodermal sistemin osilatuar sinyallere olan yanıtı da incelenir. Böylece derideki yüklü membranların veya kapasitörlerin değişiklikleri de dahil edilir.

2.3.1.3. Endosomatik Yöntem

Ter bezlerini içeren ve içermeyen alanlar arasında bir potansiyel fark oluşur. Potansiyel farkın kayıtladığı yöntem, **endosomatik** yöntemdir.

Deriden dış kaynaklı bir elektrik akımı geçirilmez. Elektriksel aktivitenin tek kaynağı derinin kendisi ve onun elektrot–elektrolit sistemi ile etkileşimidir. Bu yöntem kullanılarak **deri potansiyeli (SP)** kayıtları (6,9,17). SPRs'nin farklı tipleri **Şekil 2.3**'de gösterilmiştir.

Elektrodermal sistemin sadece aktif değişikliklerinden kaynaklanan özellikleri dikkate alınır. Elektriksel enerjinin, polarize membranlardan kaynaklandığı farz edilir. Derideki nöronların elektriksel aktivitesinin direk bir ölçümüdür. Kayıtlanan data hem unifazik hem de bifazik yanıtlara sahiptir. İnvazif bir ölçümdür. Çok da gerekli değildir.



Şekil 2.3. SPRs'nin farklı tipleri: mono-bi ve trifazik formlar

2.3.2. Elektrodermal Aktivite Parametreleri

EDA parametreleri, yönteme göre değişik adlarla anılan tonik ve fazik parametreler olmak üzere ikiye ayrılır. Tonik parametreler, zaman içerisinde sürekliliği olan aktiviteleri; fazik parametreler ise bir uyarana cevap olarak oluşan ve kısa süreli olan aktiviteyi tanımlar. Fazik yanıtlara otonomik etkili uyaranların oluşturduğu ter bezi aktivitesindeki değişiklikler de denebilir (6,9,22).

Tonik aktiviteler,

1. Eksojen bir uyarı yok iken kayıtlanan elektriksel aktivite, yönteme göre: Deri direnci seviyesi (SRL), deri iletkenlik seviyesi (SCL), deri potansiyeli seviyesi (SPL).
2. Eksojen bir uyaran yok iken kayıtlanan elektriksel aktivitede gözlenen dalgalanmalar, yönteme göre: Deri direnci dalgalanma sıklığı (SRFr), deri iletkenliği dalgalanma sıklığı (SCFr), deri potansiyeli dalgalanma sıklığı (SPFr) olarak adlandırılırlar.

Tonik aktivite olarak adlandırılan dinlenim deri iletkenlik seviyesi ve bu seviyede oluşan spontan dalgalanmalar (SCRFreq) otonomik ve kortikoretikler uyanıklık sürecini yansıtılmaktadır (6,9,22).

Fazik aktiviteler ise; eksojen bir uyarana yanıt olarak kayıtlanan elektriksel değişiklidir ve yönteme göre deri direnci yanıtı (SRR), deri iletkenlik yanıtı (SCR) ve deri potansiyeli yanıtı (SPR) olarak adlandırılır. Ayrıca bu yanıtın zamansal değişkenleri de parametre olarak değerlendirilebilir (6,9,17,22).

Çalışmamızda deri iletkenliği kayıtlandığı için, bu yönteme göre aşağıda yazılan parametreler tanımlanmıştır.

Deri İletkenlik Seviyesi (SCL): Ter bezlerinin dinlenme durumundaki aktivitesidir. Deri iletkenliğinin tonik parçasıyla deri iletkenlik seviyesi (SCL) değerleri elde edilir. Birimi μ Simens'dir. SCL; deri iletkenliğinin toplam miktarının zaman içindeki ortalama değeridir. SCL kişinin bütün uyanıklığıyla ilişkilidir. Sıklıkla literatürde ölçülen değeri 2-50 μ Simens arasında değişir. Aşağıdaki formülle ölçülen SCL değerini normalleştirmek mümkündür.

$$SCL = \frac{SCL_{\text{gözlenen}} - SCL_{\text{min}}}{SCL_{\text{max}} - SCL_{\text{min}}}$$

'ye eşittir (Lykken et al., 1966).

Uyaranla İlişkisiz Dalgalanma Sıklığı (SCFr)

Bazen hiçbir uyaran olmasa bile SC eğrisinde bazı anlık ve geçici değişimler ortaya çıkar. Bu tepkiler spesifik olmayan deri iletkenliği tepkileri olarak adlandırılır. Bir dış uyaran olmadığı durumda, ter bezi aktivitesinin geçici değişmesi ile kayıtlanan aktivitede gözlenen dalgalanmalardır. Belirli bir süre içinde oluşan dalgalanma sayısının zaman içindeki ortalamasıdır (6,9,17).

Deri İletkenliği Cevabı (SCR)

EDA çalışmalarında kullanılan uyaranlar bir dizi halinde uygulanmaktadır. Bir uyarı dizisine karşı oluşan, iletkenlik değişiminin cevap olarak kabul edilmesi için cevabın tanımlanması gerekmektedir. Araştırmacıların çoğu her uyarıyı izleyen 1-5 sn. arasında oluşan iletkenlik değişimini cevap olarak kabul edilmektedir (23). Belirtilen zaman aralığı dışında oluşan iletkenlik değişimleri cevap olarak değil, nonspesifik dalgalanma olarak değerlendirilmektedir.

Deri İletkenlik Cevap Genliği (SCRm)

Uyarana karşı oluşan yanıtın büyüklüğüdür. Bu genliği değerlendirilmesi daha çok ilk cevap için yapılmaktadır. SCR ölçümünde yanıtın başladığı anki SCL değeri ile zaman içinde ulaştığı en büyük SCL değerinin farkı alınır.

Bu genlik değeri literatürde yapılan ölçümlerde 0.5-5 µSimens arasında değişen değerlerde bulunmuştur ve aşağıdaki formülle normalleştirilebilir (23).

$$SCR = \frac{SCR_{gözlenen}}{SCR_{max}} \text{ eşittir (Lykken et al., 1966).}$$

Deri İletkenliği Cevap Oranı (SCRr)

Bir uyarın dizisinde oluşan cevapların verilen uyarı sayısına oranı olarak tanımlanmaktadır. Ses, ışık derin inspirasyon gibi uyarılara cevap olarak deri iletkenliğinde cevap oluşur (6,9,17).

Zaman Bağımlı Parametreler

Cevabın latensi, pike çıkış ve iniş hızları az sayıda çalışmada değerlendirilmiştir (6). Elektrodermal yanıtın latansı 500 ms'den az olmamalıdır. Geri dönme zamanı 10 saniyeye kadar uzayabilir. Derinin bu elektriksel özelliklerindeki değişim ekrin ter bezlerinin aktivitesiyle çok güçlü bir şekilde ilişkilidir. Derinin ıslanması, iletkenlikte ki değişime neden olur.

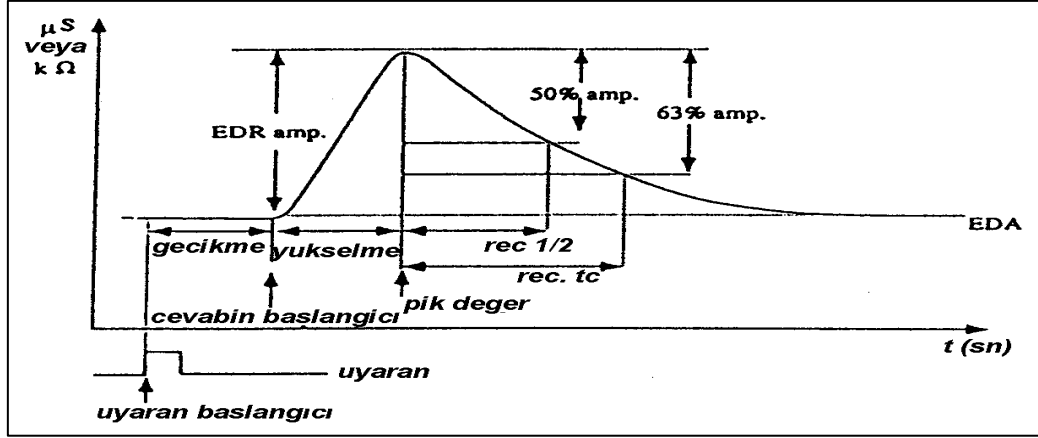
Alışkanlık Numarası (Habitüasyon)

Alışkanlık, yeni ve zararlı olmayan uyarının tekrarlanarak verilmesi, deri iletkenlik cevabının amplitüdünün giderek azalması ve sonunda kaybolmasıdır. Yani tekrarlayan uyarılara reaksiyon şiddetinde giderek azalma meydana gelmektedir. Bu fenomen habitüasyon (alışkanlık veya kanıksama) olarak adlandırılmaktadır Habitüasyon, öğrenmenin en temel formu olarak kabul edilmektedir (6,9,24).

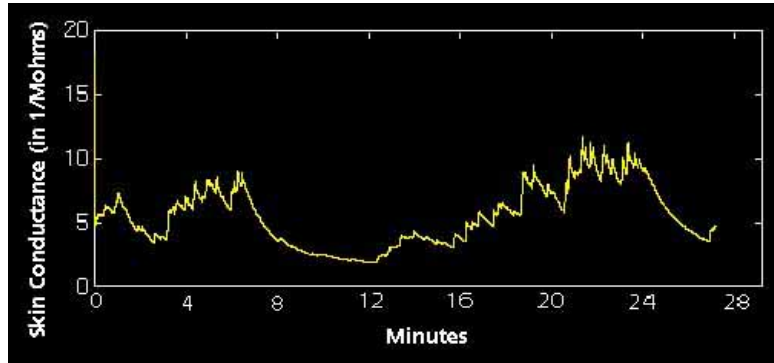
Alışkanlığın değerlendirilmesinde araştırmacılar değişik yollar izlemişlerdir. 3 cevapsızlık kriterine göre; bir uyarı dizisine karşı oluşan cevap serisinde ilk defa meydana gelen ardı ardına 3 cevapsızlık durumunda ilk cevapsızlığın uyarı numarası, alışkanlık numarası (HN) olarak değerlendirilmektedir (9). Sıklıkla kullanılan alışkanlık indeksleri: 3 –ardıl yanıtızsızlık indeksi, 2- ardıl yanıtızsızlık indeksi, yanıt numarası- yanıt genliği ilişki doğrusunun eğimi ve kesim noktalarıdır.

EDA, habitüasyonun psikofizyolojik belirteci olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Oryantasyon cevabında da habitüasyon oluşur. Fakat bu öğrenmenin sonucu değildir. Savunma reaksiyonunda ise habitüasyon oluşmaz.

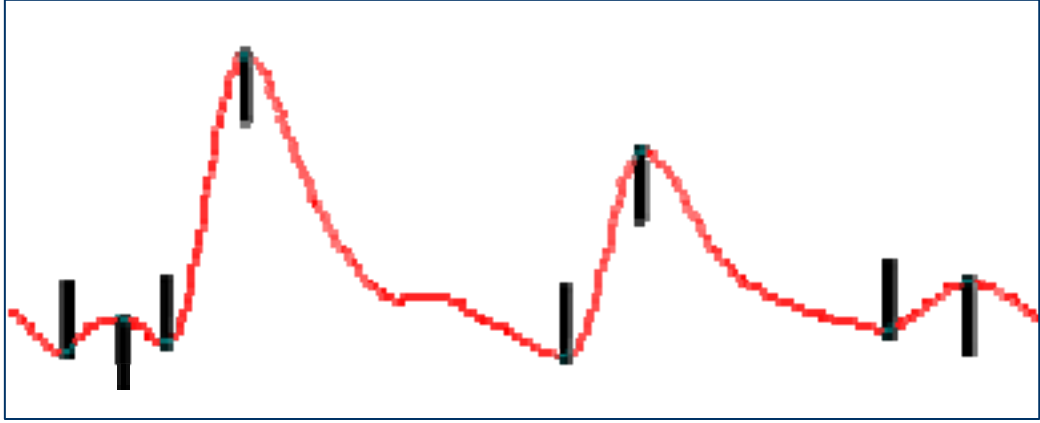
Elektrodermal aktivite parametrelerinin tanımı, örnek bir elektrodermal aktivite trasesi ve elektrodermal kayıt alınırken oluşan bir alışkanlık örneği Şekil 2.4; 2.5; ve 2.6'da verilmiştir.



Şekil 2.4. Bir DC akımlı ekzosomatik EDR ve parametrelerin elde edilış yolu



Şekil 2.5. Nonspesifik dalgalanma örneği



Şekil 2.6. Üç ardıl uyarana verilen SC yanıtları görülüyor: Yanıt genliklerinin giderek azalması oldukça dikkat çekicidir.

2.4. ELEKTRODERMAL AKTİVİTENİN KONTROLÜ

Elektrodermal aktivitenin kaynağını oluşturan ekrin ter bezleri, esas olarak sinir sistemi tarafından kontrol edilir. Sinirsel kontrol, spinal seviyede ve supraspinal seviyede olmak üzere iki bölümde incelenebilir.

2.4.1. Spinal Kontrol

Medulla spinalis gri cevherine yerleşmiş olan otonom sinir sistemine ait nöronların bir bölümü ekrin ter bezleri üzerindeki spinal kontrolü gerçekleştirirler. Ekrin ter bezlerini innerve eden lifler sudorisekretuar lifler olarak adlandırılırlar ve bunlar postganglionik uçundan “asetilkolin” salgılayan ama anatomik olarak otonom sistemin sempatik alt bölümüne ait nöronların aksonlarıdır. Sudorisekretuar liflerin somaları C8-L12 arasında, intermediyolateral kolonda bulunur. Bu somalar spinal kordun uzun eksenini boyunca yerleşirler ve supraspinal kontrolü sağlayan inen sempatik yollar, bu somalar üzerinde sonlanır. Bu somalardan miyelinli preganglionik lifler doğar, ön kök vasıtasıyla spinal ganglionlara girer ve postganglionik nörona sonlanır. Bu preganglionik lifler, akson sınıflamasında B tipi lif grubuna girer. Postganglionik somanın aksonları miyelinsizdir ve gri bağlayıcı kollar vasıtasıyla sempatik ganglionu terk edip miks periferik sinir içinde hedef organa ulaşır. İletim hızları 1.2-1.4 m/sn'dir. Preganglionik sudorisekretuar nöronlar, vazomotor ve pilomotor sempatik liflerle yakın anatomik ilişki içindedir. Spinal kord seviyesinde, sudorisekretuar lifler, nonspesifik somatosensoryel sisteme ait anterolateral yollar ile yakın ilişki halindedir. Ancak termosensitif afferentlerle sudorisekretuar efferentler arasında direkt bir sinaptik bağlantı gösterilememiştir (9).

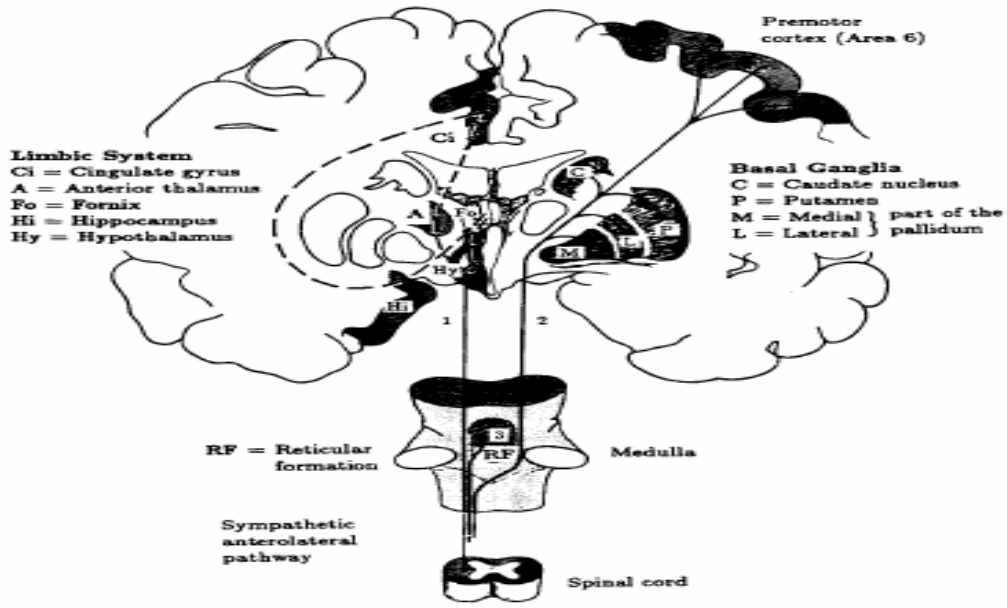
Sempatik ganglionlarda, en azından deney hayvanlarında, postganglionik nöronlarda preganglionik innervasyonlarının uyarılması ile oluşturulan yanıtlar sadece, aksiyon potansiyellerini ortaya çıkaran hızlı bir depolarizasyonu (hızlı EPSP) içermez. Ek olarak, uzamış bir inhibitör postsinaptik potansiyeli (yavaş IPSP), uzamış bir uyarıcı postsinaptik potansiyeli (yavaş EPSP) ve bir geç yavaş EPSP 'i de içerir (25).

Somatik sinir sistemi gibi refleks yayı ilkesine göre düzenlenmiştir. Visseral almaçlarda başlayan dürtüler, afferent otonom yollarla merkezi sinir sistemine taşınır, çeşitli düzeylerinde bütünleştirilir ve efferent yollarla visseral efektörlere gönderilir (25).

2.4.2. Supraspinal Kontrol

Spinal korttaki sudorisekretuar lifleri kontrol eden en az 3 farklı kaynak vardır. Bunlar aşağıda verilmiştir.

- a) **İpsilateral limbik-hipotalamik elektrodermal kaynak (EDA1):** Emosyonel değişikliklerin sonucunda EDA' yı kontrol eden bir alt sistemdir.
- b) **Kontrolateral premotor ve basal ganglionlarla (EDA2):** Spesifik motor hareketlere eşlik eden elektrodermal bileşenlerin oluşmasında etkili olan sistemdir. Primer ve assosiyatif frontal motor alanlar, bir motor cevap gerektiren tehlikeli olma potansiyeline sahip bir uyarana oluşan terleme yanıtını kontrol ederler.
- c) **Bilateral retiküler modülatör kaynak (EDA3):** EDA üzerine olan inhibitör etkileri kontrol eden ve uyanıklık düzeyi değişikliklerinde görülen EDA değişimlerine aracılık eden alt sistemdir. Prefrontal alanlar, hippocampus, amigdala ve RAS, tehlikeli veya alışılmamış (novel) bir uyarana karşı gözlenen ve limbik sistem tarafından gerçekleştirilen oryantasyon yanıtının (orienting response) bir parçası olan terleme yanıtını kontrol eder (9,26). Beynin merkezi kontrol yapısında görev alan bölümler **Şekil 2.7** 'de gösterilmiştir.



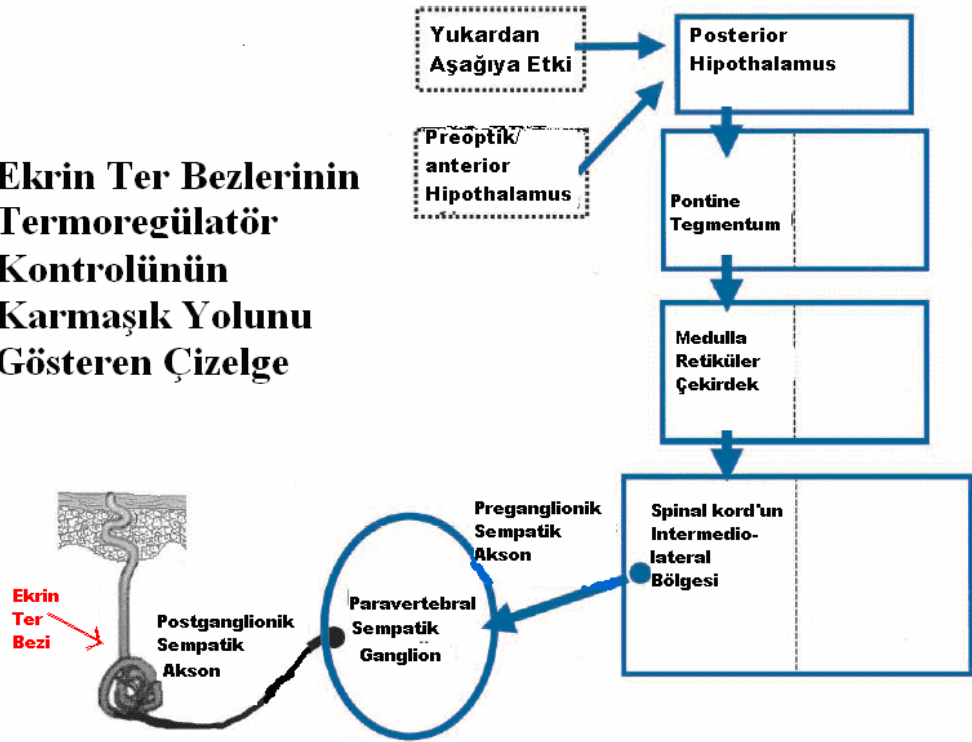
Şekil 2.7.Merkezi kontrol (Dawson et al., 2000)

2.4.2.1.Sudorisekretuar Kontrol: Hipotalamus ve Libik Sistem

Hipotalamus, tüm vejetatif fonksiyonların olduğu gibi ekrin terlemenin de kontrol merkezi olarak görülür. Paraventriküler ve posterior çekirdeklerinin uyarımı, vazokonstriksiyon, piloereksiyon ve terlemeye neden olur.

Termoregülatuar hipotalamik aktivite, başta amigdal ve hippokampus olmak üzere limbik sistem tarafından kontrol edilir (27). EDA'nın sempatik modülasyonuna katkısı olan ekrin ter bezlerinin termoregülatör kontrolünün karmaşık yolunu gösteren temel şeması Şekil 2.8'de gösterilmiştir.

Ekrin Ter Bezlerinin Termoregülatör Kontrolünün Karmaşık Yolunu Gösteren Çizelge



Şekil 2.8. Termoregülatör yolun temelinde olan sudomotor fonksiyon

Başlıca hipokampusdan (papez devresi) ve amigdalden kalkan lifler direk olarak hipotalamik sudorisekretuar alanları etkiler. Bazılarına göre amigdalden gelen lifler eksitator; hipokampustan gelen lifler inhibitördür. Bazolateral amigdalin uyarımı tek bir EDR indükler. Maymunlarda amigdalektomi ses uyarısına karşı oluşturulan elektrodermal yanıtları belirgin derecede bozar (9).

Kortikal alanlar limbik sistem aracılığı ile EDA'yı etkilerler. Maymunlarda, lateral frontal korteks lezyonlarında EDA yanıtları azalır, dorsolateral korteksin iki taraflı çıkarılması EDA yanıtlarını tamamen ortadan kaldırır. Azalmış EDA yanıtı frontal korteks lezyonu olan hastalarda, diğer kortikal lezyonu olanlara göre daha fazla gözlenir. Prefrontal alan ölçümleri ve sol temporal korteks ile spontan veya uyarılmış EDA yanıtları arasında güçlü bir ilişki saptanmıştır. Premotor alandan (Br6) kaynaklanan lifler, EDA yanıtlarının uyarılmasında önemli katkı yapar. Bu lifler, motor hareketlere eşlik eden elektrodermal değişikliklerin kaynağıdır (9).

Yapılan bir çalışmada: Frontal lezyonu olan 32 hasta ve 45 kontrol grubu test edilmiştir. Özellikle sağ hemisferden ön loba doğru olan kortikal yaralanmalar fizyolojik akımlı

sinyallere karşılık deri iletkenliği tepkisini azaltabilmektedir. Çalışmanın sonuçları, hastalarda kontrole göre bilgilendirme işlemi sırasında zayıflamış EDA ve reaksiyon zamanı uyarılarına daha küçük deri iletkenliği cevabı oluştuğunu göstermiştir. Ancak pasif koşullar ve basit seslere oryantasyon cevabında bazı farklılıklar da bulunmuştur (28).

2.4.2.2. Retiküler Formasyon ve Retiküler Aktive Edici Sistem

Beynin, filogenetik olarak eski retiküler koçanı olan retiküler formasyon, medulla ve ortabeynin midventral parçasını işgal eder. Burası temel olarak anatomik bir alan olup, birbirinden ayrı işlevlere sahip lifler ve çeşitli nöral birikintilerden yapılmıştır. Birçok serotonerjik, noradrenejik, ve adrenejik sistemlerin hücre gövdeleri ve lifleri bulunur. Gene bu bölgede kalp hızı, kan basıncı ve solunumun düzenlemesiyle ilgili alanların birçoğu bulunmaktadır. Buradaki inisiyatif liflerin bazıları, omurilikteki duysal yollarda ki iletimi inhibe eder.

Çeşitli retiküler alanlar, bu alanlardan çıkan yollar, spastisite ve gerilme reflekslerinin ayarlanmasıyla ilgilidir.

Bilinç ve uyku ile ilgili retiküler aktive edici sistem (RAS) ; karmaşık, çok kavşaklı bir yoldur. Buraya ulaşan yan dallar sadece uzun, tırmanıcı duysal yollardan gelmekle kalmayıp, aynı zamanda trigeminal, odituar ve vizüel sistemler ile olfaktor sistemden gelmektedir. Nöron ağının karışıklığı ve burada kavuşuma uğrama derecesi modalite özgünlüğünü ortadan kaldırmakta ve retiküler nöronların büyük bölümü, farklı duysal uyarılarla eşit kolaylıkla etkinleştirilmektedir. Dolayısıyla bu sistem özgül değil iken, içerdikleri liflerin sadece tek tip duysal uyarı ile etkinleştirilmesinden ötürü klasik duysal yollar özgüldür.

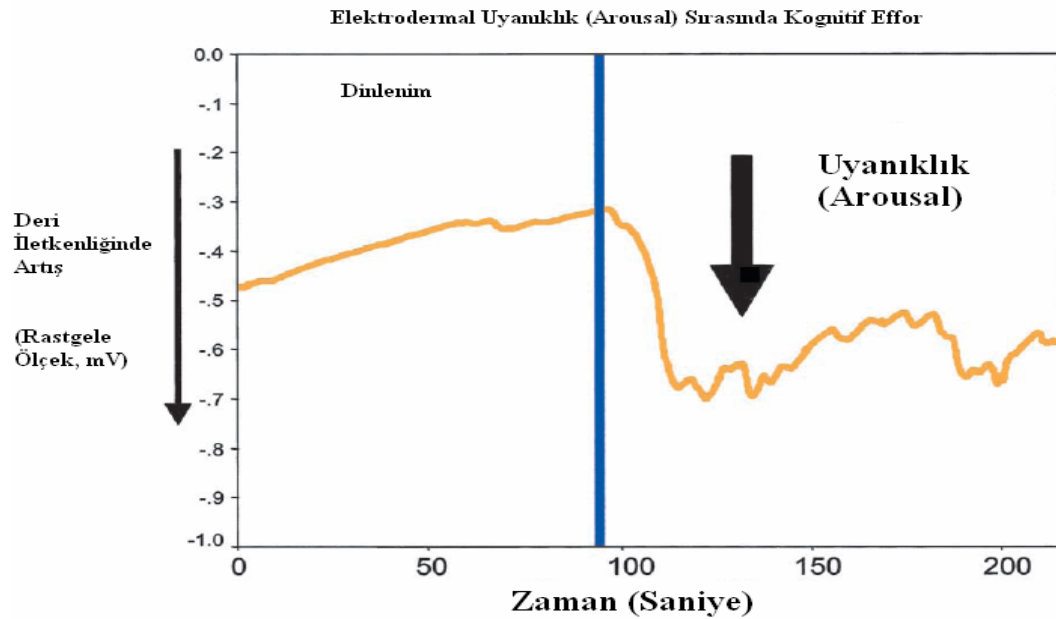
RAS'ın bir parçası, thalamusu atlayarak kortekse yaygın şekilde yansır. Bir başka parçası, intralaminar ve bununla ilgili thalamik çekirdeklerde sonlanıp buradan neokorteksin tamamına yaygın ve özgül olmayan şekilde yansır (25).

2.4.2.3.Uyanıklık-Arousal (Uyanma İşlgeleri)

Duysal uyanların çoğu, impulslar üç veya dört sinapstan ileildikten sonra zincirler yoluyla duyu organlardan serebral korteksteki özgül noktalara taşınır. Bu impulslar, tek tek duyuların algılanması ve konuşlandırılmasından sorumludur. Bununla beraber, bunların kavranmaları için uyanık beyin tarafından işlenmeleri zorunludur.

Son yıllarda, serebral korteks içinde ve thalamus ile serebral korteks arasında yer alan geri bildirimli dalgalanmalar, EEG oluşturucu ve davranış durumunun olası belirleyicileri olarak dikkat çekmektedir. Uyanma ve EEG'deki uyanıklık kalıpları ile thalamik boşalmalar, duysal uyanılma ve ortabeyinin retiküler koçanından çıkan uyarılar ile üretilebilir. Uyku ve uyku kalıpları, tonik ön beyin ve diğer “uyku alanları” uyarılarak oluşturulabilir (25).

Uyanıklık teorisinde, retiküler formasyon ve thalamik, hipotalamik, kortikal bağlantıları baş rolde yer almaktadır. Bunu yanı sıra otonom sinir sistemi ve endokrin sistem de uyanıklığı sağlamaktadır. Santral ve otonom sinir sistemi değişkenlikleri açısından uyanıklığın değerlendirilmesinde EDA' de sıklıkla kullanılmaktadır. Özellikle düşük uyanıklık derecelerinde, tonik EDA duyarlı ve geçerli bir belirteç olarak kabul edilmektedir (9,27). Bu bulguya ait deneysel bir örnek Şekil 2.9'da görölmektedir.



Şekil 2.9.Elektrodermal arousal sırasında kognitif effor

2.4.2.4. Merkezi Sinir Sistemi İle İlgili Diğer Merkezler

Özellikle dikkat, bilgi, algılama fonksiyonları ile ilgili merkezlerin EDA kontrolünden sorumlu olduğu düşünülmektedir. Merkezi sinir sistemi'nin değişik bölgelerini uyararak ya da zedeleyerek yapılan çalışmalar, EDA'nın oluşumunda ve kontrolünde MSS'nin önemli rolünü ortaya koymuştur. Son yıllarda şizofreni, depresyon, ankisiyete gibi çeşitli psikiyatrik hastalarda sağlıklı kişilerden farklı EDA bulguları saptayan, farklı serebral hemisferi meşgul eden algılama işlemleri kullanılarak hemisferin aktivasyonunu araştıran çalışmalar yapılmıştır (13).

Bulber alan ve arka hipotalamus arasındaki bölge ile ön hipotalamusun uyarılmasının, küçük eşik değer voltajında elektrodermal cevaplar oluşturulabildiği bildirilmiştir. Limbik korteksin uyarılması ile yine dermal cevaplar oluşturulmuştur. Hipokampus ve fornixin uyarılması ile deri potansiyel cevapları inhibe olmuş, amigdal ve lateral preoptik alanların uyarılması, deri potansiyeli cevaplarını kolaylaştırmıştır (13).

Deri iletkenliğinde eksitator role sahip 5 yapı bulunduğu bildirilmiştir. Sensoriomotor alan, serebral korteksin anterior limbik ve infalimbik alanları, dorsal thalamus, anterior hipotalamus, beyin sapı retiküler aktive edici sistem. Ön hipotalamusun beyindeki en güçlü eksitator merkez olduğu bildirilmiştir (6).

Beyinden başlayıp medulla spinalis aracılığı ile ekrin ter bezlerine ulaşan kortikal kontrol sisteminin 3 sistemi içerdiği bildirilmiştir.

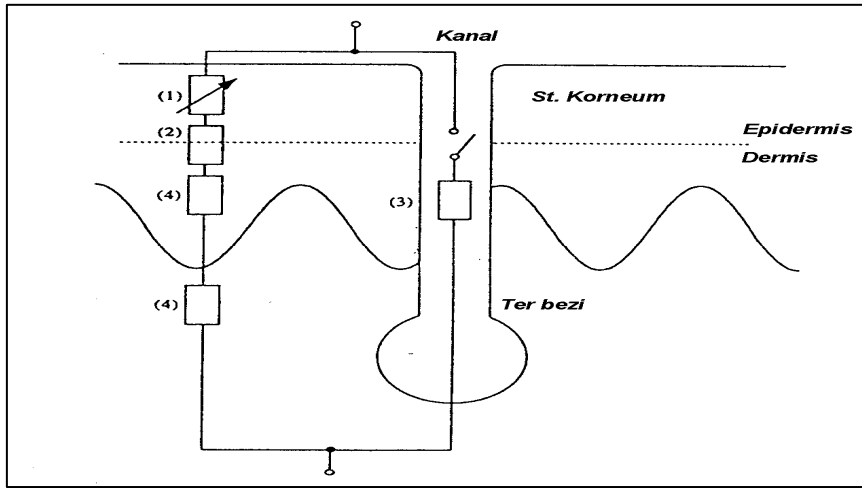
- 1- Premotor korteksten (brodman'ın 6. alanı) piramidal lifler içinde efferent lifler
- 2- Lateral frontal korteksten başlayıp retiküler formasyon, amigdal nükleus ve hipokampusdan geçen lifler
- 3- Ön hipotalamusdan başlayan lifler

Oryantasyon cevabının efferent sistemin, nonspesifik thalamik sistem ve beyin sapının retiküler formasyonu seviyesinde bulunduğu, afferent bağlantıların ise büyük hemisferlerin korteksi seviyesinde yer aldığı, serebral hemisferin neokortekssinin ve frontal lob korteksinin refleks düzenlenmesinde görev yaptığı ileri sürülmüştür (6).

2.4.3. Elektrodermal Aktivenin Biyofizik Temeli

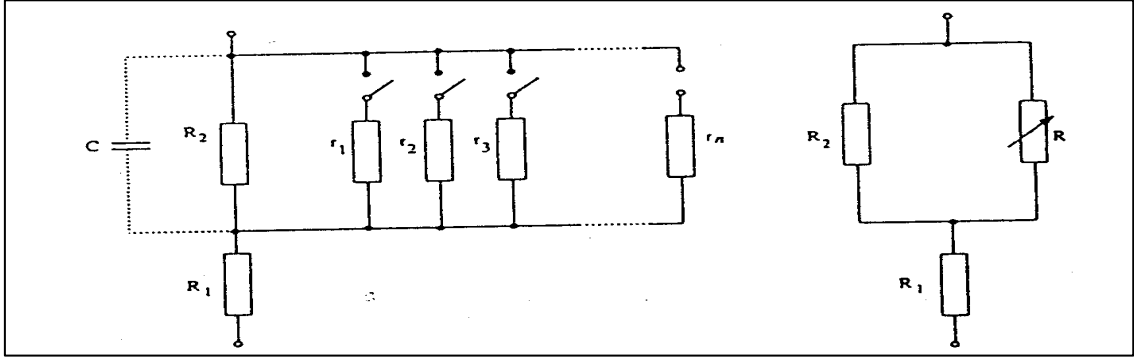
Deri gibi biyolojik dokulara bir dış akım uygulandığı zaman, dokular sabit veya değişken rezistör ve kapasitörlerden oluşmuş bir elektrik devresi gibi davranırlar. Kan, ter bezi kanalları ve interstisiel sıvı, iletkenlikleri değişen “değişken rezistör yapılarıdır”. Membranlardan oluşan hücresel yapılar ise, elektrik akımı ile ilgili iyonlara olan selektif geçirgenlikleri bir engel oluşturduğundan, ‘kapasitör yapılar’ gibi davranırlar (9). Aşağıda sıralanan ve **Şekil 2.10**'de gösterilen anatomik oluşumlar bir elektrik devredeki rezistörler gibi davranırlar:

- a. Stratum Korneum: Değişken rezistör (1)
- b. Epidermal Bariyer: Sabit rezistör (2)
- c. Ter Bezi Kanalları: Devreyi açar veya kaparlar (3)
- d. Alt Epidermis, dermis ve subkutis: Sabit ama düşük direnç kaynağı (4).



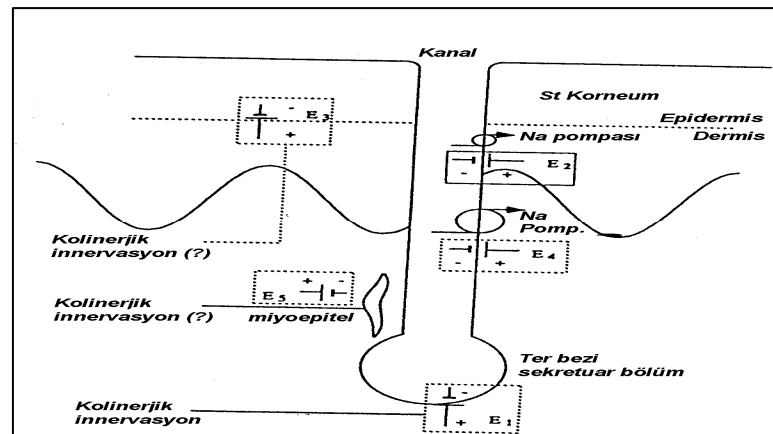
Şekil 2.10. Deri ve ter bezlerinin rezistif özellikleri

Bu rezistif öğeleri dikkate alarak, Montagu ve Coles derinin eş değer elektriksel devre modelini önermişlerdir. Rezistif özelliklere dayalı eş değer model **Şekil 2.11**'de gösterilmiştir. Bu modelde, **C**: Kapasitif element; **R₁**: Dermis ve vücutta lokalize bir seri rezistör; **R₂**: St.Korneum rezistansı; **R**: Ter bezi aktivitesinden kaynaklanan değişken rezistans ve **r₁-r_n**: Ter bezi kanallarının rezistansı olarak ifade edilmiştir. **r_n**: Ter bezlerinin aktif olma durumuna göre açık ya da kapalı olabilirler, böylece paralel rezistansı değiştirirler. Bu durumda devrenin toplam direnci $R_1 + [R_2 R / (R_2 + R)]$ olur (9).



Şekil 2.11. Sol el kontrol panel: Rezistif özelliklere dayalı eş değer model (Montagu & Coles)

Deriye bir dış akım uygulandığında, derideki hücre membranları bir kapasitör gibi elektrik potansiyelleri depolar, bu nedenle de elektriksel devre elemanlarından olan kapasitör gibi işlev görürler. E_1 : Dermis ter bezi kanal duvarı potansiyeli; E_2 , E_4 : Dermal ve Epidemal kanal duvarı potansiyeli; E_3 : St. Korneum alt zonu potansiyeli ve E_5 : Miyoeptilyal hücre membran potansiyeli olarak alındığında derinin kapasitif özelliklere bağlı eşdeğer devresi oluşur (9). Bu devre Şekil 2.12’de şematize edilmiştir.



Şekil 2.12. Ter bezleri ve derinin içindeki elektriksel aktivite özelliğinin belirli bir bölgede ki şematik örneği

Elektrodermal aktivite kaydının esası fiziksel bir prensip olan OHM kanununa dayanır. Farklı Q elektrik yüküne sahip 2 cisim arasında voltaj (V) olarak tanımlanan ve volt (V) olarak ölçülen bir potansiyel farkı vardır. Bu iki cisim birbirine bir iletkenle bağlandığı

zaman elektrik yükleri, potansiyeller eşitlenene ve voltaj sıfır olana kadar, iletken vasıtasıyla akar. Bu akım (I) amper (A) olarak ölçülür.

Ohm kanununa göre: Bir devrenin iki ucu arasındaki elektrik potansiyel farkının o devreden geçen akıma oranı sabittir ($R=V/I$). Bu kanun gereği, elektrodermal kayıtlar sırasında kullanılan elektrotlar arasından sabit bir voltajda akım geçirilirse (bir başka ifade ile V değeri sabit tutulursa) akımdaki değişimler $1/R$ değerinin değişimi ile doğru orantılı olur. Elektrikte iletkenlik direncin tersi olarak tanımlandığı için, sabit voltaj durumunda akım değişiklikleri, iletkenlik değişiklikleri ile orantılı olur.

2.5.ELEKTRODERMAL AKTİVİTEYİ ETKİLEYEN SİSTEMLER

EDA'yı etkileyen durumlar, fizyolojik faktörler, hormonal faktörler, ölçüm sistemine ait faktörler, çevresel faktörler, kişisel faktörler olarak 5 başlık altında incelenebilir.

2.5.1.Fizyolojik Faktörler: Elektrodermal aktiviteyi etkileyen 5 farklı fizyolojik faktör vardır.

a) Termoregülatuar Sistem: Hipotalamus, fiziksel bir travmaya karşı oluşan homeostatik mekanizmaların bir parçasıdır, bilişsel fonksiyonla ilişkili değildir.

b) Sudomotor-Vazomotor Sistem: Ekrin ter bezlerini yoğun olarak bulunduğu bölgeler, arteriovenöz anastomozlar ve arterioller bakımından oldukça zengindir. Arteriollerin sempatik vazokonstriktör innervasyonu, ekrin terlemeyi de etkiler. Mental-emosyonel uyarılar, sudomotor ve vazomotor olayları aktive eder ve vazomotor yanıt daha geç olur.

2.5.2.Hormonal Faktörler: Adrenalin ve noradrenalinin interdermal enjeksiyonu lokal terlemeye neden olur. Bu etki atropin ile değil, fentolamin ile bloke olur. Dolaşımdaki katekolaminler ekrin terlemeyi azaltmaktadır. Antidiüretik hormon, ter bezi kanallarının suya geçirgenliğini artırarak ter salgısını azaltır. Aldosteron ter bezi kanallarından Na emilimini arttırarak sodyum konsantrasyonunu etkiler. Progesteron, palmar ekrin terlemeyi azaltır (6).

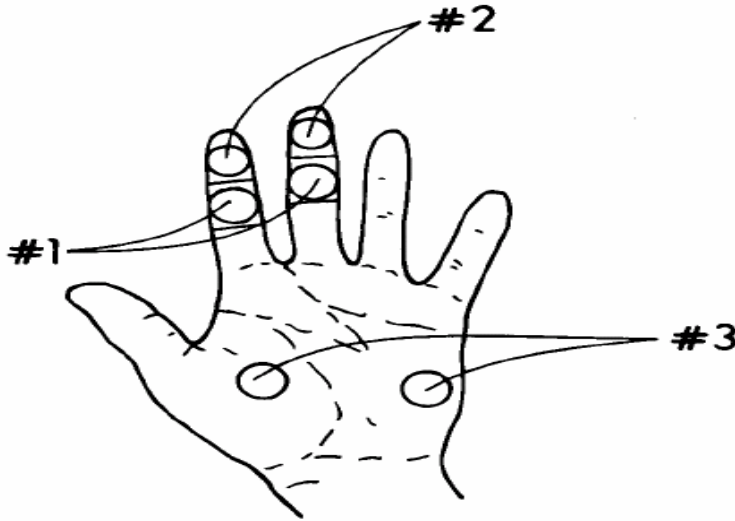
2.5.3.Ölçüm Sistemine Ait Faktörler:

a) Elektrot Alanı: Deri iletkenlik ölçümleri ile elektrot alanı arasında doğrudan bir ilişki bulunduğundan $\mu\text{mho}/\text{cm}^2$ olarak spesifik iletkenlik birimi ile değerlendirilmektedir (17,19).

b) Elektrolit: Elektrotların temas ortamı ter sıvısına yaklaşık izotonik olmalıdır. Hipertonik jeller, SCL seviyelerini azatlığından kullanılmamalıdır. Ayrıca solüsyon, kullanılan elektrot sistemi ile uyumlu olması gerekmektedir. Ag/AgCl elektrot için 0,05M NaCl'ün uygun olduğu bildirilmiştir (6,17).

c) Elektrot: Son yıllarda bipolar sistem ile kayıt alınmaktadır. Bu sistem, iki benzer alana yerleştirilen 2 aktif elektrot ile kayıt alınması prensibine dayanır. Böylece, unipolar sistemde görülen 2 elektrot arasında oluşan potansiyel farklılık, bipolar sistemle ortadan kalkar.

Ag /AgCl elektrotlar kullanılır. Bu elektrotlar hem deri yüzeyi, hem de elektrot kremi ile uyumludur (6,9).



Şekil 2.13.EDA ölçümlerinde elden alınan kayıtlarda elektrot yerleşimi

d) Polarizasyon: Uygulanan akıma ters yönde bir elektromotor kuvvetin gelişmesidir ve ölçümleri etkilemektedir. Polarizasyonu en aza indirmek için, bir metalin kendi tuzlarından biri ile temas ettiği elektrotlar kullanılmaktadır (6,9).

e) Kayıt Bölgesi: En yoğun ter bezi konsantrasyonu ve en yüksek iletkenliğe sahip alanlar el ve ayak bölgeleri olduğu için, SCL'nin en kolay bu bölgelerden elde edildiği bildirilmektedir (6,9,10). Sıklıkla kullanılan elektrot yerleşim bölgeleri Şekil 2.13'de görülmektedir.

2.5.4. Çevresel Faktörler

a) Çevre Isısı: Bazı araştırmacılar ısının ölçümler üzerine etkili olmadığını bildirirken, bazıları ısı ile ölçümler arasında bir ilişki bulmuşlardır (6, 8).

b) Ortam Nemi: Deri iletkenliği ile nem ortamı arasında negatif ilişki olduğu bildirilmektedir (8).

c) Ölçüm Zamanı: Deri iletkenliğinin maksimum değerinin günün ortası civarında olduğu bildirilmektedir (9).

2.5.5.Kişisel Faktörler

a) Yaş: Adolesan dönemde, deri iletkenliği buluğ çağına göre 2 kat artarken, yaşlanma ile deri iletkenliği giderek azalır (9).

b) Seks: Adolesan dönemde, kızların deri iletkenliği daha düşüktür. Yaşlanma ile bu fark ortadan kalkar (9).

c) Irk: Zencilerdeki deri iletkenliği beyazlara göre daha düşüktür (9).

d) Kişilik Yapısı: Kişinin içinde bulunduğu psikolojik durum ölçüm sonuçlarını etkiler (9).

e) Lateralite: EDA'nın kontrolateral inhibisyon ile kontrol edildiğine inanılmaktadır. Aktive edilen hemisfer ile aynı, karşı taraf kaydında daha büyük EDA değerleri bildirilmiştir (6,8).

2.6.ELEKTRODERMAL AKTİVİTENİN KLİNİKTE KULLANIMI

EDA, hiçbir patolojinin spesifik bulgusunu anlatmaz. Literatürde genel bir uyum yoktur, ama birçok durumda da EDA; uyku, oryantasyon ve savunma reaksiyonlarında, dikkat, hemisferik asimetri ve dermal laterizasyon, heyecan, stres, bireysel farklılıklar, anksiyete, psikopati ve antisosyal hastalıklarda, depresyon, şizofreni, tiroid, diyabet, romatizma, dermatolojik ve nörolojik çalışmalarda, psikosomatik hastalıkların incelenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (9,29).

Ayrıca Dolu ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir çalışmada, EDA'de hipertiroidli hastalarda hiperaktivite (30,31), hipotiroidli hastalarda hipoaktivite bulunmuştur (32).

a) EDA ve Uyku: EDA'daki değişiklikler uyku safhalarındaki değişikliklere eşlik etmemektedir. Yine de derin uyku döneminde spontan aktivitede artma görülmesi, bilgi alma sürecinin gün boyu devam ettiğinin göstergesi olarak kabul edilmektedir. Uykuda elektrodermal oryantasyon ve habituasyon ile ilgili bulgular çelişkilidir (9,29).

b) Oryantasyon ve Savunma Reaksiyonlarında EDA: Oryantasyon, çevre değişikliklerine oluşan refleks cevap; savunma reaksiyonu ise zararlı uyarılara karşı organizmayı korumak için oluşan cevaptır (9,29). **Tablo 2.1**'de oryantasyon ve savunma reaksiyonları arasındaki farklılıklar özetlenmiştir.

Tablo 2.1.Cevabın oluşma zamanı, vazomotor bileşenleri ve kalp hızı ölçümlerinde, EDA, kayıt bölgeleri, SCR iyileşme zamanları karşılaştırılarak oryantasyon cevabı ve savunma reaksiyonu arasındaki farklılıklar

	Oryantasyon cevabı	Savunma reaksiyonu
Cevabın oluşum zamanı	Uyarı sonunda	Uyarının başında
Vazomotor bileşenler	Periferal vazokonstriksiyon	Periferal vazokonstriksiyon
	Sefalik vazodilatasyon	Sefalik vazokonstriksiyon
Kalp hızı	Tipik bifazik artma azalma paterni	Monofazik artma paterni
EDA	Negatif SPR bileşeni	Pozitif SPR bileşeni
Kayıt bölgeleri	Dorsal kayıt	Palmar kayıt
SCR iyileşme zamanı	Kısa	Uzun

c) EDA ve Dikkat: Dikkatin oluşumunda 3 subkortikal sistem görevlidir.

1. Affect-arousal sistem (AAS): Merkez, amigdale'dır. Seratonerjik sistemin bir bölümüdür. Dikkatin odaklanması ve seçici dikkati düzenler.
2. Hazırlayıcı aktivasyon sistemi: Merkez, basal ganglionlardır. Dopaminerjik sistemin bir bölümüdür.
3. Effort sistem: Merkez, hipokampus ve papez döngüsünü kapsar. 1 ve 2. maddelerdeki sistemler arasındaki ilişkinin kontrolünü sağlarlar.

Dikkatin oluşumunu etkileyen bu santral sinir sistemi yapılarının hepsi EDA'yi de etkiler.

Fazik EDA'nın bir bileşeni olan oryantasyon cevabı ve savunma reaksiyonu, hipokampus ve amigdale arasındaki ilişkiden sorumludur (**EDA1**). Beklenti ve hazırlanmayı gösteren tonik veya fazik EDA bileşenleri hipokampus ve basal

ganglionlar arası ilişkiden kaynaklanır (**EDA2**). Artmış dikkat ve uyanıklığın göstergesi tonik EDA hipokampal bilgilenme sürecinin bir belirteçidir (EDA1) (9,27,29).

d) Hemisferik Asimetri ve Elektrodermal Lateralizasyon : Bilateral EDA'da beyin tercihli biçimde kullanılan yarısına göre kontrolateral durumda olan elden kayıtlanan SCR diğer ele göre yüksektir. Endojen depresyonlu hastalarda, sağ hemisferlerindeki hiperaktivasyondan dolayı ters EDA lateralizasyon paterni gözlenerek, sol elden kayıtlanan SCR yüksek bulunmuştur (9).

e) EDA ve Heyecan: Papeze göre heyecanlanma limbik sistemdeki nöronal aktivasyon yolu ile olmaktadır. Böylece EDA'da genel bir artışa rastlanmaktadır. Korku durumunda ise öfkeden daha yüksek SCL bulunmuştur (29).

f) EDA ve Stres: EDA birçok klinik ilişkili psikofizyolojik hastalıkta bir gösterge olarak kullanılmıştır. Stres durumunda belirgin SCL artışına rastlanmaktadır. Nötral durumlarda erkeklerde SCL yüksek iken, laboratuvar stresörlerine (stresli bir film, elektrik uyarını) cevapta kadınlarda SCL daha yüksek bulunmaktadır. Sosyal stresörlerde hem kadın, hem de erkeklerde daha yüksek EDA ve kardiovasküler sistem cevabı oluşur (9,29)

Süer ve arkadaşları, farelerde beyindeki katekolamin seviyesinin hareketsizlik stresinin EDA üzerindeki etkileri test etmişler, deri iletkenliği cevap büyüklüğü (SCR_m) ve deri iletkenliği cevap oranı (SCR_r), SCL, alışkanlık numarası ve beyin katekolamin seviyelerini değerlendirmişlerdir. EDA'yi sabit akım metoduyla kaydetmişler, beyin katekolamin seviyelerini ise spektrofotoflormetrik metotla ölçmüşlerdir. SCL hariç EDA parametreleri hareketsizlik stresi boyunca arttığını gözlemlemişlerdir (33).

B.C. Hellerud ve H.Storm ' un yapmış oldukları bir çalışmada da, çocuklarda acı verici ve dokunma uyarısına karşı ayak deri iletkenlik aktivitesi ve davranışsal durum değişimlerini incelenmişlerdir. Ayak deri iletkenliğinin sempatik sinir sisteminin refleks aktivitesi olduğunu göz önüne alarak bir grup bebek için (n=71) kayıtlar alınmış ve gönüllüler bir hafta önce doğan çocuklar ile bir hafta sonra doğan çocuklar arasından seçilmiştir. Preterm çocuklarda deri iletkenliği değişkeninde hem acı verici ve hem de dokunma uyarısı sonrası SC'liğinde artış göstermiştir. 1 haftadan sonrakiler çok değişken bir yapı göstermiştir: Sayılarda ve dalga genliğinde artış olmuş, acı vermeyen uyarılar bebeklerde özellikle yeni doğmuş, preterm bebekler de acı veren uyarılara göre daha büyük fizyolojik stres aktivasyonu üretmişlerdir (34).

g) EDA ve Bireysel Farklılıklar: Tonik EDA, kişilik faktörlerindeki farklılıkları yansıtır ve genel kişilik boyutu ya da spesifik özelliklerle sıkı bağlantılıdır. İntravert (içe dönüklük) kişilik bozukluklarında, ekstravert (dışa dönüklük)'lere göre daha yüksek tonik aktivite gözlenmiştir. Bunun nedeni intravertlerde gözlenen retiküler aktivasyon sistem aktivitesindeki artışa bağlanmıştır. Ekstravertlerde ise kortikal inhibisyon hızlıdır. Bu da güçlü uyarılara karşı bir çeşit koruma sağlar (9,29).

M.H.Cruz ve R.J. Larsen'in yapmış olduğu bir çalışmada EDA'nin spontan dalgalanma oranlarıyla kişilik ölçüm bataryalarının farklılıkları arasındaki ilişki incelenmiştir. Sesten arındırılmış loş bir odada dinlenim esnasında 62 erkek ve kadın lisans öğrencilerinin kişilik envanterleri çıkarılarak onlara sorular sorulmuş ve spesifik olmayan deri iletkenliği (NSSCR) tepkileri ölçülmüştür. En güçlü kişiliklerde dahi önceki çalışmaların aksine yüksek korelasyon bulunmuştur. Cinsiyetler arasında da uyum gözlenmiştir (35).

h) EDA ve Anksiyete: Anksiyete, davranış inhibisyon sistemindeki (septo-hipokampal inhibitör sistem) bireysel farklılıkları yansıtır. Tonik EDA'daki artış, anksiyetenin spesifik göstergesi olarak kabul edilmektedir. Anksiyetede yavaş habituasyon gözlenmektedir. Tekrarlayan uyarılara, kontrol grubunda gittikçe azalan SCL gözlenirken, anksiyetelilerde SCL giderek artmaktadır (9,29).

Süer ve arkadaşları, 29 erkek swiss albino farenin SCL'leriyle anksiyete skorları arasındaki korelasyonu incelemişler, anksiyete skorları plus-maze (+ labirent) testiyle elde edilmiştir. Çalışmada SC seviyesinin, plus-maze davranış skorlarıyla negatif korelasyon gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmanın sonuçları yüksek anksiyete seviyesiyle yüksek SCL arasındaki ilişkiyi doğrular şekilde bulunmuştur (36).

ı) Psikopati ve Antisosyal Hastalıklarda EDA: Bu hastalarda duygusal ve sosyal uyumsuzluk olup, pasif kaçınmayı öğrenmede eksiklikleri bulunmaktadır. Otonom sistem aktiviteleri azalmıştır. Bunun sonucu tonik EDA'da azalmıştır. EDA'da % 80 oranında cevapsızlık gözlenmektedir. EDA iyileşme (düzelme) zamanı uzamıştır. Bu uzamadan prenatal, perinatal veya herediter nedenlerle oluşan hipokampal yetmezlik sorumlu tutulmaktadır (9,29).

i) EDA ve Depresyon: Depresif hastalarda (ajite depresif hastalar hariç) spontan EDA ve elektrodermal cevaplılık azalmıştır. Unipolar depresiflerde %58, bipolar depresiflerde %54 cevapsızlık gözlenirken bu oran kontrol grubunda %24 bulunmuştur.

SCL, psikomotor olarak normal depresiflerde, psikomotor olarak gerileme olan depresiflerden daha yüksek bulunmuştur. Bu bulgu, depresyonun subtipleri açısından güvenilir bir psikofizyolojik sonuç olarak kabul edilmektedir (9,29).

j) Şizofreni: Normal popülasyonda cevapsızların oranı %5–10 iken, şizofreniklerde %40-50'dir. Cevapsız şizofrenler, cevaplılardan daha düşük deri iletkenlik seviyesine (SCL) sahiptir. Cevapsız şizofrenikler remisyonunda da cevapsızdırlar. Erken çocukluk çağında gözlenen yükselmiş deri iletkenliği, şizofreniye genetik yatkınlığın bir göstergesi olabilir. Şizofrenlerde ve birinci derece akrabalarında ses uyarısına karşılık gözlenen yükselmiş deri iletkenliği (SCL) önemli bir bulgudur. Fakat bu bulgu hastalık için bir belirteç değil, şizofrenik hastalarda rastlanılan bir durumdur. Şizofrenlerde hem artmış, hem de azalmış deri iletkenliği oryantasyon cevabına rastlanmaktadır. Artmış oryantasyon cevabı hastalığın spesifik bulgusu olarak saptanırken, oryantasyondaki azalmanın, klinik özelliklere ikincil olarak meydana geldiği düşünülmektedir. Şizofrenlerde artmış oryantasyon cevabından, aynı zamanda deri iletkenlik oryantasyon cevabından da sorumlu olan prefrontal bölgenin artmış aktivasyonu sorumlu tutulmaktadır (9,29).

k) EDA ve Dermatolojik Çalışmalar: Hiperhidrozisde, epidermal hasarda yara iyileşmesinin takibinde, bazal hücreli karsinomada, kistik fibrozisde, kozmetiklerin deri üzerine etkisinin araştırılmasında EDA kullanılmaktadır (29).

l) EDA ve Nörolojik Çalışmalar: Santral ve periferik sinir sistemindeki hasarların büyüklüğü ve tipi hakkında bilgi verir. Özellikle duysal ve sudorisekretuar dermatomlarla ilgilidir. Santral sinir sistemi lezyonu olan hastalarda emosyonel değişikliklerin araştırılmasında kullanılır. Huntington koresinde; habituasyon hızı ve cevapsızların oranı yüksek bulunmuştur. Parkinsonlu hastalarda, işitsel uyarı ile uyarılan EDA1'in kontrol grubundan farkı bulunmazken, patella tendon refleksi ile uyarılan EDA2 yolunda SCR latansının kontrollerden uzun olduğu gösterilmiştir. Böylece Parkinsonlu hastalarda EDA1 yolunun sağlam olup, EDA2'nin etkilendiği düşünülmektedir (9,29).

m) Psikosomatik Hastalıklarda EDA: Duodenal ülserli ve hipertansiyonlu hastalarda emosyonel bozuklukla ilişkili olarak uzamış elektrodermal cevaplar elde edilmektedir (9,29).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.DENEY GRUPLARI

Çalışma aktif spor yapan (n=20) ve sedanter yaşayan (n=20) toplam 40 gönüllü ile yapılmıştır. Gönüllüler 18–25 yaş grubundan, en az lise mezunu, erkek, herhangi bir sağlık problemi olmayan, sigara veya bir başka bağımlılık yapan madde kullanmayan bireylerden seçilmiştir.

Deney planında gönüllüler, aktif spor yapan grup (deney grubu) ve sedanter yaşayan (kontrol grubu) gruplar olarak ikiye ayrılmışlardır. Tüm gönüllülerden, egzersizden önce gözler açık (eo_pre) ve kapalı (ec_pre), egzersizden sonra yine gözler açık (eo_post) ve kapalı (ec_post) olarak toplam dört aşamadan oluşan ekzosomatik yöntemle EDA kayıtları alınmıştır. Gözlerin açık ya da kapalı olması beynin elektriksel etkinliğini belirler (gözler açıkken β , gözler kapalı iken α aktivitesi). Bu nedenle çalışmamızda EDA kaydı, farklı santral elektriksel etkinlik koşullarında deri iletkenliğinin hangi yönde etkileneceğini araştırmak amacıyla gözler açık ve kapalı iken kaydedilmiştir.

Her deneğin tekrarlayan ölçümleri çalışmanın tüm aşamasında farklı günlerde yapılmıştır. Her kaydın arasında en az iki hafta olmasına dikkat edilmiştir. Gönüllüler her çalışma gününün belli saatleri sırasında tek tek laboratuara alınarak, bilgi onam formları okutulup doldurturmuş ve kabul edenlerle deneysel çalışmaya başlanmıştır. Tüm katılımcılar onam formlarını imzalamışlardır. Gönüllülerden EDA kaydına başlamadan önce ellerinin yıkanması istenmiş ve yapılacak uygulamalar hakkında bilgi verilmiştir (**Ek.1**).

3.2.ELEKTRODERMAL AKTİVİTE KAYDI

Çalışmamızda gönüllülerin elektrodermal aktiviteleri, **Resim 3.1 ve 3.3**'deki fotoğraflarda görülen deney sistemi ile Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı Beyin Dinamiği Ünitesi'nde normal oda sıcaklığında (20 ± 2 °C), dış etkenlere karşı izole edilmiş loş ışıklı özel bir odada gerçekleştirilmiştir.

Elektrodermal aktivite, gönüllülerin dominant eli, **2.-3.** parmaklarının distal falanks el yüzeyine yerleştirilen iki adet 0,8 cm. çapında Ag/AgCl elektrot ile kaydedilmiştir. Bu iki elektrot sabit voltaj yöntemi ile çalışan deri iletkenlik ünitesine bağlanmıştır. Elektrotlar ile deri arasına direnci azaltmak amacı ile 0,05 M. Agar Agar jeli kullanılmıştır. Deri iletkenlik ünitesinin çıkışı ayrı bir odada bulunan Analog/Digital çeviriciden geçirilmiş ve digital sinyaller bilgisayar ortamında veri analizi için saklanmıştır.

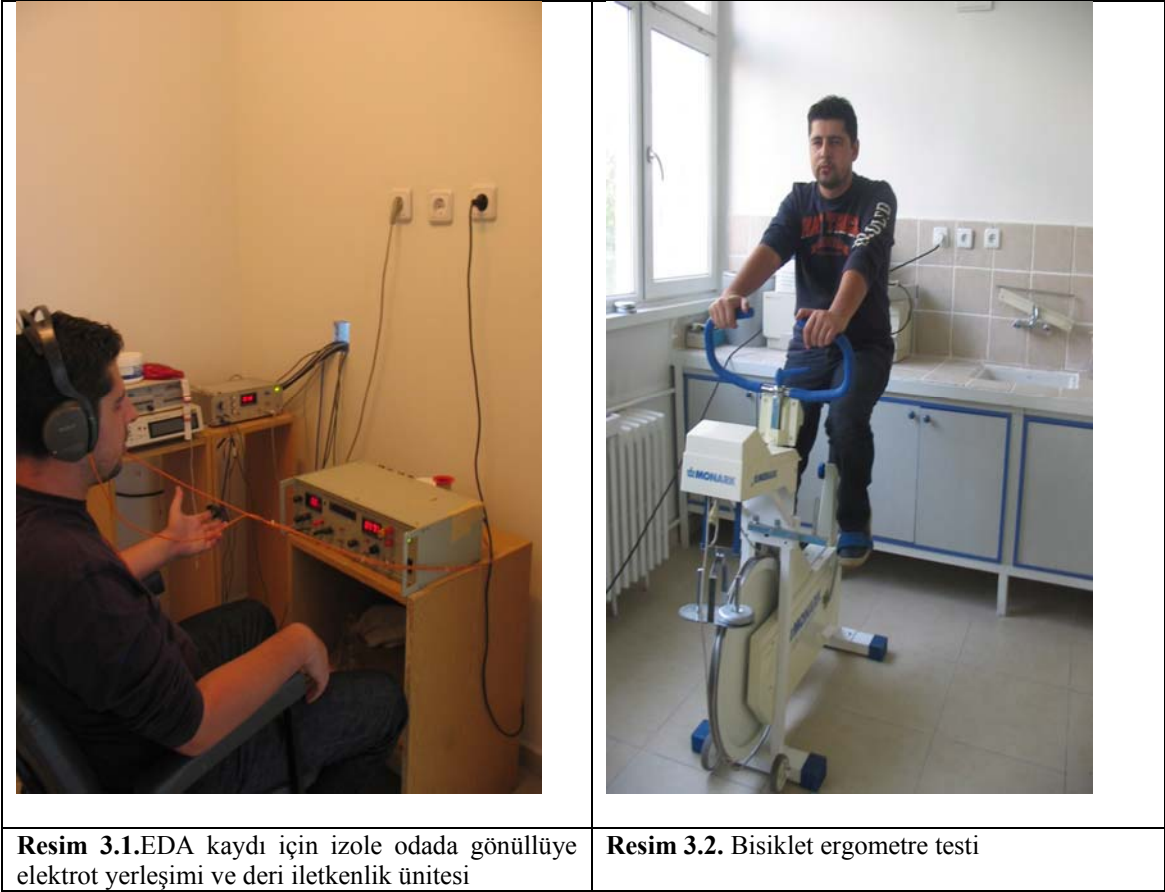
Elektrodermal yanıtların oluşturulabilmesi için bir uyaran jeneratörü (ses amplifikatörü) kullanılmıştır. Uyaran jeneratöründen oluşturulan 1000Hz frekans 90 dB şiddetindeki sesler stereo olarak bir kulaklık vasıtasıyla gönüllülere dinletilmiştir. İlk iki dakikalık süre boyunca hiçbir ses uyarını gönderilmemiştir. Yüz yirminci saniyeden sonra uyarılar arası süre 30–80 sn arasında değişen toplam 15 uyaran verilmiştir.

Tüm kayıtlardan hemen önce deri iletkenlik ünitesi ve yazılım sisteminin kalibrasyonu yapılmıştır. Bu amaçla, iletkenlik ünitesi üzerinde bulunan kalibrasyon düğmelerine basılmış ve okunması gereken değerler yazılımdaki uygun yerlere girilmiştir.

3.2.1. Egzersiz Uygulaması

Tüm gönüllülere ikişer kez olmak üzere özellikleri aşağıda tanımlanan egzersiz uygulaması yaptırılmıştır.

Bisiklet ergometresinde tüm gönüllülerden iki dakika süreyle dakikadaki pedal çevirme sayısını 25'in altına düşürmeden 1 kg. yüke karşı egzersiz yapmaları istenmiştir. İki dakika dolduğunda sabit yüklenmeli Monark bisiklet ergometresi kullanıldığından yorulmalar gözlemlendiği için, çalışma kesilmiştir. Deneğin nabızı normale dönene kadar beklenmiş ve daha sonra izole edilmiş odada tekrar egzersizden sonra gözler açık ve bir başka günde aynı şekilde egzersizden sonra, gözler kapalı EDA kayıtları alınmıştır (**Resim 3.2**).





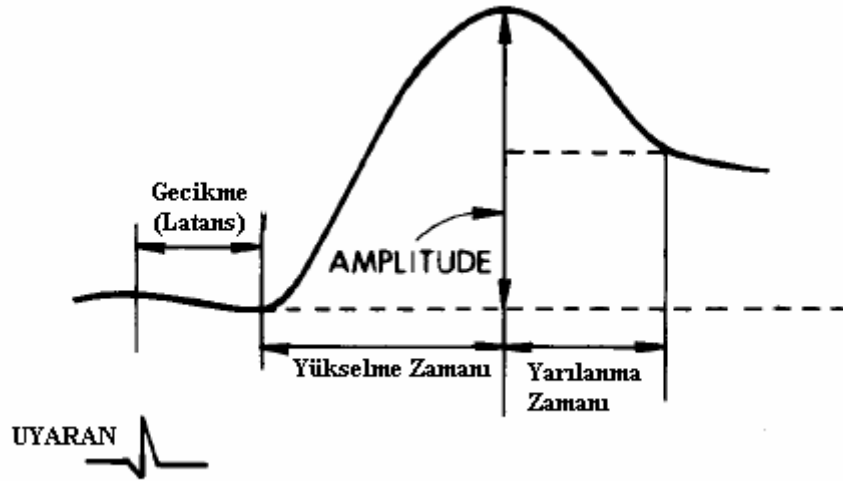
Resim 3.3.EDA kayıt ve analiz için kullanılan bilgisayar sistemi

3.3. VERİ ANALİZİ

Kaydedilen elektrodermal aktivite, Prof. Dr. Cem Süer tarafından yazılmış özel bir yazılım ile analiz edilmiştir. Bu yazılımla, deri iletkenlik ünitesi kalibre edildikten sonra ilk iki dakikalık uyaransız süre içerisinde elde edilen deri iletkenlik seviyesi kaydedilmiş ve tonik cevap olarak adlandırılan bu SCL değerleri, PC bilgisayarda okunmuştur. Bu değer elektrot alanına bölünmüştür ($\mu\text{mho}/\text{cm}^2$). Deri iletkenlik cevabını (SCR) oluşturmak için ses uyarısı kullanılmıştır. 120. sn.'den sonra 30–80 sn arasında değişen sürelerle verilen toplam 15 uyarana karşı oluşan deri iletkenliği değişiklikleri kaydedilmiştir. Ses uyarısı verildikten sonraki 0,5–5sn'lik süre içinde deri iletkenliğinde oluşan en az %1'lik değişik deri iletkenlik cevabı (SCR) olarak kabul edilmiştir. Bu cevaplardan ilk üçünün en büyüğü değerlendirmeye alınmıştır. Fazık parametreler olarak, SCR_m (deri iletkenlik cevap büyüklüğü), SCR_{ol} (deri iletkenlik başlama zamanı), SCR_{pl} (deri iletkenlik cevabının pike çıkış zamanı)'nın kayıt ve analizi yapılmıştır.

Hesaplanan parametreler örnek bir trase üzerinde **Şekil.3.1.**'de gösterilmiştir.

Tipik latens 1-3 sn, yükselme zamanı 1-4 sn. arasında gerçekleşmektedir.



Şekil 3.1. Deri iletkenlik yanıtı (SCR), Temel EDA bileşenlerinin grafiksel gösterimi; (Dawson et al.2000)

3.4.İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME

Elde edilen deri iletkenlik seviyesi, deri iletkenlik cevap genliği, cevabın latans değeri ve pike ulaşma süresi değerlerinin istatistiksel analizi;

Gönüllülerden elde edilen veriler, birbirlerinden bağımsız üç faktör olan ;

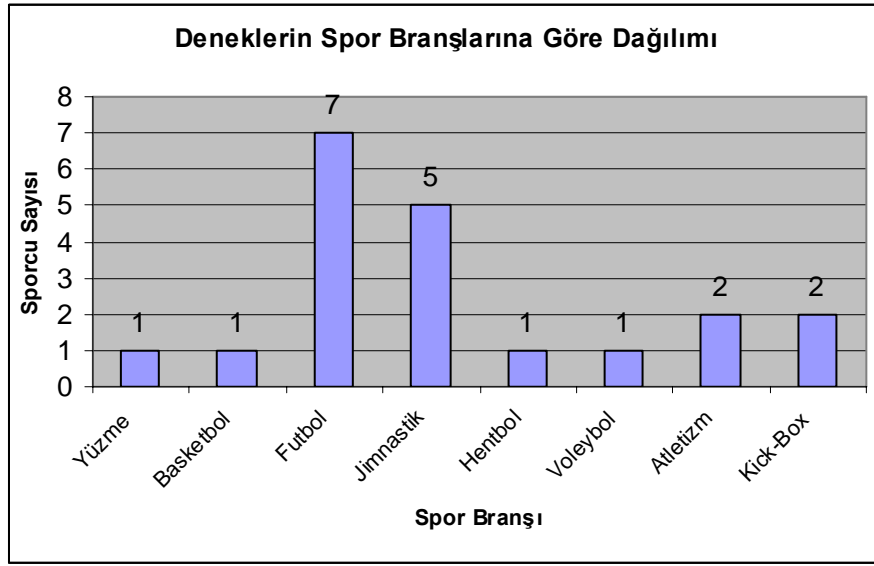
1. Sporcu olup olmama
2. Gözlerin açık ya da kapalı olma durumu
3. Egzersizden önceki ve sonra ki durumdan etkilenip etkilenmediğini araştırabilmek için, 3 yönlü varyans analizi (ANOVA) testi kullanılmıştır. Varyans analizleri SPSS yazılımı kullanılarak bilgisayar ortamında bir uzman istatistikçinin gözetiminde gerçekleştirilmiştir. İstatistiki değerlendirmede faktör değerleri için kodlama yöntemi kullanılarak, sporcular “1”, sedanterler “2”, gözlerinin açık olması “1”, gözlerinin kapalı olması “2” ve egzersiz öncesi “1”, egzersiz sonrası “2” olarak kodlanmıştır.

4. BULGULAR

Çalışmamıza katılan gönüllülerin, gruplara göre ortalama yaş değerleri ve spor yapan gönüllülerin ortalama spor yapma süreleri ile yapılan spor türünün dağılımı **Tablo 4.1** ve **Şekil 4.1**. de sunulmuştur. Grupların yaş ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 4.1. Spor yapan ve sedanter gönüllülerin bazı tanımlayıcı değerleri.

	Yaş		Spor yapma süresi
	Sedanterler	Sporcular	Sporcular
Ortalama	22,3	21,7	9,25
Standart Hata	0,34	0,56	0,70
Ortanca	22,5	22	10
Standart Sapma	1,52	2,52	3,13
Aralık	6	7	14
En Büyük	25	25	18
En Küçük	19	18	4
n	20	20	20
Toplam	446	434	185



Şekil 4.1. Spor yapan gönüllülerde spor tipinin dağılımı

Çalışmamıza katılan gönüllülerin ortalama SCL değerleri gruplara göre Tablo 4.2’de sunulmuştur.

Tablo 4.2. Spor yapan (n=20) ve sedanter yaşayan (n=20) gönüllülerin SCL değerleri (ortalama \pm SD)

Koşul	Sporcular	Sedanterler
Egzersiz öncesi gözler açık	2.87 \pm 0.32	2.60 \pm 0,64
Egzersiz sonrası gözler açık	1.88 \pm 0.39	2.03 \pm 0,36
Egzersiz öncesi gözler kapalı	2.27 \pm 0.51	2.26 \pm 0.38
Egzersiz sonrası gözler kapalı	1.50 \pm 0.32	1.72 \pm 0.37

SCL değerleri için yapılan üç yönlü anova testinin sonuçları istatistiksel olarak anlamlı bir model etkisinin varlığını göstermiştir (F=22.95, $p<0.001$). Bu modelde, gözlerin açık olma durumu ve egzersiz yapma durumunun anlamlı bir etkiye sahip olduğu (sırasıyla, F=36.291 ve F=115.207, $p<0.001$) ancak sporcu olma durumunun modeli etkilemediği (F=0.137, $p>0.05$) bulunmuştur. Buna göre gözler açıkken elde edilen SCL değerleri, gözler kapalı iken elde edilene göre daha yüksek ve egzersiz öncesi elde edilen SCL değerleri egzersiz sonrasında elde edilenlere göre daha yüksek bulunmuştur. Grup ile egzersiz durumu arasındaki etkileşim anlamlı iken diğerleri anlamsız bulunmuştur.

Çalışmamıza katılan gönüllülerin ortalama SCRm değerleri gruplara göre **Tablo 4.3**'de sunulmuştur.

Tablo 4.3. Spor yapan (n=20) ve sedanter yaşayan (n=20) gönüllülerin SCRm değerleri (ortalama \pm SD)

Koşul	Sporcular	Sedanterler
Egzersiz öncesi gözler açık	0,43 \pm 0,37	0,39 \pm 0,40
Egzersiz sonrası gözler açık	0,07 \pm 0,09	0,12 \pm 0,13
Egzersiz öncesi gözler kapalı	0,34 \pm 0,28	0,38 \pm 0,30
Egzersiz sonrası gözler kapalı	0,09 \pm 0,13	0,06 \pm 0,09

Elektrodermal yanıtın SCRm değerleri için yapılan üç yönlü anova testinin sonuçları; istatistiksel olarak anlamlı bir model etkisinin varlığını göstermiştir (F=8,391, p<0.001).

Bu modelde:

Egzersiz yapma durumunun anlamlı bir etkiye sahip olduğu (F=56,467, p<0.001) ancak grubun ve gözlerin açık olma durumunun modeli etkilemediği (sırasıyla F=0.023 ve F=0,845, p>0.05) bulunmuştur. Buna göre egzersiz öncesinde elde edilen SCRm değerleri, egzersiz sonrasında elde edilene göre her iki grupta da yüksek bulunmuştur. Anlamlı bir etkileşim bulunmamıştır.

Çalışmamıza katılan gönüllülerin ortalama elektrodermal yanıtla ilişkili bazı zamansal parametre değerleri, gruplara göre **Tablo 4.4**'de sunulmuştur.

Tablo 4.4. Spor yapan (n=20) ve sedanter yaşayan (n=20) gönüllülerin bazı zamansal parametre değerleri (ortalama \pm SD)

Koşul	Latans		Pik zamanı	
	Sporcular	Sedanterler	Sporcular	Sedanterler
Egzersiz öncesi gözler açık	1450.05 \pm 681,28	832.10 \pm 674,18	4038.25 \pm 2110,02	2879.35 \pm 2158,40
Egzersiz sonrası gözler açık	617.10 \pm 733,16	701.50 \pm 674,06	1233.80 \pm 1446,88	1524.45 \pm 1333,94
Egzersiz öncesi gözler kapalı	1377.05 \pm 867,52	1007.50 \pm 745,76	2814.55 \pm 1639,54	3281.00 \pm 2122,47
Egzersiz sonrası gözler kapalı	584.70 \pm 741,44	526.60 \pm 772,78	1028.20 \pm 1348,46	808.45 \pm 1183,86

Elektrodermal yanıtın latans değerleri için yapılan üç yönlü anova testinin sonuçları; istatistiksel olarak anlamlı bir model etkisinin varlığını göstermiştir ($F=4.73$, $p<0.001$). Bu modelde:

Grubun ve egzersiz yapma durumunun anlamlı bir etkiye sahip olduğu (sırasıyla, $F=4.23$, $p<0.05$ ve $F=22.92$, $p<0.001$) ancak gözlerin açık olma durumunun modeli etkilemediği ($F=0.05$, $p>0.05$) bulunmuştur. Buna göre latans değerleri, sporcularda sedanterlere göre hem egzersiz öncesinde hem de egzersiz sonrasında (egzersiz sonrası gözler açık olma durumu hariç) daha yüksek bulunmuştur. Grup ile egzersiz durumu arasındaki etkileşim anlamlı iken diğerleri anlamsız bulunmuştur.

Elektrodermal yanıtın pike ulaşma süresi için yapılan üç yönlü anova testinin sonuçları; istatistiksel olarak anlamlı bir model etkisinin varlığını göstermiştir ($F=9.85$, $p<0.001$). Bu modelde:

Egzersiz yapma durumunun anlamlı bir etkiye sahip olduğu ($F=60.58$, $p<0.001$) ancak grubun ve gözlerin açık olma durumunun modeli etkilemediği (sırasıyla $F=0.33$ ve $F=2.60$, $p>0.05$) bulunmuştur. Buna göre egzersiz öncesinde elde edilen yanıtın pike ulaşma süresi değerleri, egzersiz sonrasında elde edilene göre daha yüksek bulunmuştur. Anlamlı bir etkileşim bulunmamıştır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Elektrodermal aktivite ter bezlerinin çalışması sonucu meydana gelir ve sempatik sinir sisteminin indirekt bir göstergesi olarak kabul edilir. Çünkü ter bezleri otonom sinir sisteminin sempatik kısmına ait olan sempatik sudorifik lifler ile innerve edilmektedir. Bundan dolayı organizmada sempatik faaliyeti ve buna bağlı olarak sempatik sudorifik aktiviteyi arttıran bütün uyarılar ile refleks olaylarda EDA değişim gösterir (37,38).

Elektrodermal aktivite, sempatik sinir sisteminin reaktivitesinin ölçülebilmesi amacıyla, derinin elektriksel aktivitesinin ve bunun değişimlerinin kaydında geniş olarak kullanılan bir ölçüm yöntemidir. Ter bezlerini innerve eden sempatik sudorifik liflerin tonik aktivitesi ile derinin bariyer tabakası EDA'nın tonik seviyesini oluştururken, fazik değişimlerden sempatik sinir sistemi aktivasyonuna bağlı olarak sudorifik liflerin artan deşarjı sorumludur (39,40).

Çalışmamızda egzersizin sporcularda elektrodermal aktivite üzerine etkisini incelemek amacıyla sporun merkezi sinir sistemi otonom aktivite düzeyinin göstergesi olan emosyonel terlemeyi etkileyip etkilemediğini araştırılmıştır. Bu hipotezi test edebilmek için deri iletkenlik seviyeleri ve deri iletkenlik cevap parametrelerinin sedanter ve aktif sporcularda istirahat anındaki değerlerini ve akut egzersizin bu değeri etkileyip etkilemediğini araştırdık. Emosyonel terleme düzeyi ve parametreleri, elektrodermal aktivite (sempatik sinir sistemi aktivitesinin bir göstergesi olarak kabul edilen) ölçüm

yöntemi ile belirlenmiştir. Bu parametreler (SCL, SCRm, latans ve pik) spor yapan ve sedanter yaşayan gönüllüler arasında karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın her aşamasında gönüllüler stres meydana getiren her türlü stresörden uzak tutularak dış ortamdan soyutlanmış her türlü çevre faktöründen uzak izole edilmiş loş ışıklı bir odada EDA kayıtları alınmıştır. Çünkü EDA parametrelerinin; egzersiz, derin inspiryum, heyecan, mental stres gibi çeşitli emosyonel uyarılar veya sıcak-soğuk, ses, aydınlık-karanlık, ağrı ve elektriksel uyarı gibi duysal uyarılardan etkilendiği bilinmektedir (41). Ayrıca Süer ve arkadaşları erkek farelerdeki deri iletkenliğinin aydınlık ve karanlık siklusunun tersine dönmesinde ki etkisini araştırmışlar ve deri iletkenliğinde ki tonik EDA parametresi ile deri iletkenliğinde ki sirkadiyen değişimin etkilerini analiz etmişlerdir. Elde edilen veriler sonucunda farelerin, normal aydınlık ve karanlık koşullarından deri iletkenliklerinin etkilendiğini saptamışlardır (42).

Yapılan literatür taramasında egzersizin EDA'nın diğer parametreleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalara kısıtlı sayıda rastlandığı halde EDA'nın parametrelerinden olan SCL ve SCRm'nin etkisinin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Özellikle sporcularda bu konu ile ilgili literatürün oldukça az olması dikkat çekicidir.

5.1. EGZERSİZİN SCL PARAMETRESİNE ETKİSİ

Çalışmamızdan elde edilen bulgular, tonik EDA parametresi olan deri iletkenliğinin spor yapan ve sedanter yaşayan gönüllülerde istatistiksel olarak farklı olmadığını, ancak her iki gruptaki gönüllülerde egzersiz yaptıktan hemen sonra, egzersiz önceki değerlere göre anlamlı derecede azaldığını göstermiştir. Çalışmamızda gönüllülere yaptırılan egzersize bağlı olarak artan sempatik tonusun sudorik aktiviteyi uyarması ve sonuçta terlemenin artması ve bunun sonucunda da deri iletkenliğinin yükselmesi beklenirdi. Literatürde de Christensen ve La Rovere yapmış oldukları bir çalışma da egzersizin, sempatik aktiviteyi ve ter bezleri fonksiyonunu arttırarak deri direncini azalttığını bildirirken (43,44), Roberts ve Henane tarafından yapılan araştırmalarda da egzersizle terleme eşiğinin düştüğü gösterilmiştir (45,46). Ancak bizim çalışmamızda, terleme artışının egzersizin yapılması sırasında oluşması ve bu sırada ter bezlerinin hiperaktivasyon durumu göstermiş olmaları, ter bezi kanallarının boşalmış olmasına neden olmuş olabilir. Egzersiz kesildikten 2 dakika sonra EDA kayıtları alındığı için, bu sürenin kanalların yeniden dolmasına yeterli olmadığı düşünülebilir. Böylece egzersizden hemen sonra ter bezi aktivitesi olduğundan daha da az bir düzeye inmiş

olabilir. Bu nedenle akut egzersizden sonra gözlenen SCL azalmasının ter bezi aktivitesindeki kompensatuvar bir değişikliğe bağlı olduğunu düşünmekteyiz. Ter bezi kanallarının toparlanmasını bekleyecek yeterli süreyi göz önünde bulundurarak yapılacak yeni bir çalışmadan elde edilecek bulguların daha doğru bir sonuç vereceğini düşünmekteyiz.

Yapılan literatür taramasında yukarıdaki bulgumuzu karşılayabilecek bir çalışmaya rastlayamadık. Ancak literatürde, sağlıklı gönüllülerde izometrik egzersiz sırasında deri sempatik sinir aktivitesinin arttığı bildirilmiştir (47). Ayrıca egzersizin etkisinin incelendiği deri potansiyelinin kayıtları bir çalışmada, Turaçlar ve arkadaşları, akut egzersizin sedanterlerde ve antrene sporcularda deri potansiyeline etkisini incelemişler ve sedanterlerde deri potansiyeli seviyesinin egzersizden sonra anlamlı bir değişme göstermediğini; antrene sporcularda ise egzersiz sonrası deri potansiyel seviyesinin arttığını bulmuşlardır. Araştırmacılar bu artışı, sporcularda aktif ter bezi kanal sayısının sedanterlere göre daha fazla olmasına bağlamışlardır. (41). Bizce Turaçlar ve arkadaşlarının bulgusuyla, çalışmamızdaki SCL bulgusu arasındaki farklılık yönetsel nedenlerden kaynaklanmaktadır. Onlar çalışmalarında; deri potansiyel kayıtlarını, egzersiz bitiminden ne kadar süre sonra aldıklarını belirtmemişlerdir.

Kondo ve arkadaşları (48), sağlıklı gönüllülerde dinamik sabit yüklemeli egzersiz sırasında, aktif ter bezi yoğunluğu ve her bir ter bezinin ter çıktısını değerlendirmişlerdir. Egzersiz 30 dakika süreyle bisiklet ergometresinde yapılmış ve aktif ter bezi yoğunluğunun egzersizin ilk sekiz dakikasında belirgin olarak arttığı ancak daha sonra egzersiz döneminin sonuna kadar belirgin bir değişme göstermediği bulunmuştur. Araştırmacılar egzersizden sonraki değişimleri incelememişlerdir.

Egzersiz öncesine göre egzersizden sonra görülen SCL'deki düşüş "başlangıç değerleri kanunu" (the law of initial values) ile uyum sağlamaktadır (49). Bu kanuna göre bir parametrenin tonik değeri ne kadar yüksek olursa, verilen bir uyarı ile o parametrede oluşturulabilen yanıt o kadar düşük olur.

Bizim çalışmamızda egzersizden önce SCL sporcularda yüksek iken egzersizden sonra sedanterlerin SCL daha yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni; yine terleme sonucu deri direncinde ki azalmaya paralel olarak ortaya çıktığı düşünülebilir. Deri sıcaklığında ki olası bir artış da SCL değerlerini etkileyebilir. Genel de ise egzersizden sonra ki SCL değerleri egzersizden öncekine göre düşüktür. Bu bulgumuz Myrtek ve arkadaşlarının

yüksek sempatik tonuslu A tipi insanlarda, daha düşük sempatik tonusuna sahip B tipi insanlara göre egzersiz sonrası tonik deri iletkenliği seviyesinin daha yüksek olduğunu saptayan çalışması ile uyum göstermektedir (50). Bilindiği gibi deri iletkenliğinin düşük olduğu yerde deri potansiyeli artar. Myrtek çalışmasında; deri iletkenliği düşük olan B tipi yani vagus tonusu daha dominant olan kişilerde, vejetatif sukünet tonusu ile maksimal tonus arasında ki sempatik sistem aktive genişliğinin artmış olmasının, tonik SP'nin artışına neden olabileceğini vurgulamıştır (50). Dolayısıyla iletkenlik azalır.

Yine Turaçlar ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada da bunu destekleyen bir sonuç bulunmuştur. Sedanter ve sporcu grupların gerek egzersiz öncesi, gerekse egzersiz sonrası SP seviyeleri karşılaştırıldığında sporcuların daha yüksek SP'ne sahip olduğu görülmüştür (41).

Turaçlar ve arkadaşları sedanter ve sporcuların SP seviyelerini gerek istirahat halinde gerekse egzersiz sonrasında karşılaştırdıklarında sporcuların SPL'lerinin sedanterlerden daha yüksek olmasını terleme eşiklerinin daha düşük olmasına, dolayısıyla ter kanalı porlarının ter ile dolu olması ve kanalların elektriksel yönden aktivitesini yüksek olmasına bağlamıştır (41). Bulgularının aktif ter bezi sayısını gösteren palmar terleme indeksi ile de ilgili olduğunu düşünen (51,52) araştırmacılar sporcu grubundaki SPR amplitüdünün egzersiz öncesinde ve sonrasında sedanterlerden daha düşük olması da aynı şekilde sporculardaki ter bezi fonksiyonun daha fazla olması, terleme eşiklerinin düştüğü ve deri direncindeki azalma ile açıklamışlardır. (41). Çünkü sporcu örneğinde olduğu gibi, ter bezi fonksiyonu yüksek olan kişilerde palmar terleme indeksinin de yüksek olduğu görülmektedir. Palmar terleme indeksinin yüksek olması için; deri yüzeyine açılan ter bezi kanal porlarının daha aktif ve daha fazla olması gerekmektedir (52). Bizim çalışmamızda da; sporcuların sedanterlere göre palmar terleme indeksinin yüksek olduğunu düşünürsek, SCL'nin sporcularda egzersizden önce daha yüksek fakat egzersizden sonra daha düşük çıkmasını daha rahat açıklayabiliriz. Çünkü yukarıda da belirttiğimiz gibi zaten aktif olan ter bezi kanal porları egzersizle beraber hızla boşalmış ve egzersiz sonrasında alınan kayıtlar sonucunda toparlanamamıştır.

5.2. GÖZLERİN AÇIK OLMA DURUMUNUN SCL ÜZERİNE ETKİSİ

Çalışmamızda gözler açıkken elde edilen SCL değerleri, gözler kapalı iken elde edilene göre daha yüksek bulunmuştur. Ölçümler sırasında gerek egzersizden önce gerekse egzersizden sonra gönüllülerin gözler açık iken EDA kayıtları alındığı sırada yukarıda da belirtildiği gibi; onlardan sabit bir noktaya bakmalarını isteyip onları heyecanlandırarak, endişelendirecek, korkutacak, meraklandırarak başka hiçbir şeyi akıllarından geçirmemelerini isterken gözler kapalı iken de aynı koşullarda kayıt alınmıştır. İlk iki dakika boyunca hiçbir şekilde ses sinyali gönderilmemiştir. Egzersiz öncesi gözler açık iken gönüllülerin SCL'nin daha yüksek çıkması uyanma işlemleri (arousal) ile ilişkilendirilebilir. Yüksek uyanma işlemlerinin olduğu pek çok durumda deri iletkenlik seviyesinin yükseldiği bildirilmiştir (9). Artmış dikkat ve uyanıklığın göstergesi tonik EDA hipokampal bilgilenme sürecinin bir belirteçidir. Retiküler formasyon ve talamik, hipotalamik, kortikal bağlantıları da göz önüne alırsak, otonom sinir sistemi ve endokrin sistem de uyanıklığı sağlamaktadır (25).

Gönüllüden sabit bir noktaya dikkatlice bakmasını isterken, dikkatin oluşumunda üç subkortikal sistem devreye girer. İlk olarak; merkezi amigdale olan serotonerjik sistemin bir bölümü daha sonra, dikkatin odaklanması ve seçici dikkati düzenleyen hazırlayıcı aktivasyon sistemi ve son olarak da merkezi basal ganglionlar dopaminerjik sistemin bir bölümü, hipokampus, papez döngüsü devreye girerken; amigdale ve basal ganglionlar arasındaki ilişkinin kontrolünü sağlarlar.

Dikkatin oluşumunu etkileyen bu santral sinir sistemi yapılarının hepsi EDA'yı da etkiler. Santral ve otonom sinir sistemi değişkenlikleri açısından uyanıklığın değerlendirilmesinde Elektrodermal aktivitede santral norepinefrin düzeyinin yükselmesi elektrodermal cevaplılığı artırır. Hareketsizlik stresi ile indüklenen santral norepinefrin metabolik değişiklikleri, EDA değişikliklerini indüklerler (9,27).

5.3. EGZERSİZİN SCRm PARAMETRESİNE ETKİSİ

Çalışmamızdan elde edilen veriler, elektrodermal yanıt büyüklüğünün her iki grupta da egzersiz öncesinde, egzersiz sonrasında göre daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Egzersiz sonrasında elektrodermal yanıt genliğinin azalması, egzersiz sonrasında terlemenin güçleşmesine bağlı olabilir. Tam HS ve Salto M 'da yapmış oldukları bir çalışmada (53,54), egzersiz sonrasında terleme eşiğinin daha yüksek olduğunu ve

muhtemelen ter kanalı porlarının tam olarak açık olmadığını, ayrıca egzersize aktif olarak katılmayan bölgelerdeki sempatik aktivitenin büyük bir olasılıkla daha düşük olacağını iddia etmişlerdir (53,54). Bizim çalışmamızda egzersiz sırasında ağırlıklı olarak kullanılan kas grupları alt ekstremite kas gruplarıdır. Bu nedenle çalışmamızda EDA kaydının alındığı üst ekstremitelerde egzersiz sırasında sempatik aktivite artışının yeterli olmadığını, hatta azaldığını, organizmanın egzersize tam olarak uyum sağlayamadığını düşünmekteyiz.

Araştırmacılar düzenli olarak yapılan egzersizin, terleme eşiğini düşürdüğünü ve antrene sporculardaki ter bezi fonksiyonunun dolayısı ile terlemenin sedanterlere göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir (45,46).

Edelberg, terleme cevaplarıyla ilgili yapmış olduğu bir çalışmada, deri potansiyeli yanıtlarının (SPR) egzersiz sonrasında azaldığını saptamış ve bu azalmanın bir nedeni olarak elektrotlar arasında bulunan deri kısmındaki terlemeye bağlı direnç azalması veya iletkenlik artışının sorumlu olabileceğini düşünmüştür (55).

5.4. EGZERSİZİN CEVABIN ZAMANSAL PARAMETRELERİNE ETKİSİ

Çalışmamızdan elde edilen veriler, elektrodermal yanıtın sporcularda sedanterlere göre hem egzersiz öncesinde hem de egzersiz sonrasında daha geç başladığını (egzersiz sonrası gözler açık olma durumu hariç) ve elektrodermal yanıtın her iki grupta da egzersiz öncesinde daha geç pik değerine ulaştığını göstermiştir.

Sempatik aktivitenin ve vücut ısısının arttığı durumda elektrodermal yanıtın daha kısa sürede oluşması beklenir. Çalışmamızda da bu beklentiye uygun olarak hem sedanterlerde hem de sporcu grubunda egzersiz öncesi ve sonrası latens değerleri kendi aralarında kıyaslandığında bir kısalma tespit edilmiştir. Bu bulguya ek olarak, her iki grupta da elektrodermal yanıtın egzersiz sonrasında daha kısa bir sürede pike ulaşması, yanıtın oluşmasında sempatik aktivite artışının rolünü desteklemektedir.

Egzersizin sporcularda yol açtığı vagotoni dolayısıyla sempatik aktivite genişliğinin azalması ayrıca antrenmana bağlı olarak sporcularda terleme eşiğinin düşmesi termoregülatör merkezin de bu duruma adaptasyonu sağladığını ve dolayısı ile aklimatizasyonun daha iyi geliştiğini göstermektedir. İyi aklimatize olmuş insanlarda organizmanın periferik dolaşım ihtiyacı da daha az olduğundan, kardiyovasküler sistemin yükü de o oranda düşmüş olacaktır.

Sonuç olarak sporun merkezi sinir sistemi otonom aktivite düzeyinin göstergesi olan emosyonel terlemeyi etkileyip etkilemediğini araştırmayı amaçladığımız bu çalışmadan elde edilen bulgular:

- a) Deri iletkenliğinin spor yapan ve sedanter yaşayan gönüllülerde istatistiksel olarak farklı olmadığını, ancak egzersiz yaptıktan hemen sonra azaldığını,
- b) Elektrodermal yanıt büyüklüğünün spor yapan ve sedanter yaşayan gönüllülerde istatistiksel olarak farklı olmadığını, ancak egzersiz yaptıktan hemen sonra azaldığını,
- c) Elektrodermal yanıtın sporcularda sedanterlere göre hem egzersiz öncesinde hem de egzersiz sonrasında daha geç başladığını ve elektrodermal yanıtın her iki grupta da egzersiz öncesinde daha geç pik değerine ulaştığını göstermiştir.

Bu bulguların ışığında, yapılan egzersizlerin emosyonel terlemeyi geri dönüşümlü bir şekilde etkileyebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Konu hakkında yeterli olmayan literatüre katkı sağlamanın yanı sıra, iyi antrene olmuş sporcularda değişikliklerin hangi yönde oluşabileceğini araştırmak açısından da sporcularda elektrodermal aktivite ölçümlerinin incelendiği yeni araştırmalara ihtiyaç olduğu kanısındayız.

6. KAYNAKLAR

1. Öke N. Deri Hakkında Genel Bilgiler: Nemlioğlu F. (ed), Dermatoloji. Anka Ofset, İstanbul, 1985:1-10
2. Tat L.A. Deri ve Zührevi Hastalıklar. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları, 1970; 321:3-12
3. Nemlioğlu F. Deri Hastalıkları. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, İstanbul, 1979:1-10
4. Murat A. Klinik Dermatoloji ve Veneroloji. İstanbul Üniversitesi Tıp fakültesi Yayınları,1982: 45:3-9
5. Cirelioğlu E. Genel histoloji hücre ve dokular. Beta Basımevi, İstanbul, 1975:190-191
6. Prokasy WF, Raskin D.C. Electrodermal activity in psychological research. New York, Academic Press, 1973:1-123
7. Guyton AC, Hall J.E. Medical Physiology. Saunders W.B (9.nd ed), Philadelphia 1996: 944-954
8. Süer C. Elektrodermal Aktiviteye Cinsiyet, Isı, Kayıt Bölgesi ve Sigaranın Etkileri, Uzmanlık Tezi, Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Kayseri 1990
9. Boucsein W. Electrodermal Activity. New York, Plenum Press, 1992: 1-372

10. Martin I, Venables P.H. Mechanisms of palmar skin resistance and skin potential. *Psychological Bulletin* 1966; 65:347-357
11. Wilcott RC. Arousal sweating and electrodermal phenomena. *Psychological Bulletin* 1967; 67:58-72
12. Mahon ML, Iacano WG. Another look at the relationship of electrodermal activity to electrode contact area. *Psychophysiology* 1984; 24:216-222
13. Dolu N. Sağlıklı Kişilerde ve Hipertiroidili Hastalarda Elektrodermal Aktivite Bulgularının İncelenmesi, Uzmanlık Tezi, Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Kayseri 1996
14. Guyton AC. *Textbook of Medical Physiology*. W.B. Saunders Company. Philadelphia 1981:889-894
15. Wang GH. *The neural control of sweating*. Madison: Universty of Wisconsin Press, 1964.
16. Neuman E, Blanton R. The early history electrodermal research. *Psychophysiology* 1970; 6:453-475
17. Schmind S, Walach H. Electrodermal activity (EDA)- state of the art measurement and techniques for parapsychological purposes. *The Journal of parapsychology* 2000; 64: 139-163
18. Schmidt S, Schneider R, Binder M, Burkle D & Walach H. Investigating methodological issues in EDA DMILS: Results from a pilot study. *The Journal of Parapsychology* 2001; 65:59-82
19. Lykken DT, Venables PH. Direct Measurement of skin conductance: A proposal for standardization. *Psychophysiology* 1971; 8:656-672
20. Çomu NB. Hipergliseminin Elektrodermal Aktivite Üzerine Etkisinin Streptozotosin ile Diabet Oluşturulmuş Sıçanlarda İncelenmesi, Uzmanlık Tezi, Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Kayseri 2003
21. Süer C, Ülgen A, Özesmi Ç, Yılmaz A. Computerized skin conductance measuring technique. *Tr.J.Of Medical Sciences, Tubitak*, 1995; 24:191-194
22. Lim CL, Rennie C, Barry RJ, et al. Decomposing skin conductance into tonic and phasic components. *Int. The Journal of Psychophysiology* 1997; 25:97-109
23. Levinson DF, Edelberg R. Scoring criteria for response latency: A critique. *Psychophysiology* 1985; 22: 417-426

24. Gruzelier JH, Eves F. Rate of habituation of electrodermal orienting responses: A comparison of instructions to stop responding count stimuli or relax remained indifferent. *Int. The Journal of Psychophysiol* 1987; 4: 289-291
25. Ganong WF. *Tıbbi Fizyoloji. Türk Fizyoloji Bilimler Derneği Çevirisi, Nobel Tıp Kitapevleri*, 2002; 20:187-224.
26. Marsden C.D. The mysterious motor function of the basal ganglia: Tha Robert Wartenberg Lecture: *Neurology* 1982; 32:514-539
27. Critchley HD. Electrodermal responses: What happens in the brain. A review. *The Neuroscientist* 2002; 8(2):131-142
28. Zahn TP, Grafman J, Tranel D. Frontal lobe lesions and electrodermal activity: effects of significance. *Neuropsychologia* 1999; 37:1227-1241
29. Dolu N. Elektrodermal Aktivitenin Klinikte Kullanımı. *Türk Fizyolojik Bilimler Derneği 28. Ulusal Fizyoloji Kongresi*, 24-27 Eylül 2002, İzmir.
30. Dolu N, Özesmi Ç, Süer C, Keleştimur F. Electrodermal Responding in Hyperthyroid Patients. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology* 1999; 43(1): 79-83
31. Dolu N, Süer C, Özesmi Ç, Kelestimur F, Esel E. Electrodermal activity in nonmedicated hyperthyroid patients having no depressive symptoms. *Biological Psychiatry* 1997; 42:1024-1029
32. Dolu N, Süer C, Özesmi Ç, Keleştimur F, Özcan Y. Electrodermal Activity in Hypothyroid Patients and Healthy Subjects. *Thyroid* 1998; 9(8):787-790
33. Süer C, Özesmi C, Temocin S, Dogan P, Ciliv G. The effects of immobilization stress on electrodermal activity and brain catecholamine levels in rats. *Int J Neurosci.* 1992; 65:91-101
34. Hellerud B.C, Strom H. Skin conductance and behaviour during sensory stimulation of preterm and term infants. *Early human development* 2002; 70:35-46
35. Cruz MH, Larsen JR. Personality correlates of individual differences in electrodermal lability. *Social behaviour and personality* 1995; 23 (1) :93-104
36. Süer C, Dolu N, Özesmi Ç, Şahin Ö, Ülgen A. The relation between skin conductance level and plus maze behaviour in male mice. *Physiology and Behaviour* 1998; 64:573-576.
37. Christie MJ. Electrodermal activity in the 1980s: a review. *Journal of The Royal Society of Medicine* 1981; 74:616-622

38. Venables PH. Electrodermal activity. *Annals New York Academy of Sciences* 1991; 620:192-207
39. Chirstie MJ, Venables PH. Effects on "basal" skin potential level of varying the concentration of an external electrolyte. *Journal of Psychosomatic Research* 1971; 15: 343-348
40. Uncini A, Pullman SC. The sympathetic skin response: Normal values, elucidation of afferent components and application limits. *Journal of The Neurological Science* 1988; 87:299-306
41. Turaçlar TU, Erdal S, Arslan A, Yıldız A. The effect of acute exercise on skin potential in trained athletes. *Tr.J.Of Medical Sciences*, 1999; 29:113-116
42. Süer C, Dolu N, Özesmi Ç, Yılmaz A, Şahin Ö. The effect of reversed light-dark cycle on skin conductance in male mice. *Perceptual Motor Skills* 1998; 87:1267-1274.
43. Christensen NJ, Galbo H. Sympathetic nervous activity during exercise. *Ann Rev Physiol* 1983; 45:139-153
44. La.Rovere MT, Mortara A. Autonomic nervous system adaptation to short-term exercise training. *Chest* 1992; 101:299-303
45. Roberts MF, Wenger GB. Skin blood flow and sweating changes following exercise training and heat acclimation. *Journal of Applied Physiology*, 1977; 43(1):133-137.
46. Henane R, Flandoris R. Increase in sweating sensitivity by endurance conditioning in man. *Journal of Applied Physiology*, 1977; 43(5):822-828
47. Ray CA, Wilson TE. Comparison of skin sympathetic nerve responses to isometric arm and leg exercise. *J Appl Physiol* 2004; 97:160-164
48. Kondo N, Shibasaki M, Aoki K, et al. Function of human eccrine sweat glands during dynamic exercise and passive heat stress. *J Appl Physiol* 2001; 90:1877-1881
49. Germana J. Rate habituation and the law of initial values. *Psychophysiology* 1968; 5:31-36
50. Myrtek M, Greenlee MW. Psychophysiology of the type a behaviour pattern: a critical analysis. *J. Psychosom Res.* 1984; 28:455-466
51. Freedman LW, Scarpa SA. The relationship of sweat gland count to electrodermal activity. *Psychophysiology* 1994; 31:196-200

52. Köhler T, Weber T. The behaviour of the PSI (palmar sweat index) during two stressful laboratory situations. *J Psychophysiology* 1990; 4:281-287
53. Tam HS, Darling RC. Sweating response: a means of evaluating the set point theory during exercise. *J Appl. Physiol* 1978; 45:451-458
54. Salto M, Tsunaka A. Muscle sympathetic nerve responses to graded leg cycling. *J Appl. Physiol.* 1993; 75:663-667
55. Edelberg R. The effects of initial levels sweat duct filling and skin hydration on electrodermal response amplitude. *Psychophysiology* 1983; 20:550-557

EK-1

Egzersiz Sporcularda Elektrodermal Aktivite Üzerine Etkisi Konulu Çalışmayla İlgili Hazırlanan Bilgi Onam Formu

- 1-Adınız Soyadınız:.....
- 2-Cinsiyetinize Uygun Olanı İşaretleyiniz. a) Bayan b) Erkek
- 3-Yaşınız:.....
- 4-Boyunuz:.....
- 5-Kilonuz:.....
- 6- Hangi elinizi kullanıyorsunuz? a) Sağ el b) Sol el
- 7-Sigara kullanıyor musunuz? a) Evet b) Hayır c) Ara sıra
- 8-Alkol kullanıyor musunuz? a) Evet b) Hayır c) Ara sıra
- 9-Düzenli ve yeterli beslenme alışkanlığınız var mı? a) Evet b) Hayır
- 10-Günde kaç öğün yemek yiyorsunuz?
a) 1 öğün b) 2 öğün c) 3 öğün d) 4 öğün e) 5 öğün f) 5 öğünden fazla
- 11-Günlük Beslenmenizin yanı sıra ara öğünlerde besleniyor musunuz?
a) Evet b) Hayır c) Ara sıra
- 12- Günlük beslenmenizin yanı sıra ara öğünlerde ne tür besinler tüketiyor musunuz?
a) Pasta Ve Kurabiyeler b) Fast-Food c) Meyve Suları d) Kuru Meyve (Kayısı Ve İncir) f) Hepsi
- 13-Günlük beslenmenizin yanı sıra yeterli miktarda sıvı alıyor musunuz?
a) Evet b) Hayır
- 14-Günde kaç bardak su içiyorsunuz?.....bardak
- 15- Günlük beslenmenizin yanı sıra vitamin ilaçları ve benzeri destek besin öğeleri kullanıyor musunuz?
a) Evet b) Hayır
- 16-Cevabınız evet ise hangi tür destek besin öğeleri kullanıyorsunuz?
a) Vitamin b) Özel Sporcu İçecekleri (Energy) c) Ek Tabletler d) Tuz Kaybı İçin Ek Tablet e) Hepsi
- 17-Şu anda devam eden herhangi bir rahatsızlığınız var mı? a) Evet b) Hayır
- 18-Cevabınız evet ise rahatsızlığınızı belirtiniz.....
- 19-Düzenli uyku alışkanlığınız var mı? a) Evet b) Hayır
- 20- Bu test'ten önceki zaman diliminde uyku problemleri yaşadınız mı? a) Evet b) Hayır
- 21-Her yıl belirli dönemlerde rutin sağlık kontrollünden geçiyor musunuz? a) Evet b) Hayır
- 22-Kaç yıldır spor ile uğraşıyorsunuz?.....yıldır.

KENDİ İSTEĞİM VE BİLGİM DAHİLİNDE BU ÇALIŞMAYA KATILYORUM.

İmza.....

ÖZGEÇMİŞ

Hale KULA 6 Ekim 1974 tarihinde Bolu /Mudurnu'da dünyaya geldi. 1986 yılında Bolu Sakarya İlkokulu'ndan, 1989 yılında Bolu 50.Yıl Ortaokulu'ndan ve 1991 yılında Bolu Atatürk Lisesi'nden mezun oldu. 1992 yılında Erciyes Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölümü'nde lisans öğrenimine başladı. 1996 yılında bu bölümü birincilik ile bitirdi. İlk ve orta öğrenimi süresince en son Ankara Ormanspor Bayan Basketbol takımında oynayarak çeşitli kulüp ve okul takımlarında basketbol oynadı. Lisans öğrenimi süresince katıldığı çeşitli seminer ve programlar neticesinde Basketbol il hakemliği ve B kategorisi antrenörlük derecelerini aldı.

1996-1997 yılları arasında Antalya Perihan Esat Aral İlköğretim Okulu'nda, 1997-2001 yılları arasında TED Kayseri Koleji İlköğretim Okulu'nda Beden Eğitimi öğretmeni olarak görev yapan Hale KULA, 2001 yılında Erciyes Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu'nun açmış olduğu okutmanlık sınavını kazanıp, BESYO'daki görevine başlayarak ; 2003-2004 yılları arasında Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsünde Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Anabilim Dalında Lisansüstü öğrenimine başladı. Hale KULA evlidir ve İngilizce bilmektedir.

Adres : Erciyes Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu

38039 Talas / KAYSERİ

Tel : 0 352 438 02 14- 0 533 571 58 48

E-posta : hkula@erciyes.edu.tr