

**T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SSR VERİLERİNİN YSA İLE İŞLENEREK  
PSİKOLOJİK TEST SKORLARININ  
SINIFLANDIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Elektrik-Elektronik Müh. Muhammed Kürşad UÇAR**

**Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜH.**  
**Enstitü Bilim Dalı : ELEKTRONİK**  
**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Mehmet Recep  
BOZKURT**

**Ocak 2013**

**T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SSR VERİLERİNİN YSA İLE İŞLENEREK  
PSİKOLOJİK TEST SKORLARININ  
SINIFLANDIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Elektrik-Elektronik Müh. Muhammed Kürşad UÇAR**

**Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜH.**

**Enstitü Bilim Dalı : ELEKTRONİK**

**Bu tez 07/01/2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.**

**Prof. Dr.  
Etem KÖKLÜKAYA  
Jüri Başkanı**

**Doç. Dr.  
Ahmet ZENGİN  
Üye**

**Yrd. Doç. Dr.  
Mehmet Recep BOZKURT  
Üye**

## **TEŞEKKÜR**

Tez konusunun belirlenmesinde, gerekli alıŐma Őartlarının sağlanmasında ve çalıŐmalarımın her adımında bana desteğini esirgemeyen danıŐman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet Recep BOZKURT'a, tezde kullandığım verilerin sağlanmasında ve tez yapılandırılmasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Etem KÖKLÜKAYA ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Özhan ÖZKAN'a, tüm hayatım boyunca gerek maddi gerek manevi olarak yanımda olan anneme ve babama teşekkürlerimi sunarım.

ÇalıŐmamızın gelecekte yapılacak araştırmalara ışık tutmasını temenni ederim.

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xiii
SUMMARY.....	xiv
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
SEMPATİK DERİ YANITI.....	5
2.1. Giriş.....	5
2.2. Yapısı.....	7
2.2.1. Latans ve genlik.....	7
2.2.2. Tipi.....	8
2.3. Ölçüm Teknikleri.....	9
2.4. Etkileyen Faktörler.....	10
2.4.1. Alışkanlık.....	10
2.4.2. Cinsiyet, yaş, kilo.....	10
2.4.3. Uyarı yöntemleri.....	11
2.4.4. Vücut sıcaklığı.....	12
2.5. Değerlendirme Parametreleri.....	13
2.5.1. SSR tepki gecikme süresi (SSRLT).....	14
2.5.2. Maksimum genlik (SSRMAXA).....	14

2.5.3. İki uyartım arası geçen süre (SSRTT).....	14
2.6. Klinik Uygulamalar.....	14
2.7. Sempatik Deri Yanıtı, Otonom Sinir Sistemi ve Fibromiyalji Sendromu Arasındaki İlişkisi.....	17

### BÖLÜM 3.

FİBROMİYALJİ SENDROMU.....	19
3.1. Fibromiyalji Sendromu Tanımı.....	19
3.2. Teşhis.....	19
3.3. Fibromiyalji Sendromu ve Cinsiyet.....	20
3.4. Fibromiyalji Sendromuna Eşlik Eden Belirtiler.....	20
3.4.1. Kas işlevi bozuklukları.....	20
3.4.2. Otonomik fonksiyon bozukluğu.....	20
3.4.3. Uyku bozukluğu.....	20
3.4.4. Ağrı modülasyon bozukluğu.....	21
3.4.5. Psikolojik etkenler.....	21
3.4.6. Yorgunluk.....	21
3.5. Fibromiyalji Sendromunu Değerlendirme Testleri.....	21
3.5.1. Psikolojik durum değerlendirme testleri .....	22
3.5.1.1. Verbal ağrı skalası (VERBAL) .....	22
3.5.1.2. Beck depresyon envanteri (BDI) .....	22
3.5.2. Fonksiyonel etkilenme ile ilgili testler.....	23
3.5.3. Laboratuvar testleri.....	23
3.6. Fibromiyalji Sendromunda Tedavi.....	24

### BÖLÜM 4.

YAPAY SİNİR AĞLARI.....	26
4.1. Giriş.....	26
4.2. Yapay Sinir Ağlarının Genel Yapısı ve Modeli.....	26
4.2.1. Nöron ve sinir Hücresi.....	26
4.2.2. Temel yapısı ve özellikleri.....	28
4.3. Yapay Sinir Ağ Tipleri.. ..	30
4.3.1. İleri beslemeli ağ.....	30

4.3.2. Kaskat bağlantılı ağ.....	30
4.3.3. Geri beslemeli ağ.....	30
4.4. Eşik Fonksiyonları.....	30
4.5. Ağırlıklar.....	32
4.6. Yapay Sinir Ağlarının Eğitilmesi.....	32
4.7. Yapay Sinir Ağlarının Öğrenme Algoritmaları.....	33
4.7.1. Öğretmenli öğrenme.....	33
4.7.2. Öğretmensiz öğrenme.....	33
4.8. Çalışmada Kullanılan Parametreler ve Analiz Yöntemi.....	34
4.8.1. Çalışmada kullanılan yapay sinir ağı modeli.....	35
4.8.1.1. Ağ tipinin seçilmesi.....	35
4.8.1.2. Eğitim algoritmasının tanımlanması.....	35
BÖLÜM 5.	
FİBROMİYALJİ SENDROMUNUN TEŞHİSİNDE KULLANILAN	39
PARAMETRELER VE SSR VERİLERİ İLE PSİKOLOJİK TEST	
SKORLAMASI.....	
5.1. Giriş.....	39
5.2. Verbal Ağrı Skalası (VERBAL) için Benzetim Sonuçları .....	39
5.2.1. Levenberg-Marquardt algoritmasına göre sonuçlar (LM)....	40
5.2.2. Resilient yayılım algoritması göre sonuçlar (RP).....	42
5.2.3. İki eğitim algoritmaları sonuçlarının karşılaştırılması.....	44
5.3. Beck Depresyon Envanteri (BDI) için Benzetim Sonuçları.....	44
5.3.1. Levenberg-Marquardt algoritmasına göre sonuçlar (LM).....	44
5.3.2. Resilient yayılım algoritması göre sonuçlar (RP).....	46
5.3.3. İki eğitim algoritmaları sonuçlarının karşılaştırılması.....	47
5.4. YSA Çıkış Değerlerinin Karşılaştırılması.....	48
5.4.1. Verbal ağrı skalasına göre YSA çıkış değerlerinin	48
karşılaştırılması.....	
5.4.2. BDI'ya göre YSA çıkış değerlerinin karşılaştırılması.....	51
BÖLÜM 6.	
SONUÇLAR.....	53

KAYNAKLAR.....	59
ÖZGEÇMİŞ.....	69

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

$\Delta_{ij}$	: Ağırlık değişim yönü
$\mu A$	: Mikrosaniye
$\mu V$	: Mikrovolt
$\mu V$	: Mikrovolt
ACR	: Amerikan Romatoloji Birliği
ANN	: Artificial Neural Networks
BAI	: Beck anksiyete envanteri
BDI	: Beck depresyon envanteri
cm	: Santimetre
CRP	: C reaktif protein
dl	: Desilitre
E	: Anlık performans fonksiyonu
EDA	: Elektrodermal aktivite
EEG	: Elektroensefalogram
EMG	: Elektromiyogram
FES	: Fibromiyalji etki sorgulaması
Fiz	: Fizyolojik
FMS	: Fibromiyalji sendromu
g	: Gram
$g(n)$	: Gradient vektörü
GSR	: Galvanik deri yanıtı
H	: Hessian matrisi
HAM-A	: Hamilton anksiyete testi
HAM-D	: Hamilton depresyon değerlendirme ölçeği
HG	: Hemoglobin
HRV	: Kalp hızı değişkeni



I	: Birim matris
IU	: Uluslararası birim
J(n)	: Jakobian matrisi
kg	: Kilogram
l	: Litre
Lab	: Laboratuvar
LM	: Levenberg-Marquardt algoritması
LT	: Tepki gecikme süresi
MAX-G	: Maksimum genlik
mg	: Miligram
MLFFNN	: Çok katmanlı ileri beslemeli sinir ağı
ms	: Milisaniye
PGR	: Psikogalvanik refleks
PLT	: Platelet
RF	: Romatoid faktör
RP	: Resilient Backpropagation Algoritması
RSMS	: Refleks sempatik distrofi sendomu
s	: Saniye
SEDIM	: Sedimantasyon
SSR	: Sempatik deri yanıtı
TMS	: Toplam myaljik skoru
TT	: İki uyartım arası geçen süre
V	: Volt
VAS	: Görsel analog ağrı skoru
VERBAL	: Verbal Ağrı Skalası
$w_1, w_2, \dots, w_{ij}$	: İşlem elemanlarının ağırlık vektörleri
WBC	: Beyaz kan hücresi sayısı
$w_{ij}$	: i. nöron ile j. sinaps bağlantısını yapan ağırlık
$x_1, x_2, \dots, x_3$	: Giriş işareti vektörü
y	: Çıkış işareti vektörü
YSA	: Yapay sinir ağı
$\alpha$	: İşlem elemanının x aktivitesini ayarlayan reel değerli sabit
$\sigma(x)$	: Olasılık yoğunluk fonksiyonu

$\tau$

: Reel sayı

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Normal SSR Örneği [Volt/Saniye].....	7
Şekil 2.2.	P ve N tipi sempatik deri yanıtı dalga formları [21].....	8
Şekil 2.3.	Örnek bir SSR dalga şekli [84].....	13
Şekil 4.1.	Temel nöron yapısı.....	27
Şekil 4.2.	Yapay sinir hücresi modeli.....	27
Şekil 4.3.	Yapay Sinir Ağı Yapısı.....	29
Şekil 4.4.	Şekil 4.4. a)Lineer b) Rampa c) Basamak d) Sigmoid eşik fonksiyonları.....	31

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1.	Sağlıklı bireylerdeki kan değer aralıkları [4] .....	24
Tablo 4.1.	Sınıflandırma işleminde kullanılan parametreler .....	35
Tablo 4.2.	Sınıflandırma işlem basamakları .....	38
Tablo 5.1.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 1 .....	41
Tablo 5.2.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 2 .....	41
Tablo 5.3.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 3 .....	41
Tablo 5.4.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 4 .....	41
Tablo 5.5.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 5 .....	42
Tablo 5.6.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 6 .....	42
Tablo 5.7.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 7 .....	42
Tablo 5.8.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 8 .....	43
Tablo 5.9.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 9 .....	43
Tablo 5.10.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 10 .....	43
Tablo 5.11.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 11 .....	43
Tablo 5.12.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 12 .....	43
Tablo 5.13.	Eğitim algoritmalarının sonuçlarının karşılaştırılması .....	44
Tablo 5.14.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 14 .....	45
Tablo 5.15.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 15 .....	45
Tablo 5.16.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 16.....	45
Tablo 5.17.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 17 .....	45
Tablo 5.18.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 18 .....	45
Tablo 5.19.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 19 .....	46
Tablo 5.20.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 20 .....	46
Tablo 5.21.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 21 .....	46
Tablo 5.22.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 22 .....	47
Tablo 5.23.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 23 .....	47

Tablo 5.24.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 24 .....	47
Tablo 5.25.	Eğitim ve test benzetim sonuçları – 25 .....	47
Tablo 5.26.	Eğitim algoritmalarının sonuçlarının karşılaştırılması .....	48
Tablo 5.27.	Giriş ve çıkış değerlerinin LM algoritmasına göre karşılaştırılması .....	49
Tablo 5.28.	Giriş ve çıkış değerlerinin RP algoritmasına göre karşılaştırılması .....	50
Tablo 5.29.	Giriş ve çıkış değerlerinin LM algoritmasına göre karşılaştırılması .....	51
Tablo 5.30.	Tablo 5.30. Giriş ve çıkış değerlerinin RP algoritmasına göre karşılaştırılması .....	52

## ÖZET

Anahtar kelimeler: Sempatik Deri Yanıtı, Fibromiyalji Sendromu, Yapay Sinir Ağları, Psikolojik Test Skorlaması

Günümüzde biyolojik işaretlerin hastalık teşhisinde kullanılması yaygınlaşmaktadır. Vücuttan ölçülerek alınan sempatik deri yanıtı da günümüzde kullanılmaya başlanan biyolojik işaretlerden biridir. Biyolojik işaretlerin incelenmesi için günümüzde kullanılan birçok yöntem vardır. Bunlar içinde yapay sinir ağları (YSA) çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada da elde edilen veriler YSA ile analiz edilmiştir.

Fibromiyalji sendromu teşhisi zor bir kronik ağrı hastalığıdır. Psikolojik testler yardımıyla %100 doğruluk oranı olmadan teşhis yapılmaya çalışılır. Hastalığın teşhisinde kullanılan psikolojik test skorları tam güvenilirlik sağlamamaktadır. Fibromiyalji sendromu otonom sinir sistemine bağlı bir hastalıktır. Sempatik deri yanıtı da otonom sinir sistemindeki değişikliklerden etkilenmektedir. Bu ilişkiden yola çıkarak psikolojik test skorlarının yerini alabilecek sempatik deri yanıtının doğruluk yüzdesinin hesaplanması amaçlanmıştır. Bu amaçla psikolojik test skorları YSA ile analiz edilmiş ve teşhis parametreleriyle aralarındaki ilişki doğruluk yüzdeleri hesaplanmıştır.

Bu çalışmada psikolojik test skorlarından Verbal ağrı skalası (VERBAL) ve Beck depresyon envanteri (BDI) kullanılmıştır. İki farklı eğitim algoritmasında YSA ile analiz yapılmıştır. Verbal ve BDI ile aralarındaki ilişkilerin tespiti için fizyolojik test verileri ve laboratuvar test verileri hem ayrı ayrı hem de birlikte analiz edilerek doğruluk yüzdeleri çıkartılmıştır. Daha sonra SSR parametreleri eklenerek SSR'nin etkisi incelenmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda Levenberg-Marquardt (LM) eğitim algoritması için SSR'nin arttırıcı etkisi olduğu tespit edilmiştir. Psikolojik test skorlarının yerine kullanılacak veriler göz önünde bulundurulurken SSR'nin de dikkate alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

# **SSR DATA CLASSIFICATION OF ANN PROCESSED PSYCHOLOGICAL TEST SCORES**

## **SUMMARY**

**Key Words:** Sympathetic Skin Response, Fibromyalgia Syndrome, Neural Networks, Psychological Test Scoring

Nowadays, the use of biological signals for the diagnosis of the disease is spreading. Sympathetic skin response received from the body by measuring is one of the biological markers started to be used in the present. There are many methods used today for the examination of biological signals. Among these artificial neural networks (ANN) are very widely used. The data obtained from this study were analyzed by artificial neural network.

Fibromyalgia syndrome is a chronic pain disorder which is difficult to diagnose. With the help of psychological tests, it is tried to diagnose without being 100% accuracy rate. Psychological test scores used in the diagnosis of the disease does not provide full reliability. Fibromyalgia syndrome is a disorder that depends on autonomic nervous system. Sympathetic skin response is also affected by the changes in the autonomic nervous system. Based on this relationship it is aimed at calculating of the percentage of accuracy of sympathetic skin response which can be replaced by psychological test scores. For this purpose, psychological test scores were analyzed by ANN and the percentage of accuracy of relationship with diagnostic parameters was calculated.

In this study, from psychological testing scores, verbal pain scale scores (verbal) and the Beck depression inventory (BDI) were used. It was analyzed by ANN in two different training algorithms. For the determination of relationship between verbal and BDI, the percentages of accuracy of physiological test data and laboratory test data were revealed by analyzing both separately and together. Then, by adding the SSR parameters, the effect of SSR was investigated.

As a result of the studies, it has been found that SSR has an additive effect on Levenberg-Marquardt (LM) training algorithm. It is concluded that SSR has to be taken into consideration while the data used instead of psychological test scores are being considered.

## **BÖLÜM 1. GİRİŞ**

Biyolojik işaretler vücuttaki farklı sistemlerde meydana gelen çeşitli fonksiyonlar sonucu oluşur. Oluşan bu işaretleri direk olarak anlamak mümkün değildir. İçeride oluşan olaylara ilişkin karmaşık bilgiler içermektedirler. Bu işaretlerin anlaşılabilmesi için yorumlanması gerekmektedir.

Biyolojik işaretler, kalp, sinir sistemi, beyin, kas sistemleri ve vücutta bulunan tüm sistemlerle ilgilidir. Hücrede gerçekleşen elektrokimyasal aktivitelerin sonucu olarak oluşan iyon akımları çeşitli vasıtalar ile alınıp yorumlanarak hastalık teşhislerinde tanı olarak kullanılabilir.

Biyolojik işaretlerin varlığı 19. yüzyılın sonlarından beri bilinmekteydi. Fakat alınan bu işaretlerin yorumlanması ve matematiksel olarak ifadesi oldukça zordu. Günümüzde ise matematiksel modele ihtiyaç olmaksızın bilgisayar programlarıyla yorumlanması ve hastalıklarda tanı olarak kullanılabilmesi biyolojik işaretlerin en önemli avantajlarından biridir. Bu vasıtayla biyolojik işaretlerin önemi gün geçtikçe artmaktadır [1-3].

Vücuttan elde edilen biyolojik işaretlerden sempatik deri yanıtı son yıllarda ilgi odağı olmaya başlamıştır. 1960'lı yıllarda insanda ilk klinik uygulamanın ardından ilgi artmıştır. Sempatik deri yanıtı (SSR), derinin herhangi iç veya dış uyararla uyarılmasına karşılık deride meydana gelen anlık ve kalıcı olmayan elektrodermal aktivitedir (EDA). Sempatik deri yanıtı, herhangi bir organ ya da sistemde meydana gelen işlev bozukluğu, deformasyon vb. gibi durumlara göre değişkenlik gösterebilen geçici bir deri potansiyeli değişimidir [4]. Yapılan çalışmalar sonucunda sempatik deri yanıtının otonom sinir sistemiyle ilişkili olduğu tespit edilmiştir [5-7].



Aynı şekilde vücutta meydana gelen değişikliklerden diğeri bir tanesi ağrılardır. En sık rastlanan belirtilerden biridir. Bir ağrının tedavi edildikten sonra nüksetmesine kronik ağrı denir. Kronik ağrı otonom sinir sistemi ile ilişkilidir [8]. Kesin olmamakla beraber son yıllarda Fibromiyalji Sendromunun (FMS) otonom sinir sistemi ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır [4,7,9,10,11].

Fibromiyalji (FM), yaygın kas iskelet sistemi ağrısı, uyku bozukluğu ve yorgunluğun çoğu kez birlikte bulunduğu kronik bir ağrı sendromudur [12]. Temel olarak kasları ve kasların kemiklere yapıştığı bölgeleri etkilemektedir. Kadınlarda daha çok rastlanan bir hastalıktır. Hastalık Fibromiyaljili kişilerde irritabl barsak sendromu, kronik baş ağrısı, depresyon, yanma, acıma, hassasiyet, karıncalanma, üşüme ya da kemirici ağrı gibi değişik şekillerde kendini gösterebilir.

Fibromiyalji hastalığı dünyada kadınlarda %3,5, erkeklerde %0,5 olmak üzere toplumun toplamda %2'sini oluşturmaktadır [12]. Bu oran Türkiye'de ise %3,5'dir.

FMS'nin tanı kriterleri 1977 yılında Symthe ve Moldofsky tarafından geliştirilmiş ve 1980 yılında Yunus ve arkadaşları tarafından Fibromiyalji terimi kullanılarak hastalık tanı kriterleri ve eşlik eden belirtileri tam olarak tanımlanmıştır [13]. Tanımlanan bu bilgiler Amerikan Romatoloji Derneği (ACR) tarafından da kabul görmüştür [14].

FMS tanısı, Amerikan Romatoloji Birliği (ACR - American College of Rheumatology) tarafından 1990 yılında belirlenen kriterlere göre en az 3 aydır süren, vücudun sol yarısında, sağ yarısında, belden aşağı kısımda, belin üst kısmında olan ağrı şeklinde tanımlanan yaygın ağrı ve parmak ile basınç uygulamada (palpasyon) 18 duyarlı noktadan en az 11'inde lokal ağrı olarak konulmaktadır [4,14]. Bununla birlikte FMS ile ilişkilendirilmiş olan psikolojik testler, hastadan laboratuvar ortamında alınan kan örnekleri ve ölçülen fizyolojik test sonuçları da FMS'nin teşhisini desteklemektedir [4].

Ancak tüm teşhis yöntemlerine rağmen FMS'nin teşhisinde [4],

- a) Hastanın psikolojik test skorlarına sözel olarak verdiği cevaplara bağımlı kalınması,
- b) Ağrı eşiğinin insandan insana değişmesi ve bu durumun psikolojik test skorlarında yanıtıcılığa sebep olması,
- c) Hastanın psikolojik durumunun, hastane vb. gibi ortamlarda hastalıktan bağımsız olarak değişmesi,
- d) Vücuttan alınan işaretlerden yeterince faydalanılamaması,
- e) Kan testleri adı verilen laboratuvar test verilerinden ve nabız, cilt ısı, solunum gibi fizyolojik test sonuçlarından yeterince anlamlı sonuçlar çıkarılamaması,

gibi olumsuzluklar başka teşhis yöntemleri üzerine çalışmaları gerekli kılmıştır.

FMS'de SSR değerlerinin incelendiği bir çalışmada hastalarda avuç içi ve ayak tabanından kaydedilen SSR işareti üzerindeki gecikme zaman parametresinin sağlıklı kişilere göre daha uzun olduğu tespit edilmiştir [16].

Yapılan diğer bir çalışmada FMS de kullanılan psikolojik test skorlarından olan Hamilton Anksiyete Testi (HAM-A) ile SSR arasında bir ilişki olabileceği belirtilmiştir [17].

Başka bir çalışmada psikoz hastaları için SSR ve otonom sinir sistemi arasındaki ilişki incelenmiş ve sağlıklı bireylerde SSR psikoz ilişkisi %82 iken hastalarda bu oran %100 olarak tespit edilmiştir [18].

Ahuja ve arkadaşlarının 2003 yılında yaptıkları çalışmada SSR işaretlerinin bilgisayar programlarıyla daha iyi analiz edilebileceğini düşünmüş ve otonom sinir sistemini etkileyen psikolojik ve psikiyatrik hastalıkların teşhisinde kullanılabileceği sonucuna varmışlardır [8].

Bu çalışmalara ek olarak 2012 yılında Özhan ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada FMS ve SSR arasındaki ilişkiyi ayrıntılı bir şekilde incelenmiş ve FMS'nin teşhisinde SSR'nin kullanılabileceğini belirtilmiştir [4-7-9].

FMS'nin teşhisindeki zorluklar ve otonom sinir sisteminde meydana getirdiği değişiklikler ile SSR'nin otonom sinir sistemindeki bozukluklardan etkilenmesinden dolayı FMS ile SSR'nin ilişkili olabileceği düşünülmüştür. Bu bilgiler ışığında çalışmamızda Özhan ve arkadaşlarının çalışmalarında aldıkları veriler kullanılmıştır [4-7-9]. Bu amaçla;

- a) SSR verileri Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizik-Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümünde alınmıştır.
- b) İlgili bölüme başvuran FMS'li hastalarda psikolojik testler yapılmış ve test skorları kaydedilmiştir.
- c) Aynı hastalar için laboratuvar ve fizyolojik testler yapılmış ve kaydedilmiştir.
- d) Gönüllü olan FMS'li hastaların SSR ölçümleri yapılmıştır.
- e) Yapay sinir ağlarında (YSA) verilerin analizi için yine gönüllü olarak sağlıklı hastane personelinin SSR ölçümleri, fizyolojik ve psikolojik testleri yapılmış ve kaydedilmiştir.
- f) Elde edilen hasta ve sağlıklı bireylerin SSR verileri YSA ile analiz edilerek psikolojik test skorları ile arasındaki ilişki incelenmiştir.

Özhan ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada SSR'nin FMS tanısında kullanılması gereken biyolojik bir işaret olduğu sonucuna varılmıştır [4]. Bu bilgiler ve yapılan çalışmalar ışığında SSR'nin psikolojik test skorlarından bazıları için kullanılabileceği kanısına varılmıştır.

FMS tanısında kullanılan psikolojik test skorlarının doğruluğunun kişiden kişiye değişmesi tanı sürecinin sıkıntılı geçmesine sebep olmaktadır. Bu amaçla tez kapsamında yapılan çalışmalar bu sıkıntılı sürecin daha verimli bir tanı sürecine dönüşmesine yardımcı olacaktır. Bu kapsamda psikolojik test skorlarının yerine kullanılabilecek SSR ölçümlerinin önerilmesi literatürdeki önemli bir eksikliği dolduracaktır.

## **BÖLÜM 2. SEMPATİK DERİ YANITI**

### **2.1. Giriş**

Günümüzde tıbbın ilerlemesindeki en önemli etken teknolojidir. Teknolojinin varlığı tıbbın yegâne destekçisi olmuştur. Teknoloji alanındaki ilerlemeler sayesinde hastalık teşhisinde ve tedavisinde kullanılacak sayısız yöntem keşfedilmiş ve geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden biri de insan vücudunun hastalıklara karşı verdiği tepkinin ölçülmesi ve bu ölçümlerle hastalık teşhisinde bulunabilinilmesidir.

İnsan vücudu çok hassas bir yapıya sahiptir. Vücut meydana gelen herhangi bir değişim yine vücutta oluşan bir tepki ile sonuçlanır. Psikolojik ve fizyolojik birçok nedene bağlı olarak insan vücudunda deri direnci değişmektedir [19] ve vücudun her bölgesinde derinin içeriğinin farklı olması nedeniyle bölgelere göre deri direnci farklılık gösterebilir. Örneğin, çiçek polenlerine alerjisi olan biri o ortamda bulunduğu derisinde kaşınma ve kızarmalar meydana gelebilir. Bu da insan vücudunun tepkisini göstermektedir ve olağan dışı bir durumun adeta habercisidir. Aynı şekilde vücutta oluşan psikolojik veya fizyolojik nedenlere bağlı olarak meydana gelen değişimlerde insan deri direnci artmakta ya da azalmaktadır. Vücudun herhangi bir bölgesinde sinirler hasara uğramış ise, o bölgenin yakınındaki deri direnç değerlerinde aşırı bir artış olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, tıp dünyasında deri direnci, hastalıkların erken teşhisinde kullanılan bir yöntem olarak kabul edilmektedir [19,20].

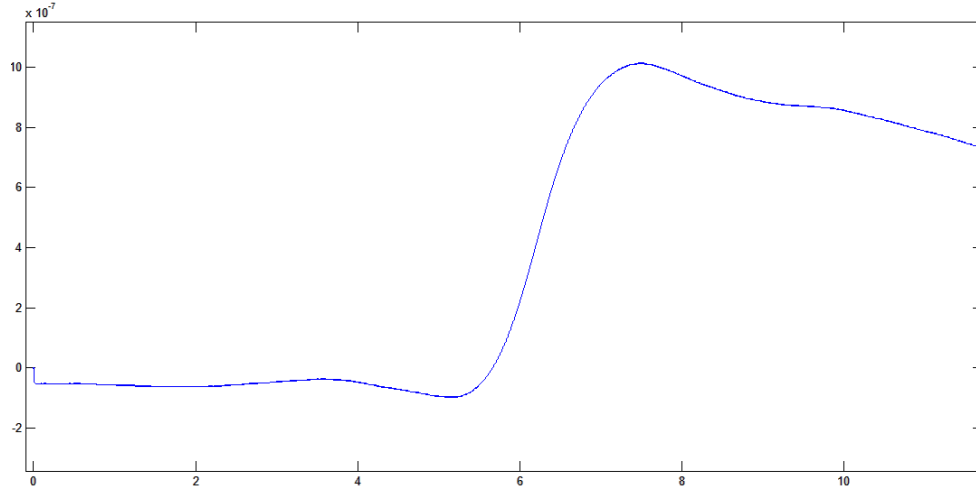
Sempatik deri yanıtı (SSR), derinin herhangi iç veya dış uyararla uyarılmasına karşılık deride meydana gelen anlık ve kalıcı olmayan elektrodermal aktivitedir (EDA).

Farklı uyarılara karşı derinin elektrodermal aktivitesi 19. yüzyılın sonlarından beri bilinmektedir. İlk olarak 1890 yılında Tarchanoff tarafından tanımlanmıştır [21].

Bununla birlikte ilk olarak 1879 yılında Vigouroux tarafından ifade edilmiştir. Daha sonra fizyolojik ve psikolojik araştırmalar başlamıştır [22,23]. Derinin elektriksel olarak aktif olduğu uzun yıllardır bilinmesine rağmen SSR ile ciltteki ter bezleri ilişkisi Tarchanoff tarafından ortaya konulmuştur [24]. Vergaut psikogalvanik refleks fenomenini tanımlanmış, bu da SSR'nin temelini oluşturmuştur [25]. İnsanda ilk klinik uygulama 1960'lı yıllarda yapılmış, 1973'te Goadby ve Downman, 1984'te ise Shahani ve arkadaşları otonom sinir sistemi bozukluğu olan bazı hasta gruplarında SSR'yi incelemişlerdir [25]. Bu alana ilgi Shahani (1984) ve Knezevic (1985) tarafından cerrahi müdahale gerektirmeyen metotların geliştirilmesiyle artmıştır [26,27]. Elektrofizyoloji laboratuvarında SSR kayıt uygulamaları ilk olarak 1984 te Shahani ve ardından 1985 de Knezevic tarafından yapılmıştır [26,27].

Bu zamana kadar elektrodermal aktiviteye birçok isim verilmiştir. İlk zamanlarda fikir birliği olmamakla birlikte galvanik deri yanıtı veya psikogalvanik olarak kullanılmıştır. 1970 ve 1980'lere gelindiğinde bu yanıt elektriksel deri potansiyelleri olarak kayıt edildiğinde endosomatik, dışarıdan uygulanan elektrik akımına karşı deri direncinde değişiklik olarak kayıt edildiğinde eksosomatik olarak isimlendirilmiştir [21]. Literatürde elektrodermal aktivite [22], elektrodermal cevap [23], psikogalvanik refleks [28], galvanik deri yanıtı [29], periferik otonom yüzey potansiyeli (periph al autonomic surface potential) [26] ve en sık kullanılan sempatik deri yanıtı [27] şeklinde geçmektedir. 1984 yılında Shahani, sempatik deri yanıtı adını ilk kez kullanmıştır [27].

Deride iki farklı türde elektrodermal aktivite olduğu bilinmektedir. Bunlar sempatik deri direnci ve sempatik deri yanıtı olarak isimlendirilir. Sempatik deri direnci ölümünde ölçülecek deri bölgesinin iki ayrı noktasına birer yüzey elektrotu yerleştirilir. Seçilen bölge genelde deri direncinin en düşük olduğu avuç ileri ve ayak tabanlarıdır. Ardından bir dış kaynak vasıtasıyla yüzeyden akım geçirilerek ölçüm değerleri ile deri direnci hesaplanır.



Şekil 2.1. Normal SSR Örneği [Volt/Saniye]

Diğerinde ise psikolojik ya da fizyolojik uyarılarla deride oluşan potansiyel, osiloskop yardımı ile kaydedilir. Kayıt altına alınan bu verilere ise sempatik deri yanıtı denir. Hastalık teşhisinde sık sık kullanılan bir yöntemdir. Deri, otonom sinir sistemi ile ilişkili olduğundan istemsiz vücut aktiviteleri ile direnci değişmektedir. Örneğin gözlerin açılması, öksürme, sesli uyarı ve ani değişimler deri direncini doğrudan etkilemektedir. Deri direncine bağlı olarak da sempatik deri yanıtını doğrudan etkilemektedir. Sempatik deri yanıtı ağrı, dokunma ve sıcak değişimleriyle de ortaya çıkarılabilir [25].

## 2.2. Yapısı

### 2.2.1. Latans ve genlik

Latans, uyarıdan ilk sapmaya kadar geçen süredir. Genlik ise ter bezlerindeki iyon hareketlerine bağlı olarak gelişen cilt yüzeyindeki potansiyel değişimidir [30,31,32]. Latansın birimi milisaniye (ms), genlik birimi ise mikrovolttur ( $\mu\text{V}$ ).

Aramaki, kollar için normal latansı: 1150-2570 ms genliği: 1500-2200  $\mu\text{V}$  olarak bildirmiştir [33]. Bacaklarda latans daha uzun, genlik daha düşük olarak bulunmaktadır.

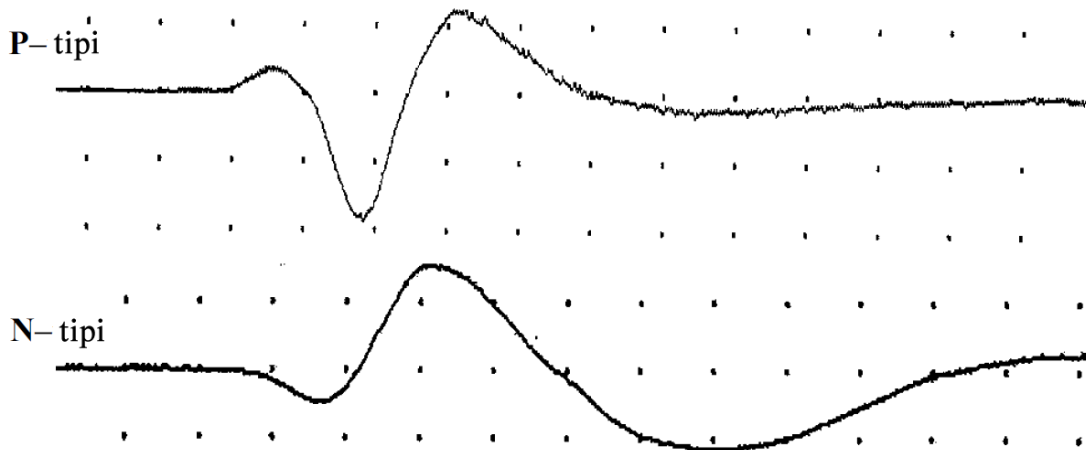
SSR genelde negatif faz ile başlayan ardından pozitif faz şeklinde devam eden bir işarettir. İşaretin dalga yapısı farklı olabilir. Özellikle genlik değerlerinin normal

kişilerde bile çok değişkenlik göstermesi nedeniyle standardize edilmesi çok güçtür [32]. Çoğu yazar, en büyük 5-6 genliği ve latansın ortalamasını almayı önermektedir [26,27,34].

Sağlıklı bireylerde elden alınan latans değerleri bacaklardan alınan latans değerlerine göre oldukça düşüktür [27,35,36]. Genlik değerleri karşılaştırıldığında ellerin değerleri bacaklara göre oldukça yüksektir [27,35,36].

### 2.2.2. Tipi

P tipi ve N tipi olmak üzere maksimum genlik ile dalga polaritesine göre 2 tip dalga formu vardır. Sağlıklı bireylerde genellikle P tipi dalga formu mevcuttur [28,37]. Şekilde sempatik deri yanıtının P ve N tipi dalga formları gösterilmektedir [21].



Şekil 2.2. P ve N tipi sempatik deri yanıtı dalga formları [21]

Sempatik deri yanıtı genelde negatif ve pozitif fazlardan meydana gelir. Negatif fazın kaynağı ter bezidir. Pozitif fazın kaynağı ise tam olarak saptanamamıştır. Ter bezlerinin boşluğuna yerleştirilen mikroelektrotlarla yapılan kayıtlarda pozitif fazın olmadığı yalnız negatif fazdan oluşmuş yanıtlar elde edilmiştir. Bu da ter bezlerinin, yanıtın negatif fazını oluşturduğu tezini desteklemektedir [39].

Yanıt ellerde sıklıkla iki fazlı veya üç fazlı, bacaklarda iki fazlı, nadiren de tek fazlıdır. Sağlıklı erişkinlerin %40'ından fazlasında, ellerden alınan kayıta başlangıçta düşük genlikle negatif bir dalgayı daha yüksek genlikle pozitif bir dalga

takip eder. Başlangıçta yüksek genlikli negatif bir dalga veya nadiren pozitif bir dalga görülebilir [39].

### 2.3. Ölçüm Teknikleri

SSR birçok elektrofizyoloji laboratuvarında ve klasik bir EMG cihazı ile basit ve hızlı bir şekilde kaydedilebilir. Pek çok yöntem tanımlanmıştır ve tüm uzuvlarda inceleme yapılabilir [40]. Literatürde yapılan çalışmalarda apış arası, genital bölge, orta parmak, baş parmak ve ayak parmakları gibi yerlerden ölçüm yapılmıştır [41,42,43]. Kollar için aktif elektrotlar avuç içine, bacaklar için ayak tabanına yerleştirilirken referans elektrotlar vücudun sırt kısmına yerleştirilir [39,40]. Genelde kayıt için deri direncinin en düşük olduğu avuç içi ve ayak tabanı tercih edilir. Kayıt sırasında Ag-AgCl elektrotlar kullanılır.

Uyarı çok farklı şekillerde olabilir. Bunlar öksürme, derin nefes alma, yüksek bir ses, periferik sinirlerden elektriksel, manyetik veya lazer uyarısı verilmesi, derinin üstüne vurulması, soğuk basınç testi, deri altı enjeksiyonu veya ışık şeklinde olabilir. Bununla birlikte en sık uygulanan bir periferik sinirin elektriksel uyarımıdır. Uyarı genellikle kayıt bölgesinin karşı yarısındadır. Elektriksel uyarı genellikle tek uyarı şeklinde 0,1-0,5 ms süresinde ve rastgele uygulanır. Uyarıya alışmadan kaçınmak için iki uyarı arası süre en az 30-60 sn olmalıdır [39]. Testin toplam süresi 15 dakikayı geçmemelidir [44]. Uyarı şiddeti normalde 10-30 mA arasındadır fakat hastaların uyarının şiddetine karşı toleranslarına göre uygulanmalıdır. Uyarıya alışmadan kaçınmak için ortalama latans yanıtı diğer bir yanıtta farklı olabileceği için uygulanmamalıdır [39]. Düşük frekans filtresi 0,5 Hz ya da altında, üst frekans filtresi ise yaklaşık 2000 Hz olmalıdır [40]. SSR alınamaması merkezi sempatik sinir sistemine bağlı olabilir [45].

Yapılan çalışmalarda SSR'nin kişiler arası farklılıklarının yanı sıra aynı kişide bile yanıtın sürekli değişiklik gösterdiği gözlenmiştir [30,32,46]. Bu nedenle klinikte önemli olan yanıtın varlığı ya da yokluğudur [32,39,46]. Art arda verilen 10 uyarı sonrasında yanıt alınmadığında yanıt yok kabul edilir [18]. Kollar ve bacakların



birinde yanıt yoksa veya sağ sol arasında % 50 genlik farkı varsa sonuç anormal kabul edilir [47].

Özellikle genlik, iç veya dış birçok faktörden (emosyonel durum, nefes alıp verme ve çevre özellikleri gibi) kolayca etkilenebilmektedir. Bu yüzden SSR'nin genlik parametresi sempatik aktivite düzeyinde belirlenmesi açısından çok güvenilir bir parametre değildir.

Resende ve arkadaşları [48] yutma, göz kırpma, eklem hareketleri, ısırma, ışık uyarısı, ses ve sfinkter kasının kasılmasının SSR'yi uyarabildiğini belirtmiştir [48].

## **2.4. Etkileyen Faktörler**

Sempatik deri yanıtı değerlendirilirken yanıtı etkileyen birçok etken göz önünde bulundurulmalıdır. Aksi halde yapılan çalışmalar küçük bir hata yüzünden boşa gidebilir.

### **2.4.1. Alışkanlıklar**

Tekrarlanan uyarılarda SSR'nin genliğinin azaldığı gözlemlenmiştir [21]. Aramaki 3. ardışık uyarıdan sonra genlikte önemli derecede azalma tespit etmiştir [21,33]. Ellie ve arkadaşları yaptıkları çalışmada SSR'nin genlik değerinin 60 dakikadan sonra ilk değerinin %50 sine eşit olduğunu gözlemlemiştir. 15-20 dakikalık bir çalışmada genlik değerinde önemli bir düşüş meydana gelir [21,33]. Ayrıca uyarılar kısa aralıklarla verildiği takdirde alışkanlık yaptığı tespit edilmiştir [21,33]. Bu yüzden çalışmaların ortalama 15 dakika ve uyarıların düzensiz olarak ve aralarında en az 30 - 60 sn olmak üzere uygulanması önerilir.

### **2.4.2. Cinsiyet, yaş, kilo**

Yaşın SSR'nin üzerinde etkisi olduğu konusunda farklı görüşler mevcuttur. Yapılan bir çalışmada SSR'nin genliğinin yaşa bağlı olduğu görülmüştür [39]. Farklı bir araştırmada ise sağlıklı 100 birey arasında yapılan çalışmada Drory ve arkadaşları yaşlılarda genlik değerinin oldukça düşük olduğunu tespit etmiştir. Fakat latans

değerlerinde hiçbir değişim gözlemlenmemiştir [49]. Drory'nin çalışmasında genlikte değişimler gözlenmesine karşın Baba ve arkadaşları 45 sağlıklı bireyde yaptıkları araştırmada genlik değerinde önemli bir değişme gözlemlenmemiştir [50].

SSR de işaretin varlığı ya da yokluğu değerlendirme kriterlerine göre gözlemlenir. Drory ve arkadaşları 60 yaş üzerindeki sağlıklı bireylerde yaptıkları araştırmada kollardan ve bacaklarından alınan verilerde SSR'nin %50 ve %70 civarında yokluğunu gözlemlenmiştir. 60 yaş altındaki sağlıklı bireylerde ise %100 SSR'nin varlığını tespit etmiştir. Fakat Braune ve arkadaşları 60 yaş üzerindeki sağlıklı bireylerde de %100 olarak SSR'i gözlemlenmiştir [51].

### 2.4.3. Uyarı yöntemleri

Sıklıkla kullanılan bir uyarı şekli 65-105 dB şiddetinde çift kulaklık aracılığıyla bir çıt sesi [52,53] veya elektrik ile birlikte çıt sesinin uygulanmasıdır [54].

Ellie ve arkadaşları sesle uyarı ve orta kontralateral sinirinin elektriksel uyarımı ile elde ettikleri SSR genlik ve latans değerlerinde önemli bir değişiklik tespit etmemişlerdir [35,55]. Aynı durum Satchell ve Seers tarafından da gözlemlenmiştir.

Sempatik deri yanıtının, periferik sinirlerin, beynin direk manyetik etki ile uyarılmasıyla da elde edilebileceği düşünülüyor [56,60]. Ayrıca nadiren de olsa irkiltme uyarısı [61] ile, derinin lazer ile uyarılması [62,63] ve göğüs kafesinin parmak ile vurularak [percussion] uyarılması [34] da rapor edilmiştir.

Ayrıca Denišlić ve Meh elektriksel uyarı ve göğüs kafesine parmak ile vurularak elde ettikleri mekaniksel uyarı ile SSR'nin genlik ve latans değerlerinde önemli bir değişme gözlemlenmemiştir. Shahani ve arkadaşları derin nefes alma uyarısının periferik sinirin elektriksel uyarısı ile karşılaştırıldığında SSR'nin genliğinde önemli bir farklılık gözlemlenmiştir [27]. SSR kişinin dikkat seviyesiyle yüksek oranda ilişkilidir. Derin soluk alma veya birden fazla eş zamanlı uyarı (elektrik veya akustik) yanıtın genliğini artırabilir [44].

Yanıtın şekli ve latansı uyarı tipinin ve yerinin değişmesinden anlamlı olarak etkilenmemektedir [39]. Ancak kayıt yerine göre latanslar değişebilir. Örneğin ayak tabanından elde edilen latanslar kollara göre daha uzundur [33,46,47]. SSR latansında biyolojik saatin etkili olduğu rapor edilmiştir. Sabahları elde edilen ortalama latans, öğle ve akşam elde edilenden daha kısadır [39]. Sabah saatlerinde insan vücudunun daha enerjik olduğu düşünülebilir.

Ayaktan elde edilen SSR genellikle iki fazlıdır. Genellikle elden alınan yanıtın genliği ayaktan fazladır. Genlik değişkendir ve birkaç milivolta ulaşabilir, SSR için uyarı sık aralar ile verilirse genlik küçülür ama latans değişmez [27,35,64,65].

Antihipertansif ve antikolinergik ilaçların kullanılması, ortam ısısı, uyarı frekansı, kişiler arasındaki terleme miktarının farklı olması ve kan elektrolitlerinden etkilenmesinden dolayı latans ve genlikler oldukça değişken olabilir ve anormalliğin gösterilmesini olumsuz yönde etkileyebilir [30].

#### **2.4.4. Vücut sıcaklığı**

SSR potansiyeli çevre ısısından, deri potansiyel seviyesinden, deri ısısından, uyarı şiddetinden, mental durumdan, ani uyarıdan, tekrarlayan uyarılara bağlı alışmadan etkilenir.

SSR latansı ve genliği vücut sıcaklığı ile lineer bir ilişki içerisindeydir. Örneğin cilt ısısında 1°C'lik artışın, genlikte % 8.5'lik artışa neden olduğu, latansda ise değişiklik oluşturmadığı saptanmıştır [30].

Ölçüm yapılmadan önce sabit oda sıcaklığında 15-20 dakika beklenmelidir. Uzuvların lokal olarak ısıtılması önerilmez. Aksi halde ter bezlerinin depolarizasyonuna sebep olabilir ve bu da SSR'deki genlik değerini azaltır [35,66].

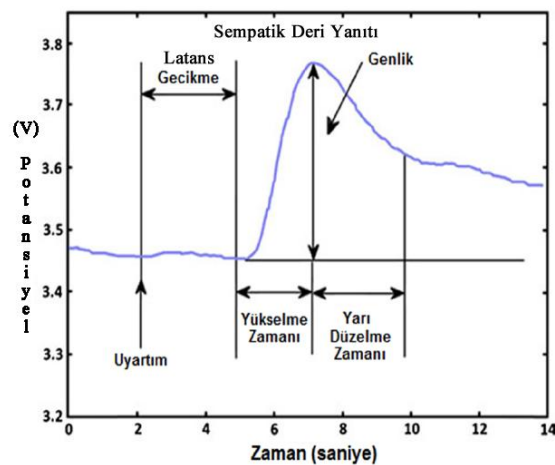
Sıcaklığın latans ve genlik üzerine etkisiyle ilgili birçok çalışma vardır; deri ısısının azalmasıyla SSR latansında uzama ve genliğinde düşüklük olduğu saptanmıştır. Bu nedenle SSR çalışmaları sıcaklığı 22-24°C ve üstünde olan loş, sessiz bir odada, kişi sırtüstü pozisyonda, gevşek ve uyanık yatıyorken yapılmalıdır [39,44,67,68,69].

## 2.5. Değerlendirme Parametreleri

Literatürde hala SSR yanıtın kaydında ve değerlendirilmesinde yapılması gerekenlerle ilgili ortak bir karar yoktur. İki farklı yaklaşım vardır. İlki patolojik işaret olarak SSR işaretinin yokluğu nitel gözlem olarak kabul edilmesidir [70,71,72]. Diğeri ise nicel değerlendirmedir. Bir başka yazar grubu latans değişimlerinin az olması nedeniyle sadece latans ölçümlerini kabul etmiştir [34,71]. Bir başka grup ise sadece genliğin ölçülmesini tercih etmiştir. Çünkü işaretin başlangıcından sonraki ilk yavaş sapmanın tam olarak belirlenemediğini düşünmektedirler [50].

Bazı yazarlar yanıtın ortalamasını almışlardır [26,27,34]. Ancak bu ortalama yanıt SSR, şekli ve alışkanlıklardan dolayı değişir [50]. Bazı yazarlar tecrübelerine dayanarak ilk uyarılma yanıtının latans ve genlik değerlerinin mutlak değerini almışlardır. Bazıları da en yüksek genlik ve en düşük latans değerlerinin mutlak değerini almışlardır [73,74]. Bazı yazar grupları da birkaç ardışık ölçümün ortalamasını almayı tercih etmişlerdir [75].

Aşağıda kısaca tanımları verilen SSR'nin tepki gecikme süresi ve maksimum genlik parametreleri şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2.3. Örnek bir SSR dalga şekli [84]

### 2.5.1. SSR tepki gecikme süresi (SSRLt)

SSR verilerinin incelenmesi ile ilgili çalışmalarda en çok kullanılan parametre tepki gecikme süresidir. İncelemeler sonucunda en anlamlı sonuçlar bu parametreden elde edilmiştir [4]. Şekil 2.3.'de gösterildiği gibi SSR tepki gecikme süresinin başlangıç noktası belirlenirken uyarı bitiş noktası baz alınır. Uyarının verilmesiyle deride yayılması ve geri tepkinin elektrotlarla alınması zamanına kadar geçen süre gecikme olarak kabul edilir.

### 2.5.2. Maksimum genlik (SSRMaxA)

SSR ölçümlerinin kullanıldığı çalışmalarda en çok kullanılan parametrelerden biri de SSR dalga formlarından elde edilen ortalama genlik değerleridir. Fakat çalışmamızda maksimum genlik alınmıştır. Verilen uyarılar sonucu uyarı verilen bölgede aşınma ve vücudun uyarıya alışması sonucu genlik değeri azaldığından maksimum genlik alınması tercih edilmiştir.

### 2.5.3. İki uyarım arasında geçen süre (SSRTT)

Yapılan çalışmada bu parametre, SSR ölçümü için uygulanan bir darbe ile bu uyarımı takip eden ikinci darbe arasında geçen süre olarak alınmıştır.

## 2.6. Klinik Uygulamalar

Derinin elektriksel aktivitesindeki değişimler, ilk olarak 1888'de bir Fransız Nöroloğu olan Charles Fere tarafından gözlenmiştir [76]. Fere, deriden bir DC akım geçirmiş ve oluşan elektriksel değişiklikleri kaydedilmiştir. Bu uygulamanın kısa sürede elektrot polarizasyonuna neden olduğu görülmüştür. Polarizasyon etkisini en aza indirmek için bir AC akım kaynağı kullanılmaya başlanmıştır. Elektrot polarizasyonu yine de oluşur ama bu istenmeyen etki Ag/AgCl elektrotlar ve uygun elektrolit kullanılarak daha da azaltılmıştır [77].

Fere'nin prosedürü deri yüzeyinde iki küçük elektrot arasından geçen ve kişiye çeşitli uyarılar sunulduğu zaman gözlemlenen EDA değişimlerini içermektedir. Deri

iletkenliğindeki artış bir galvanometre yardımıyla ölçülmektedir. Bu fenomen psikogalvanik refleks (PGR) olarak adlandırılmış ve daha sonra da GSR (galvanik deri yanıtı) almıştır.

Yöntem ve teknik ile ilgili standardizasyon çalışmaları 1967 yılında Edelberg ve Venables tarafından başlatılmıştır [78]. 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 [79]. Bugün elektrodermal aktivite (EDA), başta psikofizyoloji ve nöropsikoloji olmak üzere, pek çok alanda kullanılan bir yöntemdir. Elektrodermal aktivite gün geçtikçe artan oranda parapsikolojik araştırmalara da konu olmaktadır [80].

İnsanlar üzerindeki klinik uygulamalar 1960'lı yıllarda başlamıştır. 1973'te Goadby ve Dowman, 1984'te ise Shahani ve arkadaşları disotonomik bazı hasta gruplarında SSR'nı incelemişlerdir [25].

Yüz bölgesinin sempatik deri yanıtlarıyla ilgili çok az sayıda çalışma mevcuttur [81], normal bireylerde yüz ve ense sempatik deri yanıtlarıyla ilgili yapılan bir çalışma, yakın zamanda Yıldız SK ve arkadaşları tarafından yayınlanmıştır [82].

Yapılan bir çalışmada EDA'nın solunum sistemini etkilediği belirtilmiştir [80]. Solunumdaki ani düzensizlik seyrinden kaynaklanan EDA etkisinin olup olmadığı incelenmiş, etki büyüklüğü orijinal değerlerin %30-%77 arasına düştüğü gözlenmiştir.

2011 yılında Özkan ve arkadaşları fibromiyalji sendromunun teşhisinde kullanılan laboratuvar testlerinin sempatik deri cevabı parametreleriyle desteklenerek teşhis doğruluğunun artırılması çalışmasını yapmışlardır. Çalışmada yalnız laboratuvar test verileri ile YSA analizi doğruluk başarı oranı %68,2 ve yalnız SSR parametreleri ile desteklenerek yapılan benzetimde %54,5 iken laboratuvar test verilerinin SSR parametreleri ile desteklenerek yapılan benzetimde bu sonuçlar %86,4 olarak arttığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak SSR'nin tek başına ayırt edici parametre olamayacağı,

SSR verilerinin laboratuvar testlerine eklenerek YSA ile analiz edilmesi sonucunda elde edilen %86,4'lük teşhis doğruluk yüzdesi ise SSR'nin destekleyici unsur olarak doğruluk yüzdesini arttırdığı ve daha anlamlı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir [15].

Ülkemizde yapılan bir araştırmada refleks sempatik distrofi sendromlu (RSDS) olguların SSR kayıtlarında tutulan kol ve bacaklarda sağlam tarafa göre genlikte artış, latansda kısalma tespit edilmiştir [80].

2011 yılında Milanlıoğlu ve arkadaşları sempatik deri yanıtını kullanarak baş ağrısız dönemdeki migren hastaları ile kontrol grubundaki bireylerin sempatik sinir sistemi profilinin karşılaştırılması çalışmasında şu sonuca ulaşmışlardır. Migrenler, baş ağrısız dönemde daha uzun sempatik deri cevabı latansına sahiptir ki bu durum migrenlilerde kontrollere göre sempatik hipofonksiyonun olduğunu ortaya koymaktadır [75].

2005 yılında Aygül ve arkadaşları normal bireylerde farklı dalga formları arasında latans, genlik ve alısmada farklılık olup olmadığını araştırmak için yaptıkları çalışmada elde ettikleri verilere göre SSR'ları genlik ve latansın normal aralıkları tanımlandığında dalga formu paternlerinin de göz önüne alınması gerektiğini telkin etmektedir. Yine genlik ve latans değerleri karşılaştırılmadan önce hasta ve kontrol gruplarında SSR dalga tipi desenlerinin dağılımlarında eşitliğin saptanması tavsiye edilir [37].

Doğramacı ve arkadaşları, vitiligo hastalarında sempatik deri yanıtı testini kullanılarak sempatik sinir sistemi bozukluğu değerlendirmek için yaptıkları çalışmada; vitiligo hastalığının sempatik deri yanıtı üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını tespit etmiştir [84].

Çakır ve arkadaşları fibromiyalji sendromlu hastalarda sempatik deri yanıtı ve F dalgasının değerlendirilmesi çalışmasında, fibromiyalji sendromu'nda otonomik fonksiyon bozukluğu mevcut olup olmadığını belirlemek amacıyla sempatik deri yanıtı (SSR) ve F dalgasının elektronöromiyografik incemesi yaptı. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında FMS'li hastaların her iki tarafta da daha yüksek SSR genlik

değerlerine ve daha düşük latans değerlerine sahip olduğu tespit edildi ( $p<0.05$ ). Sonuç olarak FMS'li hastaların sempatik sinir sistemde otonom fonksiyon bozukluğu gösteren bir değişiklik olduğu saptandı [85].

Son yıllarda sempatik deri yanıtı (SSR) konusunda yoğun çalışmalar olmuş ve çarpıcı gelişmeler meydana gelmiştir. Yapılan çalışmalar SSR'nin geleceğinin parlak olduğunu göstermektedir. Otonom sinir sistemine bağlı hastalıkların teşhisinde gelecek vadetmektedir.

## **2.7. Sempatik Deri Yanıtı, Otonom Sinir Sistemi ve Fibromiyalji Sendromu Arasındaki İlişkisi**

Çakır ve arkadaşlarının fibromiyalji sendromunda otonomik fonksiyon bozukluğu mevcut olup olmadığının belirlenmesi amacıyla sempatik deri yanıtı ve F dalgasının elektronöromiyografik incelemesi yaptı. Yapılan çalışmada kontrol grubu ile karşılaştırıldığında FMS'li hastaların her iki tarafta da daha yüksek SSR genlik değerlerine ve daha düşük latans değerlerine sahip olduğu tespit edildi. Bu yüzden yapılan çalışma FMS'li hastaların sempatik sinir sisteminde otonom fonksiyon bozukluğu gösteren bir değişiklik olduğunu desteklemektedir [85].

1975'de Moldofsky ve arkadaşları uykunun nonREM dönemindeki bozukluğu tanımlayarak, fibrositiste merkezi sinir sistemi tutulumu olabileceği fikrini ileri sürmüşlerdir [86].

Fibromiyaljideki hassas noktalar ile psikolojik durum arasındaki ilişkiyi araştıran bir çalışmada hassas noktalarla psikolojik distres ve özellikle somatizasyon arasında ilişki saptanmıştır [87]. Bu bozuklukların ortaya çıkışında ebeveyn yoksunluğu, olumsuz çocukluk çağı deneyimlerinin rol oynayabileceği ileri sürülmüştür. Savaş sonrası askerlerde fibromiyaljiye sık rastlanması, savaşın yoğun stresinin yatkın kişilerde hastalığın ortaya çıkmasına yol açtığı şeklinde yorumlanmıştır [88].

Fibromiyaljide sempatik hiperaktivite, parasempatik hipoaktivite ve farklı uyaranlara karşı sempatik cevapta azalma gibi otonom sinir sistemi bozukluklarına sık



rastlanmaktadır [12]. Ancak tüm bu bozukluklar fibromiyaljiye özgü olmayıp kronik ağrılı birçok durumda saptanmaktadır.

## **BÖLÜM 3. FİBROMİYALJİ SENDROMU**

### **3.1. Fibromiyalji Sendromu Tanımı**

Fibromiyalji sendromu (FMS), daha çok bayanlarda rastlanan, yaygın ağrı şeklinde hissedilen, uyku düzensizliği, yorgunluk gibi belirtilerin de eşlik ettiği kronik kas-iskelet sistemi hastalığıdır [24]. Sık rastlanılan bir hastalık olmasına rağmen sebebi bilinmemektedir. Ancak stres, kaygı, depresyon, dinlendirmeyen uyku ve bazı romatizmal ve hormonal hastalıklarla ilişkisi olabileceği düşünülmektedir [85].

Hastalığa neden olan etkenler tam olarak bilinmemekle birlikte genetik olarak eğilimde olduğu düşünülmektedir. Bazı enfeksiyonların, fiziksel ve psikolojik travmaların fibromiyaljiyi tetiklediği düşünülmektedir [12].

### **3.2. Teşhis**

Fibromiyalji hastalığında tanı koydurucu özgün bir laboratuvar testi yoktur. Röntgen filmleri, kan tahlilleri ve kas biyopsileri normaldir. Hastalığa eşlik eden romatizmal bir hastalık yoksa romatizma testleri de negatiftir. Laboratuvar incelemeleri daha çok benzer hastalıklardan ayırırda önemlidir. Teşhis tamamen hastanın ifadesine ve doktorun muayenesine göre konulur.

FMS için teşhis kriterleri 1977 yılında Smythe ve Moldofsky tarafından belirlenmiş, ardından 1980 yılında Yunus ve arkadaşları tarafından Fibromiyalji terimi tanımlanarak teşhis kriterleri ve eşlik eden durumlar tanımlanmıştır [13,89]. Nihayetinde teşhis için 1990 yılında Amerikan Romatoloji Derneği (ACR) tarafından belirlenen kriterler kabul edilmiştir [14]. Buna göre bir hastaya FMS demek için ağrıların en az 3 ay sürmesi, sabah yorgunluğu ve vücuttaki 18 hassas noktadan 11'inde süregelen yaygın bir ağrının bulunması gerekir [14-89].

### 3.3. Fibromiyalji Sendromu ve Cinsiyet

Fibromiyalji tanısı olan hastaların %80-90'ını kadınlar oluşturmaktadır [12]. Yetişkinlerde toplumun %2 oluşturmaktadır [12].

### 3.4. Fibromiyalji Sendromuna Eşlik Eden Belirtiler

Hastalığa eşlik eden belirtiler genelde soğuk nemli hava, stres, fiziksel ve ruhsal travmalar, hormonal değişiklikler, uzun süreli belli pozisyonda çalışma gibi nedenlere bağlı olarak ortaya çıkmakta ve artmaktadır.

#### 3.4.1. Kas işlevi bozuklukları

Hastalığın temeli olan ağrılar, kaslarda gerilmelere ve kasların kısmi olarak hasar almasına neden olmaktadır. Ayrıca hastalarda kuvvet azalır ve kas oksijen gerilimi sağlıklı bireylere göre daha düşüktür [89].

#### 3.4.2. Otonomik fonksiyon bozukluğu

Fibromiyaljili hastalarda cinsel isteksizlik erken boşalma görülebilir. Özellikle kadınlarda aile içi huzuru bozacak kadar kötü duruma gelebilir. Yapılan bir çalışmada FMS'li hastalarda genital bölgedeki bulguların otonom sinir sistemi anormalliği gösterdiği tespit edilmiştir [91].

#### 3.4.3. Uyku bozukluğu

Hastalarda bacaklarda çıkan garip ağrılar uykuya dalmayı engellemekte ve uyku sırasında sık sık uyanmalara neden olmaktadır. Bu nedenlere bağlı olarak da yorgun uyanmalar oluşmaktadır. Dinlendirmeyen uykular hastaların en önemli sorunlarından. EEG'de kaydedilen düşük frekanslı, yüksek genlikli delta dalga uykusunun yerini, uyanma sırasında ve hızlı göz hareketi (REM) sırasında görülen yüksek frekanslı düşük genlikli alfa dalgaları alır [89-92]. Alfa dalgaları rahatlatmayan uykuya sebep olmaktadır [89-93].

### 3.4.4. Ağrı modülasyon bozukluğu

En sık görülen yakınmalardır. Hastalığın temelini oluşturur. Hastalar genelde boyun sırt ve bel ağrılarında yakınmaktadırlar fakat yerini tam olarak tespit edememektedirler. Olumsuz psikolojik etkenlere bağlı olarak ağrı şiddeti de değişebilmektedir [90].

### 3.4.5. Psikolojik etkenler

Psikolojik stresin kronik ağrılara sebep olduğu çoğu çalışmada mevcuttur. Fibromiyaljideki hassas noktalar ile psikolojik etkenler üzerindeki araştırmada aralarında bir ilişki olduğu tespit edilmiştir [12-87]. Bu bozuklukların ortaya çıkışında anne baba olmayışı ve kötü geçirilmiş çocukluk çağı olabileceği düşünülmektedir [12]. Ayrıca savaş sonrası askerde fibromiyaljinin sık rastlanması yoğun stresin temel etken olduğunu göstermektedir [12-88]. Ayrıca psikiyatri hastalarında da yaygın ağrı görülme sıklığı artmaktadır.

### 3.4.6. Yorgunluk

En çok şikâyet edilen konu olup sabahları daha fazladır. Sabah yorgun kalkma günü boyu devam eden mutsuz psikolojik ortamın hazırlayıcısıdır. Yorgun kalkış kalitesiz bir uykunun da göstergesidir. Sabah yorgunluğu fibromiyalji hastaların %75'inde sıklıkla görülmektedir [89].

## 3.5. Fibromiyalji Sendromunu Değerlendirme Testleri

FMS teşhisi için bazı testler gereklidir. Bunları aşağıdaki gibi açıklanabilir.

### 3.5.1. Psikolojik durum değerlendirme testleri

Sıklıkla kullanılan testler şu şekildedir.

- a) Görsel Analog Skala Ağrı Skoru (VAS)
- b) Verbal Ağrı Skalası (VERBAL)

- c) Fibromiyalji Etki Sorgulaması (FES)
- d) Beck Depresyon Envanteri (BDI)
- e) Beck Anksiyete Envanteri (BAI)
- f) Hamilton Anksiyete Testi (HAM-A)
- g) Hamilton Depresyon Değerlendirme Ölçeği (HAM-D)
- h) Toplam Myaljik Skoru (TMS)

Bu tez çalışmasında Verbal Ağrı Skalası (VERBAL) ve Beck Depresyon Envanteri (BDI) kullanılmıştır.

### **3.5.1.1. Verbal ağrı skalası (VERBAL)**

Ağrı şiddetlerinin sınıflandırılması amacıyla;

- 0: Ağrı Yok
- 1: Hafif Ağrı
- 2: Orta Şiddetli Ağrı
- 3: Şiddetli Ağrı
- 4: Dayanılmaz Ağrı

olmak üzere ağrı skalasını gösteren bir ölçüttür.

### **3.5.1.2. Beck depresyon envanteri (BDI)**

Depresyon durumları için depresyon seviyesini ölçen bir envanterdir. Beck ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş kişinin ruhsal durumunu ölçen 21 soruluk bir testtir. Türkçeye çevrilmiş ve güvenilirlik çalışmaları tamamlanmıştır. Her soru için 4 cevap vardır ve cevapların puanlaması 0 – 1 – 2 – 3 şeklindedir. Puanlamaya göre;

- 0 – 13 : Depresyon Yok
- 13 – 24 : Orta Derece Depresif Yakınmalar
- 24 – 63 : Yoğun Depresif Yakınmalara

olarak tanımlanmaktadır [4].

Çalışmamızdaki verileri içerisinde 0-13 arası toplam 42, 13-24 arası toplam 40, 24-63 arası toplam 4 adet verimiz bulunmaktadır. 24-63 arası verilerin sayısının az olması nedeniyle 13-24 ile birleştirilerek kullanılmıştır. 4 tane veri ile sınıflanma işlemini yapmak mümkün değildir. Verilerin az olması hem doğruluk yüzdelerini düşürecek hem de sağlıklı bir işlem olmayacaktır.

### **3.5.2. Fonksiyonel etkilenme ile ilgili testler**

Fizyolojik testler olarak da tanımlanabilir. Bunlar;

- a) Cilt Isısı
- b) Nabız
- c) Solunum Sayısı

dır.

### **3.5.3. Laboratuvar testleri**

FMS hastalarında birçok anormal laboratuvar sonuçları rapor edilmesine rağmen bunlar FMS teşhisi için test olarak kullanılabilir düzeyde yeterli değildir. Tezde kullanılan laboratuvar testlerindeki parametreler aşağıdaki gibidir.

Tablo 3.1. Sağlıklı bireylerdeki kan değer aralıkları [4]

Test Adı	Kısaltması	Normal Değerler
C reaktif protein testi	CRP	0-3 mg/l
Romatoid faktör	RF	0-15 IU/ml
Beyaz kan hücresi sayısı	SEDİM	Yaşa ve cinsiyete göre değişken (7-25mm/s)
Sedimentasyon testi	WBC	$5,2 \cdot 10^3$ - $12,4 \cdot 10^3$ / $\mu$ l
Hemoglobin miktarı	HG	13,6-17,2 g/dl
Hemoglobin platelet (trombosit)	PLT	$156 \cdot 10^3$ - $373 \cdot 10^3$ / $\mu$ l

### 3.6. Fibromiyalji Sendromunda Tedavi

Tedavisi oldukça zor bir hastalıktır. Çeşitli tedavi yöntemleri mevcuttur. Bu tedavi yöntemlerindeki amaç;

- Hastaların tüm sorunlarına rağmen kendilerini hayattan soyutlamasını engellemek ve aktif bir hayata dönmesini sağlamak
- Kısıtlanmış yaşamsal fonksiyonlarını yeniden kazandırmak
- Başta ağrı ve diğer sorunlarla baş edebilme prensiplerini öğretmek

şeklinde tanımlanabilir.

Bu yöntemler için tedavi prensipleri aşağıdaki gibi sıralanabilir [89].

- Hekimin pozitif empatik yaklaşımı
- Doğru tanı konulması
- Eşlik eden hastalıkların tanı ve tedavisi

- d) Hastanın eğitimi ve endişelerinin giderilmesi
- e) Belirtileri şiddetlendiren faktörlerin tanımlanması ve ortadan kaldırılması
- f) Kişisel tedavi planı çizilmesi
- g) Uygunun düzenlenmesi ve kalitesinin artırılması
- h) Fiziksel aktivitenin basamaklı artırılması
- i) İlaç tedavisi
- j) İlaçsız tedavi yaklaşımları
- k) Multidisipliner yaklaşım

Fibromiyalji sendromunun sebepleri tam olarak bilinemediğinden belirlenen belirtiler ve bunların şiddetlerine göre ilaçlı ya da ilaçsız tedaviler yapılmalıdır. İyi bir tedavi için hastanın hastalık hakkında yeterli düzeyde bilgi sahibi olunması sağlanmalı.

İlaç tedavisinde hastanın durumuna göre ağrı kesici ilaçlar, antidepresanlar, kas gevşeticiler ve uyku düzenleyici ilaçlar kullanılmaktadır. İlaçsız tedavide ise öncelikle hasta bilgilendirilmeli ümitsizliğe düşürülmemelidir. Hastalığıdaki belirtilerin tamamen ortadan kaldırılması değil düzenlenmesi amaçlanmalıdır. Uykusunun düzene girmesi için hasta bilgilendirilmeli ve uyku programları yapılmalıdır. Tedavi planlarında hastanın aktif rolü vurgulanmalıdır. Hastanın davranış ve düşüncelerinin belirtilerin düzene girmesi konusunda etkili olduğu belirtilmelidir. Sorunların üstesinden gelme becerisi kazandırılmalıdır.



## **BÖLÜM 4. YAPAY SİNİR AĞLARI**

### **4.1. Giriş**

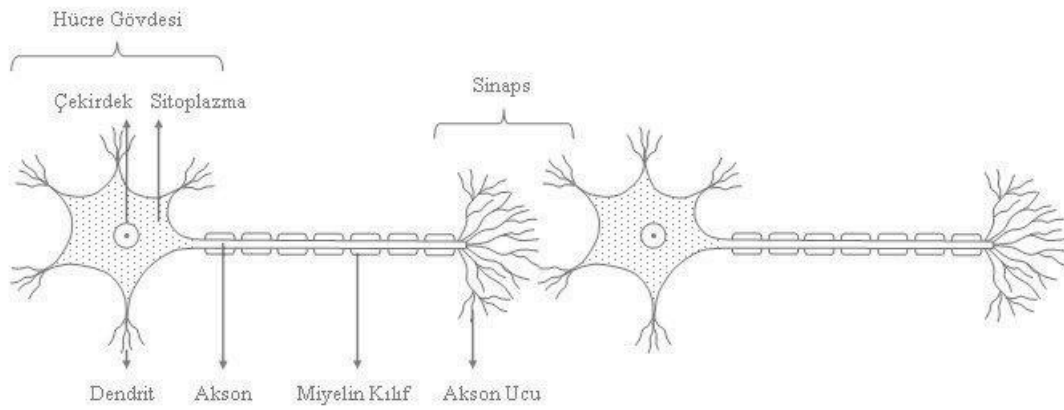
Yapay sinir ağları (YSA) insan beyninin çalışma mantığının bilgisayarlar üzerinde kurulması ile oluşan bir sistemdir. İlk zamanlar beyin hücresinin matematiksel modellenmesi ile başlanmıştır. Günümüzde bu sistemler insan beyni ile karşılaştırıldığında birim zamanda oldukça hızlı işlem yapmalarına karşın insan beyninin işlevselliğinden oldukça uzaktır. Yapay sinir ağları karar mekanizması açısından insan beyninin çok gerisinde olmasına rağmen karmaşık sistemlerde iyi sonuç vermesi kullanım alanlarını gün geçtikçe arttırmakta ve yeni bir bilim dalı haline gelmesine yardımcı olmaktadır.

Yapay sinir ağları ile çözülebilecek problemlerin insan beyni ile çözülebilecek problemlerin sadece küçük bir bölümünü içerdiğini unutmamak gerekir. YSA'nın bilgileri kavramlarla ilişkilendirmesi insan beynine göre oldukça küçüktür.

### **4.2. Yapay Sinir Ağlarının Genel Yapısı ve Modeli**

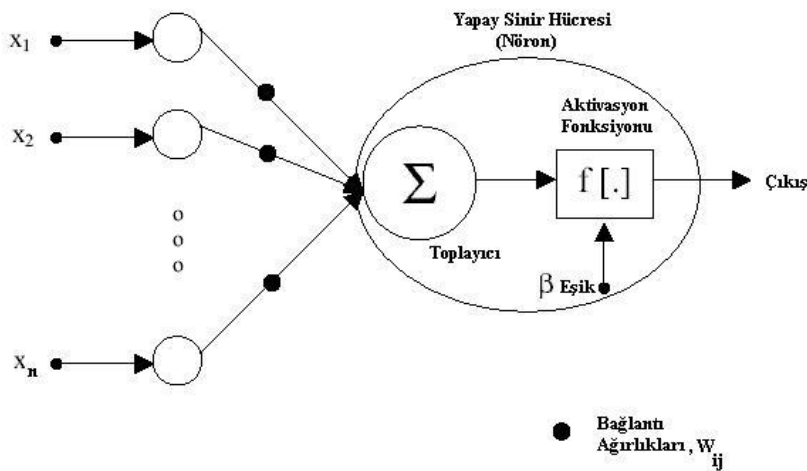
#### **4.2.1. Nöron ve sinir hücresi**

İnsan beyninde yaklaşık yaklaşık  $10^{10}$  sinir hücresi mevcuttur [97]. Sinir hücresinin en temel birimi nörondur. Her bir sinir hücresi yaklaşık  $10^4$  bağlantı sayısına sahiptir. Şekil 4.1.'de temel nöron yapısı gösterilmektedir.



Şekil 4.1. Temel nöron yapısı

Nöron, soma adı verilen hücre gövdesi, çekirdek, dendrit, myelin kılıfı, akson ve akson uçlarından oluşmaktadır. Dendritler işaret alma işlevi yapar. Alınan işaretler ile bir çıkış verilir verilmeyeceğine karar verilir. Eğer bir fonksiyon gerçekleştirilecek ise bunun için alınan işarete karşılık bir darbe üretilir ve akson uçları tarafından bağlı bulunan ve görev yapacak nörona iletilir. Şekil 4.1.'de gösterildiği üzere nöronların birbirlerine bağlanarak oluşturdukları yapıya sinaps adı verilir. Sinaps yapısında dendritlerden aksonlara bağlantı gerçekleştirilir. Bu bilgiler ışığında sinir hücresinin modellenmesine çalışılmıştır. Şekil 4.2.'de modellenen yapay sinir hücresi gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Yapay sinir hücresi modeli

Biyolojik bir sinir hücresinde işaret gönderimi, işareti alan hücrede elektrik potansiyelinin yükselmesi ya da düşürülmesi yoluyla olur. 1943 yılında McCulloch ve Pitts tarafından önerilen yapay sinir ağının modelinde gelen potansiyel eşik değerine ulaştığında nöronun ateşlenmesiydi [94].

YSA bir bilgi işleme sistemidir. YSA'nın temelinde zekâ gerektiren işlevler vardır. Bu sistem verilerin işlenmesi için tek yönlü kanallar ile birbirine bağlı elemanlardan oluşur. Son derece karmaşık bir içyapısı vardır.

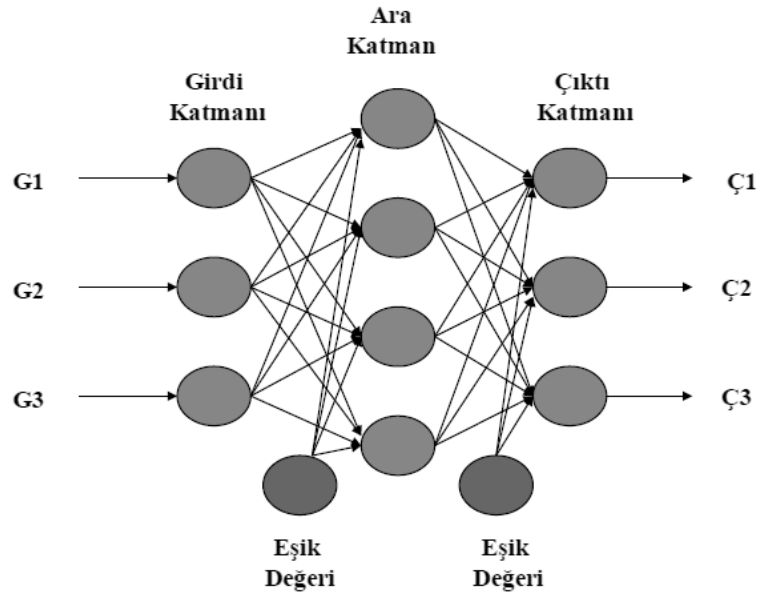
Şekil 4.2.'de verilen hücre yapısında  $x_1, x_2, \dots, x_n$  ile verilen n tane giriş verisi vardır. Bu verilen ağın öğrenmesini istediğimiz verilerdir. Bu veriler  $w_1, w_2, \dots, w_{ij}$  ağırlıklarına bağlıdır.

Nöron YSA'da bilgi işleyen elemanlardır. 3 önemli yapıtaşı mevcuttur.

- a) Sinaps adı verilen bağlantılar: Her sinaps bağlantısında her verinin kendine ait  $w_{ij}$  ağırlık değerleri mevcuttur. İfadede  $i$ . nöron ile,  $j$ . sinapsın giriş uygulanan ucu tanımlanmaktadır.
- b) Toplayıcı: Uygun ağırlık değerleri ile çarpılmış giriş değerlerinin toplanması için kullanılır.
- c) Eşik Fonksiyonları: Nöronun çıkışının genliğini sınırlandırmak için kullanılan ve verilerin normalize edilmiş genlik aralığı olan  $[0,1]$  veya  $[-1,1]$  kapalı aralığını ifade eder. (Bkz. Bölüm 4.4. Eşik Fonksiyonları)

#### 4.2.2. Temel yapısı ve özellikleri

En temel biyolojik sinir ağlarından hareketle verileri işlemek için belli sayıda yapay sinir hücresinin bir araya getirilmesiyle oluşturulan mimariye yapay sinir ağı denir. Şekil 4.2.'de gösterildiği gibi birkaç katmanda oluşan bir yapıdır [2,3,96,97,98].



Şekil 4.3. Yapay Sinir Ağı Yapısı

Belli bir görevi yapmak üzere meydana getirilen yapıda girdi katmanı, ara katman ve çıktı katmanı olmak üzere üç temel katman yer almaktadır.

**Girdi Katmanı:** Dış dünyadan verilen bilgilerin ilk olarak verildiği katmandır. Her bir giriş için bir nöron vardır. Bu katmanda genelde bilgi işleme gerçekleştirilmez. Alınan veriler ara katmana iletilir. Bilgi işleme ara katmanda gerçekleştirilir.

**Ara Katman:** Bir veya daha fazla katmandan oluşan ve bilgilerin esas olarak işlendiği katmandır [2]. Çoğu zaman gizli katman olarak da adlandırılabilir. Bu katman eğitim setindeki her bir durum için bir nörona sahiptir. Bu nöronlar ulaşılması istenen değer süresince tahmin değişkenlerinin değerlerini barındırır. Giriş katmanındaki değerler  $x$  vektörü ile temsil edildiğinde, saklı katman nöron merkezine olan test durumunun Euclidean mesafesini hesaplar ve düzgünleştirme parametresi olan  $\sigma$  değerlerini kullanarak radial temelli kernel fonksiyonunu uygular. Sonuçta elde edilen değerler çıktı katmanındaki nöronlara aktarılır.

**Çıktı Katmanı:** Çıkış ya da karar katmanı da denen bu kısımda, ara katmanda toplanmış olan ağırlıklı değerler karşılaştırılarak en büyük ağırlıklı tahmin değeri hedef kategori için çıkış sonucu olarak üretilir.

### 4.3. Yapay Sinir Ağ Tipleri

İleri beslemeli ağ, kaskat bağlantılı ağ ve geri beslemeli ağ olmak üzere üç çeşit ağ vardır.

#### 4.3.1. İleri beslemeli ağ

Katmanlardaki hücrelerin sadece bir önceki katmandaki hücrelerden beslendiği ağ tipidir. Veriler girdi katmanından başlayıp sırasıyla girdi, ara ve çıktı katmanına doğru tek yönlü bir şekilde ilerler [99].

#### 4.3.2. Kaskat bağlantılı ağ

En az bir tane kendisinden önceki herhangi bir katmandan geri besleme bağlantısı bulunan tek veya çok katmanlı ağ tipidir [100].

#### 4.3.3. Geri beslemeli ağ

En az bir hücrenin kendisinden sonraki katmanlardan birinden de beslendiği ağ tipidir [101].

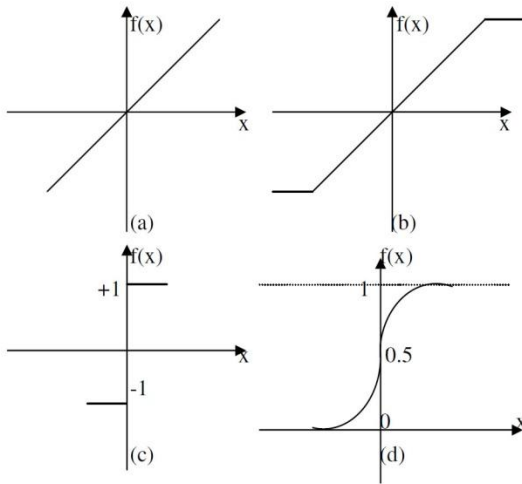
### 4.4. Eşik Fonksiyonları

Hücrenin gerçekleştireceği işlemlere göre değişik tipte bulunan çıkış işaretini önceden belirlenmiş değerde sınırlamak için kullanılan aktivasyon ve transfer fonksiyonu olarak da bilinen bir işarettir. Sonsuz alan genişliğine sahip fakat çıkışı sınırlamada aktif rol oynayan bir fonksiyondur [4,100].

Şekil 4.4.'de gösterilen

- a) Lineer
- b) Rampa
- c) Basamak
- d) Sigmoid eşik fonksiyonları

en sık kullanılan eşik fonksiyonlarıdır [102].



Şekil 4.4. a)Lineer b) Rampa c) Basamak d) Sigmoid eşik fonksiyonları

Şekil 4.4.'deki grafiklerin denklemleri aşağıdaki gibidir.

a)  $\alpha \in R$  olmak üzere lineer fonksiyon;

$$f(x) = \alpha x \quad (4.1)$$

şeklindedir.

b) Lineer fonksiyon  $[\tau, -\tau]$  aralığı ile sınırlandırıldığında rampa fonksiyonu;

$$f(x) = \begin{cases} +\tau & x \geq \tau \text{ ise} \\ x & |x| \leq \tau \text{ ise} \\ -\tau & x \leq -\tau \text{ ise} \end{cases} \quad (4.2)$$

şeklinde ifade edilebilir.

c) Basamak eşik fonksiyonu;

$$f(x) = \begin{cases} +1 & x > 0, \text{ ise} \\ -1 & x \leq 0, \text{ ise} \end{cases} \quad (4.3)$$

şeklindedir.

- d) Yapay sinir ağlarında en çok kullanılan, doğrusal ve doğrusal olmayan davranışlar arasında denge sağlayan sürekli artan bir fonksiyondur [2].

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (4.4.)$$

#### 4.5. Ağırlıklar

YSA'da öğrenme işleminin sağlayan parametredir. Bu parametrelerin değiştirilmesi öğrenme işlemi sağlanmaktadır. Dıştan alınan veriler ağırlıklar aracılığıyla nöronlara bağlanır. Bağlantıların başlama ve bitiş noktaları belirli olmalıdır. 1'den n'e kadar olan ağırlık elemanlarının bağlantı nxn boyutlu matris şeklinde aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$[w_{ij}] = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdot & \cdot & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \cdot & \cdot & w_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ w_{n1} & w_{n2} & \cdot & \cdot & w_{nn} \end{bmatrix} \quad (4.4.)$$

$w_{ij} = w_{ji} = 1$   $i$ . işlem elemanı  $j$ . işlem elemanına bağlı

$w_{ij} = w_{ji} = 0$  bağlı değil.

Bu matriste en fazla  $n^2$  bağlantı mevcuttur. Oluşan bu geometrik bağlantı bir demet şeklinde düşünülebilir.

#### 4.6. Yapay Sinir Ağlarının Eğitilmesi

İnsan doğumundan itibaren algıladığı her durum ile tecrübelenmekte ve karşılaştığı durumlarda tecrübelerinden yararlanarak cevap vermektedir. Yeni karşılaştığı durumlarda tecrübesiz kalmaktadır. Yani insan yaşayıp öğrenme ve hatırlama oranına göre karşılaştığı durumlara uygun cevap verir.

YSA'da insandan esinlenerek yapıldığı için bu öğrenme ve hatırlama temeline dayanır. Dışarıdan verilen bilgilerin aktivasyon fonksiyonundan geçerek tepki

vermesi sağlanır. Tepkiler ile tecrübeler karşılaştırılarak da hata oranı bulunur. Farklı öğrenme algoritmaları denenerek çıkışın gerçek değere yaklaşması sağlanır. Bu süreç içerisinde öğrenme ilerlemesi ağırlık değerlerinin değiştirilmesiyle gerçekleştirilir. Her adımda ağırlık değerleri yeniden güncellenir. Güncelleme işlemi denetimli ve denetimsiz olarak gerçekleştirilebilir. Bu işlem belli hesaplanan belli bir hata oranına ya da belli bir adım sayısına kadar devam eder. Bu sürece YSA öğrenmesi adı verilmektedir. YSA öğrenme işlemi tamamlandıktan sonra daha önce karşılaşılmamış veriler ile YSA teste tabi tutulur. Elde edilen sonuçlarla gerçek değerlere yaklaşımı incelenir. Sonuçlar gerçek değerlere yakın çıktığında YSA öğrenmiş demektir. YSA öğrenme sürecinde verilen örnekler aşırı fazla olması durumunda YSA bu durumu öğrenmeden ezberleyebilir. Uygun bir ağ yapısında toplam veri setinin %80 civarı eğitim için, kalan %20 civarı ise test için kullanılmak üzere ayrılır [4,96].

#### **4.7. Yapay Sinir Ağlarının Öğrenme Algoritmaları**

1990'lı yıllardan bu yana YSA'ların öğrenmesi için birçok algoritma geliştirilmiştir. Öğretmenli öğrenme ve öğretmensiz öğrenme olmak üzere 2 grupta inceleyebiliriz.

##### **4.7.1. Öğretmenli öğrenme**

İsminde de anlaşılacağı üzere eğitimi YSA'ya öğreten bir öğretmenin olmasıdır. Öğretmen olarak kastedilen kullanılan giriş çıkış verileridir. Kullanılan verilerin giriş ve çıkış değerlerinin bilinmesi durumunda kullanılabilen bir öğrenme algoritmasıdır. Bu öğrenme tipinde veriler eğitim seti şeklinde girişler ve çıkışlar olmak üzere YSA'ya verilir. YSA giriş ve çıkışlar arasındaki bağlantı kısmını kendi ağırlık ve performans değerlerini güncelleyerek belli bir hata oranı ya da belli bir adım sayısına kadar öğrenir.

##### **4.7.2. Öğretmensiz öğrenme**

Eğitim sürecinde giriş ve çıkış değerlerinin bilinmediği eğitim setleri için kullanılır. Giriş çıkış veri bilgileri bilinmediğinden hata bilgisine göre ağırlıkların güncellenmesi mümkün değildir. Ağırlık güncelleme işlemi girişlerin verdiği



çıkışlara göre gözleme dayanarak güncellenir. Burada kullanıcı ağırlık değerlerinin güncellenmesini kendisi sağlamak zorundadır.

#### **4.8. Çalışmada Kullanılan Parametreler ve Analiz Yöntemi**

Bu tez çalışmasında FMS teşhisi için kullanılan psikolojik test verileri olan görsel analog ağrı skoru (VERBAL) ve Beck depresyon envanterinin (BDI) yerini alabilecek SSR parametrelerinin doğruluk yüzdesinin artırılması amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan veriler 108E036 numaralı, “Fibromiyalji sendromunun teşhisine yönelik HRV, SSR ve psikolojik testlerin dalgacık dönüşümü ve yapay sinir ağları ile değerlendirilmesi ve ilişkilerin belirlenmesi” isimli araştırma projesi kapsamında TÜBİTAK tarafından ve 2009-50-02-016 numaralı, “İnsan vücudundan SSR işaretlerinin incelenmesi ve işaretlerin analizi ile hastalıklarda teşhis amaçlı kullanılması” isimli doktora tez projesi kapsamında alınmıştır [4]. Veri seti FMS’li ve sağlıklı bireylerden alınan laboratuvar testleri, fonksiyonel etkilenme ile ilgili testler, SSR testleri ve psikolojik durum değerlendirme testleri verilerinden oluşmaktadır. Bu çalışmada sempatik deri yanıtı (SSR) verilerinin MATLAB yazılımı kullanılarak psikolojik test skorlarıyla eşleştirilerek sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir.

Sınıflandırma işleminde kullanılan parametreler Tablo 4.1.’deki gibi özetlenebilir. Çalışmada kullanılan SSR parametreleri Bölüm 2’de, psikolojik durum değerlendirme testleri, fonksiyonel etkilenme ile ilgili testler ve laboratuvar testleri ise Bölüm 3’de detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Çalışmadaki sınıflandırma işlemleri sırasında işlemler adım adım gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırmaya katılan her parametrenin etkisi incelenmiştir. Sınıflandırma işlemleri Tablo 4.2.’deki gibi özetlenebilir.

Tablo 4.1. Sınıflandırma işleminde kullanılan parametreler

	<b>Sempatik Deri Yanıtı</b>	<b>Psikolojik durum değerlendirme testleri</b>	<b>Fonksiyonel etkilenme ile ilgili testler</b>	<b>Laboratuvar testleri</b>
<b>Değerlendirme Parametreleri</b>	<i>SSRLT</i>	<i>VERBAL</i>	<i>Cilt Isısı</i>	<i>CRP</i>
	<i>SSRMAXA</i>	<i>BDI</i>	<i>Nabız</i>	<i>RF</i>
	<i>SSRTT</i>		<i>Solunum Sayısı</i>	<i>SEDIM</i>
				<i>WBC</i>
				<i>HG</i>
				<i>PLT</i>

#### 4.8.1. Çalışmada kullanılan yapay sinir ağı modeli

##### 4.8.1.1. Ağ tipinin seçilmesi

Bu çalışmada çok katmanlı ileri beslemeli (MLFFNN) bir YSA kullanılmıştır. Şekil 4.2.'de gösterildiği üzere girdi katmanı, ara katman ve çıktı katmanından oluşur. Ara katmanda gizli katmanlar mevcuttur. Bir ya da iki gizli katman olabilir. Girişler üzerinde değişiklik yapılmadan gizli katmana ağırlık değerleriyle birlikte aktarılır. Gizli katmanın amacı girdi ve çıktı katmanları arasında bir takım matematiksel işlemler yapmaktır. Gizli katman geniş girdi katmanının olması durumunda yüksek dereceli istatistiksel veri elde edebilir.

##### 4.8.1.2. Eğitim algoritmasının tanımlanması

Bu çalışmada Levenberg-Marquardt (LM) algoritması ve Resilient algoritması kullanılmıştır.

###### a) Levenberg-Marquardt algoritması (LM)

YSA'da en sık kullanılan, Newton ve geri yayılım algoritmasına dayalı çalışan bir yapıdır. Giriş verileri gizli katmandan geçerek çıktı katmanına iletilir ve buradan

sonra çıkış olarak dışarı verilir. Çıkış ile gerçek değerler karşılaştırılarak hata oranı belirlenir. Hata oranının türevi tekrar gizli katmana iletilir ve nöronların ağırlık değerlerini değiştirerek hata oranını azaltmaya çalışır [103,104]. Hata oranı en küçük kareler yöntemine göre hesaplanır. Böylece ağırlık değerlerinin performans değerini arttıracak yönde değiştirilmesi sağlanır. Fakat bu avantajı hız bakımından bakıldığında YSA'yı yavaşlatmaktadır.

Algoritmanın amacı performans fonksiyonunun ağırlık değerlerine göre ikinci dereceden türev ile elde edilen Hessian matrisini elde etmektir.

$$H(n) = J^T(n).J(n) + \mu_m \cdot I \quad (4.5)$$

Bu ifadede  $H$  Hessian matrisini,  $\mu_m$  Marquardt parametresini ve  $I$  ise birim matrisi ifade etmektedir.  $J$  Jokobian matrisi ağ hatalarının ağırlıklarına göre birinci dereceden türevini belirtir.

$$J(n) = \frac{\partial e(n)}{\partial w(n-1)} \quad (4.6)$$

İfadede  $e$  ağ hataları vektörünü ifade eder. Ağın gradyanı ise,

$$g(n) = J^T(n)e(n) \quad (4.7)$$

şeklinde hesaplanarak denklem 4.8'e göre elde edilir [104].

$$w(n+1) = w(n) - [H(n)]^{-1}g(n) \quad (4.8)$$

Hata değerinin bulunması aşamasındaki her adımda  $\mu_m$  değeri azalır. Amaç ise performans fonksiyonunu en küçük hale getirecek ağırlık değerinin hesaplanmasıdır [104-107].

b) Resilient yayılım algoritması (RP)

Çok katmanlı bir ağ yapısına sahiptir. Daha çok sigmoid ve hiperbolik eşik fonksiyonlarıyla birlikte kullanılır. Bu fonksiyonlar sonsuz giriş aralığını sonlu bir çıkış aralığına sınırladıklarından dolayı sınırlayıcı fonksiyon olarak da bilinirler. Yapıdaki nöron sayısı arttıkça fonksiyonun eğimi de sifira yaklaşmaktadır.

Algoritmanın amacı kısmi türevin genliklerinin olumsuz etkisini azaltmaktır [108-112]. Ağırlıkları güncelleme yönünün belirlenmesi için kısmi türevin işareti kullanılır. Bulunan sayısal değerin herhangi bir etkisi yoktur. Değişim ayrı bir güncelleme ile belirlenir. Hata fonksiyonlarının ağırlıklara göre türevi art arda iki adımda aynı işaretli ise güncelleme işlemi bir faktör yardımıyla arttırılır. İşaretler farklı ise faktör yardımıyla azaltılmaktadır. Türev sıfır ise güncelleme değeri aynı kalacaktır [108]. Ağırlık değişim yönü  $\Delta_{ij}^{(t)}$  olarak denklem 4.9 değişim miktarı ise denklem 4.10'da gösterilmiştir [111]. Bu algoritmanın en önemli avantajlarından biri kısa sürede uyum sağlamasıdır.

$$\Delta w_{ij}^t = \begin{cases} -\Delta_{ij}, \frac{\partial E^t}{\partial w_{ij}} > 0 \\ +\Delta_{ij}, \frac{\partial E^t}{\partial w_{ij}} < 0 \\ 0 \end{cases} \quad (4.9)$$

$$\Delta_{ij}^t = \begin{cases} n^+ * \Delta_{ij}^{t-1}, \frac{\partial E^{t-1}}{\partial w_{ij}} * \frac{\partial E^t}{\partial w_{ij}} > 0 \\ n^- * \Delta_{ij}^{t-1}, \frac{\partial E^{t-1}}{\partial w_{ij}} * \frac{\partial E^t}{\partial w_{ij}} < 0 \\ \Delta_{ij}^t \end{cases} \quad (4.10)$$

Bu çalışmada hem Levenberg-Marquardt algoritması hem de Resilient yayılım algoritması kullanılmış ve aralarındaki kıyaslama ayrıntılı şekilde verilmiştir. YSA ile yapılan bu çalışmada işlemleri aşağıdaki tablo 4.2'deki gibi özetlenebilir.

Tablo 4.2. Sınıflandırma işlem basamakları

<b>Sınıflandırma</b>	<b>VERBAL</b>	<b>BDI</b>		<b>VERBAL</b>	<b>BDI</b>
<b>Eğitim Algoritması</b>	<i>LM</i>	<i>RP</i>		<i>LM</i>	<i>RP</i>
<b>Parametreler</b>	<i>Fiz</i>	<i>Fiz</i>		<i>Fiz</i>	<i>Fiz</i>
	<i>Fiz + SSR</i>	<i>Fiz + SSR</i>		<i>Fiz + SSR</i>	<i>Fiz + SSR</i>
	<i>Lab</i>	<i>Lab</i>		<i>Lab</i>	<i>Lab</i>
	<i>Lab + SSR</i>	<i>Lab + SSR</i>		<i>Lab + SSR</i>	<i>Lab + SSR</i>
	<i>Fiz + Lab</i>	<i>Fiz + Lab</i>		<i>Fiz + Lab</i>	<i>Fiz + Lab</i>
	<i>Fiz + Lab + SSR</i>	<i>Fiz + Lab + SSR</i>		<i>Fiz + Lab + SSR</i>	<i>Fiz + Lab + SSR</i>

## **BÖLÜM 5. FİBROMİYALJİ SENDROMUNUN TEŞHİSİNDE KULLANILAN PARAMETRELER VE SSR VERİLERİ İLE PSİKOLOJİK TEST SKORLAMASI**

### **5.1. Giriş**

Tez çalışmasının bu kısmında fibromiyalji sendromu ile ilgili parametrelerin kullanılarak psikolojik test skorlamasının değerlendirilmesi için MATLAB’da YSA ile bilgisayar ortamında analiz edilerek incelenmiş ve elde edilen doğruluk yüzdeleri hesaplanarak değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada kullandığımız veri tabanı Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümünde oluşturulmuştur [4]. Veri tabanı 1990 ACR kriterlerine göre teşhisi konulmuş 57 FMS hastası ve 29 sağlıklı kişiden alınmış sempatik deri yanıtı parametreleri, psikolojik testler, fizyolojik ve laboratuvar testleriyle oluşturulmuştur. Ölçümler gereken standartlar altında ve gereken özen gösterilerek alınmıştır.

YSA ile analiz sırasında farklı algoritmalar için nöron sayıları 1-100 arası belli aralıklarla denenmiş olup uygun sonuçlarda kesilmiş ve kaydedilmiştir. Ayrıca çok katmanlı ağ yapısında gizli katman sayısı verimlilik açısından durma göre bir ya da iki olarak alınmıştır.

Benzetimlerin doğruluk oranları aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\text{Doğruluk oranı (\%)} = \frac{\text{Doğru sınıflandırılmış veri sayısı}}{\text{Toplam veri sayısı}} * 100 \quad (5.1)$$

Analiz için kullanılan eğitim seti 43 hasta 21 sağlıklı bireyden test seti ise 14 hasta 8 sağlıklı bireyden oluşmaktadır. Tüm benzetimlerde eğitim doğruluk oranı %100 olarak elde edildikten sonra test verileri işlenmiştir.

YSA parametre bilgileri ise bilgi işleme adım sayısı 1 - 1000 arasında değiştirilerek en verimli sonuç alacak şekilde değiştirilerek kullanılmıştır. Hata oranı ise sıfır olarak ayarlanmıştır.

## **5.2. Verbal Ağrı Skalası (VERBAL) için Benzetim Sonuçları**

Benzetimler ileri beslemeli çok katmanlı yapay sinir ağları kullanılarak yapılmıştır. İki farklı algoritma ile eğitim işlemi gerçekleştirilmiş ve bulunan sonuçlar aralarında kıyaslanmıştır.

### **5.2.1. Levenberg-Marquardt algoritmasına göre sonuçlar (LM)**

Levenberg-Marquardt eğitim algoritması ile yapılan benzetimlerde gizli katman sayısı 1 olarak alınmış ve nöron sayısı 1-100 arası denenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda tablolar şeklinde verilmiştir.

Tablo 5.1.'de fizyolojik test sonuçlarının YSA ile analizi sonucunda ulaşılan sonuçlar verilmiştir. Nöron sayısı 59 olarak alınmıştır. Tabloya göre eğitim setindeki 43 hasta birey yine hasta olarak sınıflandırılmış ve hastalar için %100 doğruluk oranına ulaşılmıştır. 21 sağlıklı birey ise yine sağlıklı olarak sınıflandırılmıştır. Doğruluk oranı %100 olarak tespit edilmiştir. Ortalama doğruluk oranı %100 olarak belirlenmiştir. Test setindeki 14 hasta bireyin 7'si hasta olarak doğru sınıflandırılmış, 7'si sağlıklı olarak yanlış sınıflandırılmıştır. Ortalama doğruluk oranı %50 olarak belirlenmiştir. 8 sağlıklı bireyin ise 4'ü sağlıklı olarak doğru sınıflandırılmış, 4'ü hasta olarak yanlış sınıflandırılmıştır.

Aşağıdaki tablolarda "Eğitim(59)" ifadesindeki sayı benzetimde kullanılan nöron sayısını ifade etmektedir.

Tablo 5.1. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 1

	Eğitim(59)			Test (Fiz)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	7	7	50
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	4	4	50
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>50</b>

Diğer tablolardaki verilerin açıklaması ve doğruluk oranlarının tespiti Tablo 5.1.'dekine benzer olarak yapılmıştır.

Tablo 5.2. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 2

	Eğitim(37)			Test (Fiz+SSR)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	6	8	42,85
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	5	3	37,50
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>40,90</b>

Tablo 5.3. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 3

	Eğitim(15)			Test (Lab)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	4	10	28,57
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	5	3	37,5
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>31,81</b>

Tablo 5.4. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 4

	Eğitim(16)			Test (Lab+SSR)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	2	12	14,28
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	3	5	62,5
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>31,81</b>



Tablo 5.5. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 5

	Eğitim(3)			Test (Fiz+Lab)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	7	7	50
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	1	7	87,5
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>63,63</b>

Tablo 5.6. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 6

	Eğitim(4)			Test (Fiz+Lab+SSR)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	8	6	57,14
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	1	7	87,5
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>68,18</b>

### 5.2.2. Resilient yayılım algoritması göre sonuçlar (RP)

Resilient yayılım algoritması ile yapılan benzetimlerde gizli katman sayısı 1 veya 2 olarak, nöron sayısı ise 1 ile 100 arası denenmiştir. Fizyolojik testler için herhangi bir başarı elde edilememiştir. Bu yüzden Tablo 5.7'deki değerler sıfır olarak kaydedilmiştir. Diğer benzetim sonuçları aşağıdaki tablolardaki şekli ile kaydedilmiştir.

Tablo 5.8.'de verilen test oranları şu şekilde açıklanabilir. 14 hasta bireyin 6'sı doğru 8'i yanlış sınıflandırılmıştır. Aynı şekilde 8 sağlıklı bireyin 3'ü doğru 5'i yanlış sınıflandırılmıştır. Diğer tablodaki bilgilerin açıklaması da aynı şekildedir.

Tablo 5.7. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 7

	Eğitim			Test (Fiz)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Sağlıklı</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Ortalama</b>			<b>0</b>			<b>0</b>

Tablo 5.8. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 8

	Eğitim(90)			Test (Fiz+SSR)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	6	8	42,85
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	3	5	62,50
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>50</b>

Tablo 5.9. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 9

	Eğitim(68)			Test (Lab)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	9	5	64,28
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	7	1	12,5
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>45,45</b>

Tablo 5.10. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 10

	Eğitim(17)			Test (Lab+SSR)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	3	11	21,42
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	2	6	75
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>40,90</b>

Tablo 5.11. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 11

	Eğitim(11)			Test (Fiz+Lab)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	10	4	71,42
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	2	6	75
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>72,72</b>

Tablo 5.12. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 12

	Eğitim(75)			Test (Fiz+Lab+SSR)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	10	4	71,42
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	1	7	87,50
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>77,27</b>

### 5.2.3. İki eğitim algoritmaları sonuçlarının karşılaştırılması

İki farklı algoritmanın benzetim sonuçlarının karşılaştırılması Tablo 5.13.'de gösterilmiştir.

Tablo 5.13. Eğitim algoritmalarının sonuçlarının karşılaştırılması

	<b>LM</b> <b>Doğruluk (%)</b>	<b>RP</b> <b>Doğruluk (%)</b>
<b>Fiz</b>	50	0
<b>Fiz+SSR</b>	40,90	50
<b>Lab</b>	31,81	45,45
<b>Lab+SSR</b>	31,81	40,90
<b>Fiz+Lab</b>	63,63	72,72
<b>Fiz+Lab+SSR</b>	68,18	77,27

### 5.3. Beck Depresyon Envanteri (BDI) için Benzetim Sonuçları

Beck depresyon envanterinin sınıflandırılması işlemi iki farklı eğitim algoritmasında gerçekleştirildi. Aşağıdaki tablolarda sınıflandırma işlemlerinin sonuçları gösterilmiştir.

#### 5.3.1. Levenberg-Marquardt algoritmasına göre sonuçlar (LM)

Levenberg-Marquardt eğitim algoritması ile yapılan benzetimlerde gizli katman sayısı 1 olarak alınmış ve nöron sayısı 1-100 arası denenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda tablolar şeklinde verilmiştir.

Tablo 5.14.'de verilen test oranları şu şekilde açıklanabilir. 14 hasta bireyin 10'u doğru 4'ü yanlış sınıflandırılmıştır. Aynı şekilde 8 sağlıklı bireyin 1'i doğru 7'si yanlış sınıflandırılmıştır. Diğer tablodaki bilgilerin açıklaması da aynı şekildedir.

Tablo 5.14. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 14

	Eğitim(47)			Test (Fiz)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	10	4	71,42
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	1	7	87,50
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>77,27</b>

Tablo 5.15. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 15

	Eğitim(80)			Test (Fiz+SSR)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	12	2	85,71
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	2	6	75
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>81,81</b>

Tablo 5.16. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 16

	Eğitim(15)			Test (Lab)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	10	4	71,42
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	2	6	75
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>72,72</b>

Tablo 5.17. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 17

	Eğitim(22)			Test (Lab+SSR)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	10	4	71,42
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	1	7	87,5
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>77,27</b>

Tablo 5.18. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 18

	Eğitim(4)			Test (Fiz+Lab)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	11	3	78,57
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	1	7	87,5
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>81,81</b>

Tablo 5.19. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 19

	Eğitim(60)			Test (Fiz+Lab+SSR)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	14	0	100
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	2	6	75
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>90,90</b>

### 5.3.2. Resilient yayılım algoritması göre sonuçlar (RP)

Resilient yayılım algoritması ile yapılan benzetimlerde gizli katman sayısı 1 veya 2 olarak, nöron sayısı ise 1 ile 100 arası denenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda tablolar şeklinde verilmiştir.

Tablo 5.20.’deki “Eğitim(55-10)” ifadesindeki 55 ilk saklı katmandaki nöron sayısını, 10 ise ikinci saklı katmandaki nöron sayısını ifade etmektedir.

Tablo 5.20.’de verilen test oranları şu şekilde açıklanabilir. 14 hasta bireyin 10’u doğru 4’ü yanlış sınıflandırılmıştır. Aynı şekilde 8 sağlıklı bireyin 1’i doğru 7’si yanlış sınıflandırılmıştır. Diğer tablodaki bilgilerin açıklaması da aynı şekildedir.

Tablo 5.20. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 20

	Eğitim(55-10)			Test (Fiz)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	10	4	71,42
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	1	7	87,50
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>77,27</b>

Tablo 5.21. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 21

	Eğitim(11)			Test (Fiz+SSR)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	12	2	85,71
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	3	5	62,5
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>77,27</b>

Tablo 5.22. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 22

	Eğitim(17)			Test (Lab)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	10	4	71,42
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	1	7	87,50
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>77,27</b>

Tablo 5.23. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 23

	Eğitim(15)			Test (Lab+SSR)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	10	4	71,42
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	1	7	87,50
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>77,27</b>

Tablo 5.24. Eğitim ve test benzetim sonuçları - 24

	Eğitim(15)			Test (Fiz+Lab)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	12	2	85,71
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	1	7	87,50
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>86,36</b>

Tablo 5.25 Eğitim ve test benzetim sonuçları - 25

	Eğitim(15)			Test (Fiz+Lab+SSR)		
	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)	Hasta	Sağlıklı	Doğruluk (%)
<b>Hasta</b>	43	0	100	13	1	92,85
<b>Sağlıklı</b>	0	21	100	2	6	75
<b>Ortalama</b>			<b>100</b>			<b>86,36</b>

### 5.3.3. İki eğitim algoritmaları sonuçlarının karşılaştırılması

Elde edilen sonuçların algoritmalara göre dağılımı Tablo 5.26'daki gibidir.

Tablo 5.26. Eğitim algoritmalarının sonuçlarının karşılaştırılması

	<b>LM</b> <b>Doğruluk (%)</b>	<b>RP</b> <b>Doğruluk (%)</b>
<b>Fiz</b>	77,27	77,27
<b>Fiz+SSR</b>	81,81	77,27
<b>Lab</b>	72,72	77,27
<b>Lab+SSR</b>	77,27	77,27
<b>Fiz+Lab</b>	81,81	86,36
<b>Fiz+Lab+SSR</b>	90,90	86,36

#### 5.4. YSA Çıkış Değerlerinin Karşılaştırılması

Aşağıdaki tablolarda Verbal ağrı skalasına ve BDI'ya göre YSA çıkış değerleri gösterilmiştir. Tablolardaki gruplar verilerin alındığı bireyin sağlıklı ya da hasta olduğunu belirtmek için gösterilmiştir. Sıra numarası veriler arasında karışıklık olmaması için hasta ve sağlıklı bireylere verilen numaralardır. Verbal ve BDI başlıkları hastaların verdiği cevaplara ilişkin YSA kullanılmadan elde edilen gerçek değerlerdir. Diğer Fiz, Fiz+SSR, Lab, Lab+SSR, Fiz+Lab ve Fiz+Lab+SSR başlıkları ise YSA'da analiz edilerek elde edilen çıkış değerleridir. Gri tabanlı veriler yanlış cevapları göstermektedir.

##### 5.4.1. Verbal ağrı skalasına göre YSA çıkış değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 5.27 ve Tablo5.28'de sağlıklı ve hasta bireylerin verilerinin her benzetim için sonuç bilgisi verilmiştir. Grup isimli sütunda bireyin sağlıklı ya da hasta bilgisini içermektedir. Verilen sıra numaraları ise sağlıklı ve hasta bireylere verilen sıra numaralarıdır. Verbal sütunu hastanın bilgisine göre gerçek sonuç olarak elde edilen bilgilerdir. Diğer sütunlardaki isimler ise yapılan benzetimleri ifade etmektedir. Her sütun içerisinde elde edilen çıkış sonuçları verilmiştir. Gri tabanlı olarak işaretlenen veriler verbal sütunu ile karşılaştırılmış ve farklı sonuç verenler işaretlenmiştir.

Tablo 5.27. Giriş ve çıkış değerlerinin LM algoritmasına göre karşılaştırılması

Grup	Sıra	Verbal	Fiz	Fiz+SSR	Lab	Lab+SSR	Fiz+Lab	Fiz+Lab+SSR
Sağlıklı	26	1	1	4	5	1	1	1
Sağlıklı	27	1	1	1	1	1	1	1
Sağlıklı	28	1	1	1	1	1	1	1
Sağlıklı	19	2	1	1	2	4	1	1
Sağlıklı	23	2	5	2	5	2	2	2
Sağlıklı	25	2	5	3	5	2	2	2
Sağlıklı	29	2	2	3	5	1	2	2
Hasta	46	3	1	5	3	5	4	3
Sağlıklı	53	3	1	5	1	1	3	5
Hasta	54	3	3	5	1	2	4	4
Hasta	9	3	5	5	1	2	3	3
Hasta	47	4	4	4	5	1	4	3
Hasta	48	4	4	4	1	2	4	4
Hasta	49	4	4	5	5	2	3	4
Hasta	50	4	4	4	1	5	2	4
Hasta	51	4	5	5	4	4	4	5
Hasta	52	4	4	2	1	1	3	4
Hasta	55	4	1	4	4	1	4	4
Hasta	56	4	5	4	1	1	3	4
Hasta	57	4	5	4	1	1	5	5
Hasta	31	5	4	4	5	5	5	3
Hasta	40	5	5	2	1	2	5	5
<b>Test Doğruluk Yüzdesi</b>			<b>50</b>	<b>40,90</b>	<b>31,81</b>	<b>31,81</b>	<b>63,63</b>	<b>68,18</b>



Tablo 5.28. Giriş ve çıkış değerlerinin RP algoritmasına göre karşılaştırılması

Grup	Sıra	Verbal	Fiz	Fiz +SSR	Lab	Lab +SSR	Fiz +Lab	Fiz+Lab +SSR
Sağlıklı	26	1	YOK	3	3	1	1	1
Sağlıklı	27	1		2	1	3	1	1
Sağlıklı	28	1		1	2	1	1	1
Sağlıklı	19	2		2	3	2	1	1
Sağlıklı	23	2		2	1	2	2	2
Sağlıklı	25	2		2	5	2	2	2
Sağlıklı	29	2		1	1	2	1	2
Hasta	46	3		4	3	5	3	4
Sağlıklı	53	3		4	3	1	5	3
Hasta	54	3		3	4	1	4	3
Hasta	9	3		3	1	4	3	3
Hasta	47	4		3	1	1	4	3
Hasta	48	4		4	4	4	4	4
Hasta	49	4		4	4	3	4	4
Hasta	50	4		2	4	1	4	4
Hasta	51	4		4	3	1	4	4
Hasta	52	4		3	4	1	4	4
Hasta	55	4		4	3	1	4	4
Hasta	56	4		4	4	1	4	3
Hasta	57	4		1	5	4	5	4
Hasta	31	5		3	5	3	4	3
Hasta	40	5		3	5	5	5	5
<b>Test Doğruluk Yüzdesi</b>					<b>50</b>	<b>45,45</b>	<b>40,90</b>	<b>72,72</b>

#### 5.4.2. BDI'ya göre YSA çıkış değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 5.29 ve Tablo 5.30'da sağlıklı ve hasta bireylerin verilerinin her benzetim için sonuç bilgisi verilmiştir. Grup isimli sütunda bireyin sağlıklı ya da hasta bilgisini içermektedir. Verilen sıra numaraları ise sağlıklı ve hasta bireylere verilen sıra numaralarıdır. Verbal sütunu hastanın bilgisine göre gerçek sonuç olarak elde edilen bilgilerdir. Diğer sütunlardaki isimler ise yapılan benzetimleri ifade etmektedir. Her sütun içerisinde elde edilen çıkış sonuçları verilmiştir. Gri tabanlı olarak işaretlenen veriler verbal sütunu ile karşılaştırılmış ve farklı sonuç verenler işaretlenmiştir.

Tablo 5.29. Giriş ve çıkış değerlerinin LM algoritmasına göre karşılaştırılması

Grup	Sıra	BDI	Fiz	Fiz+SSR	Lab	Lab+SSR	Fiz+Lab	Fiz+Lab+SSR
Sağlıklı	26	1	1	1	2	1	1	1
Sağlıklı	27	1	1	2	1	1	1	1
Sağlıklı	28	1	1	1	2	1	1	1
Sağlıklı	19	1	1	2	1	1	1	2
Sağlıklı	23	1	1	1	1	1	2	1
Sağlıklı	29	1	1	1	1	1	1	1
Sağlıklı	25	1	1	1	1	2	1	1
Hasta	46	1	2	1	1	1	1	1
Sağlıklı	9	1	2	1	1	1	1	2
Hasta	55	2	2	2	1	1	2	2
Hasta	54	2	2	2	2	2	1	2
Hasta	53	2	2	2	2	2	2	2
Hasta	50	2	2	2	2	1	2	2
Hasta	56	2	2	2	2	2	2	2
Hasta	47	2	1	2	1	1	1	2
Hasta	48	2	1	2	1	2	2	2
Hasta	57	2	2	2	2	2	2	2
Hasta	52	2	2	1	1	1	2	2
Hasta	49	2	2	2	2	2	2	2
Hasta	31	2	1	1	2	2	2	2
Hasta	51	2	2	2	2	2	1	2
Hasta	40	2	2	2	2	2	2	2
<b>Test Doğruluk Yüzdesi</b>			<b>77,27</b>	<b>81,82</b>	<b>72,73</b>	<b>77,27</b>	<b>81,82</b>	<b>90,91</b>

Tablo 5.30. Giriş ve çıkış değerlerinin RP algoritmasına göre karşılaştırılması

Grup	Sıra	BDI	Fiz	Fiz+SSR	Lab	Lab+SSR	Fiz+Lab	Fiz+Lab+SSR
Sağlıklı	26	1	1	1	1	1	1	1
Sağlıklı	27	1	1	2	1	1	1	2
Sağlıklı	28	1	1	1	1	2	1	1
Sağlıklı	19	1	1	2	1	1	1	1
Sağlıklı	23	1	1	1	1	1	1	1
Sağlıklı	29	1	1	1	1	1	1	1
Sağlıklı	25	1	1	2	2	1	2	2
Hasta	46	1	1	1	1	1	1	1
Sağlıklı	9	1	2	1	1	1	1	1
Hasta	55	2	2	2	1	1	2	2
Hasta	54	2	2	2	1	2	1	2
Hasta	53	2	1	2	2	2	2	2
Hasta	50	2	2	2	2	2	2	2
Hasta	56	2	2	2	2	2	2	2
Hasta	47	2	1	2	1	1	1	2
Hasta	48	2	1	1	2	2	2	2
Hasta	57	2	2	2	2	2	2	2
Hasta	52	2	2	2	2	2	2	2
Hasta	49	2	2	2	2	1	2	1
Hasta	31	2	1	1	2	2	2	2
Hasta	51	2	2	2	1	1	2	2
Hasta	40	2	2	2	2	2	2	2
<b>Test Doğruluk Yüzdesi</b>			<b>77,27</b>	<b>77,27</b>	<b>77,27</b>	<b>77,27</b>	<b>86,36</b>	<b>86,36</b>

## BÖLÜM 6. SONUÇLAR

FMS hastalığının teşhisinde kullanılan psikolojik test skorlarından Verbal ağrı skalası ile fizyolojik testlerin aralarında ilişki bulunabileceği düşüncesiyle YSA ile LM algoritmasına göre analiz edilerek araştırılmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- a) Eğitim verileri için doğruluk yüzdeleri %100 olup sadece fizyolojik test doğruluk oranı %50 olarak tespit edilmiştir. Buradan hareketle fizyolojik testleri ile verbal ağrı skalası arasındaki ilişki bulunabileceği kanısına varılmıştır. (Bkz. Tablo 5.1)
- b) Fizyolojik verilere SSR parametreleri ilave edilerek yapılan YSA analizinde doğruluk yüzdesi düşmüştür. SSR'nin verbal skala üzerinde olumsuz etki yapabileceği kanısına varılmıştır. (Bkz. Tablo 5.2)
- c) Sadece laboratuvar testleri ile verbal ağrı skalası arasındaki ilişki incelendiğinde doğruluk oranı %31,81 olarak tespit edildi. (Bkz. Tablo 5.3)
- d) Laboratuvar test verilerine SSR parametreleri ilave edilerek yapılan benzetimde ise doğruluk oranı değişmemiş %31,81 olarak kalmıştır. Buradan hareketle SSR'nin verbal ile laboratuvar testleri arasındaki ilişkisini etkilemeyebileceği kanısına varılmıştır. (Bkz. Tablo 5.4)
- e) Fizyolojik ve laboratuvar testlerinin bir arada kullanıldığı benzetimde ise verbal ile ilişkisi olabileceği düşünülmüştür. Doğruluk oranı %63,63 olarak belirlenmiştir. (Bkz. Tablo 5.5)

- f) Fizyolojik testleri yalnız iken %50 ve laboratuvar testleri yalnız iken %31,81 üzerine SSR parametreleri ilave edildiğinde doğruluk oranı %68,18 olarak belirlenmiştir. Bu sayısal veriler ile her üç test grubunun kullanılması ile verbal ağrı skalasının ilişkilendirilmesi daha da kuvvetlenmiştir. (Bkz. Tablo 5.6)

Verbal ağrı skalasının RP algoritmasına göre FMS teşhisinde kullanılan testlerle ilişkisi YSA ile analiz edilerek aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

- a) İlk olarak yapılan testlerde fizyolojik testler ile arasındaki ilişki incelenmiştir. Ancak eğitim test oranının %100 olmaması yüzünden test sonuçları çalışmadan çıkartılmıştır. (Bkz. Tablo 5.7)
- b) Fizyolojik test verilerine SSR parametreleri eklenerek verbal ağrı skalası arasındaki ilişki incelendiğinde %50'lik bir doğruluk oranı tespit edilmiştir. Bu veriler ışığında fizyolojik test verileri yalnız başına ilişkilendirilmez iken SSR parametreleri eklediğinde anlamlı bir hal almaktadır. (Bkz. Tablo 5.7, Tablo 5.8)
- c) Laboratuvar test verileri ile ilişki incelendiğinde %45,45'lik bir doğruluk oranına ulaşılmıştır. (Bkz. Tablo 5.9)
- d) Laboratuvar test verilerine SSR parametreleri eklendiğinde ise doğruluk oranı düşerek %40,90 olmaktadır. Buradan hareketle SSR'nin laboratuvar verileri ile verbal ağrı skalası arasındaki ilişkiyi zayıflattığı kanısına varılabilir. (Bkz. Tablo 5.10)
- e) Sadece fizyolojik test verileri bir anlam ifade etmezken laboratuvar verileri ile birleştirildiğinde verbal ağrı skalası arasındaki ilişki sadece laboratuvar verileri arasındaki ilişkiden de daha kuvvetli olmakta ve doğruluk oranı %72,72 olmaktadır. (Bkz. Tablo 5.11)
- f) Fizyolojik ve laboratuvar test verilerinin üzerine SSR parametreleri eklendiğinde doğruluk oranı %77,72 olmaktadır. Buradan SSR'nin

fizyolojik ve laboratuvar test verileri ile kullanıldığında verbal ağrı skalası arasındaki ilişkiyi arttırdığı düşünülebilir. (Bkz. Tablo 5.11, Tablo 5.12)

Verbal ağrı skalasının fizyolojik test verileri, laboratuvar test verileri ve SSR parametreleri ile arasındaki ilişkisini tespiti için yapılan YSA analizinde kullanılan iki farklı eğitim algoritmasının karşılaştırılması sonucunda aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

- a) RP ve LM karşılaştırıldığında RP algoritmasının genel olarak verdiği doğruluk yüzdelerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. (Bkz. Tablo 5.13)
- b) RP'nin tüm iyi sonuçlarına rağmen fizyolojik test verilerin tam olarak analiz edememesi çalışmanın en büyük eksikliğidir.

FMS hastalığının teşhisinde kullanılan psikolojik test skorlarından Beck depresyon envanteri (BDI) ile fizyolojik testlerin aralarında ilişki bulunabileceği düşüncesiyle YSA ile LM algoritmasına göre analiz edilerek araştırılmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- a) Tüm eğitim veri setlerinin doğruluk yüzdeleri %100 olacak şekilde eğitimler tamamlanmıştır. Test veri setlerinde ise fizyolojik testler ile BDI arasında doğruluk yüzdesi %77,27 olarak tespit edilmiştir. (Bkz. Tablo 5.14)
- b) Fizyolojik test verilerine ek olarak SSR parametreleri eklediğinde BDI ile aralarındaki ilişki için doğruluk yüzdesi %81,81 olarak belirlenmiştir. SSR parametrelerinin BDI ile fizyolojik testler arasındaki ilişkiyi artırıcı yönde etki yaptığı düşünülmektedir. (Bkz. Tablo 5.15)
- c) Laboratuvar test verileri ile BDI arasındaki ilişkinin doğruluk yüzdesi %72,72 iken SSR parametreleri katıldığında bu oran %77,27 olarak tespit edilmiştir. Bu doğruluk yüzdeleri dikkate alındığında SSR'nin BDI ve

laboratuvar test verileri arasındaki ilişkiyi arttıracak yönde etki yaptığı düşünülmektedir. (Bkz. Tablo 5.16, Tablo 5.17)

- d) Laboratuvar test verileri ve fizyolojik test verilerinin birlikte kullanılarak BDI ile aralarındaki ilişkinin belirlenmesi için yapılan benzetimde doğruluk yüzdesi %81,81 iken SSR parametreleri ilave edildiğinde bu oran %90,90 olarak tespit edilmiştir. Buradan hareketle SSR parametreleri BDI ile fizyolojik ve laboratuvar test verileri arasındaki ilişkiyi arttıracak yönde etki yaptığı düşünülebilir. (Bkz. Tablo 5.18, Tablo 5.19)
- e) Bu eğitim algoritmasında SSR ve diğer parametrelerin uyumu oldukça iyidir. SSR parametresinin BDI ile ilişkilendirmesinde her zaman doğruluk yüzdesini arttıracak bir şekilde etki etmesi BDI ile SSR arasında bir ilişki olduğunu bize düşündürmektedir.

BDI'nın RP algoritmasına göre FMS teşhisinde kullanılan testlerle ilişkisi YSA ile analiz edilerek aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

- a) Bu eğitim algoritmasında yapılan benzetimlerde eğitim veri testlerinin doğruluk oranı %100 olarak tespit edilmiştir.
- b) Fizyolojik test verilerinin BDI ile ilişkilendirilmesi için yapılan benzetimde doğruluk oranı %77,27 olarak tespit edilmiştir. Bu oran BDI ile fizyolojik test verileri ile aralarında ilişki olabileceğini düşündürmektedir. (Bkz. Tablo 5.20)
- c) Fizyolojik test verilerine SSR parametrelerinin eklenmesiyle BDI ile ilişki tespiti için yapılan benzetimde doğruluk oranı %77,27 olarak belirlenmiştir. SSR parametresinin eklenmesiyle oran değişmemiştir. (Bkz. Tablo 5.20, Tablo 5.21)
- d) BDI'nın laboratuvar test verileri ile ilişkisini incelendiğinde doğruluk oranı %77,27'dir. SSR parametreleri eklendiğinde ise bu oran değişmeyip

yine %77,27 olarak belirlenmiştir. Bu oranlar SSR'nin bu ilişkiye etkisi olmadığını göstermektedir. (Bkz. Tablo 5.22, Tablo 5.23)

- e) BDI'nin fizyolojik ve laboratuvar test verileri ile doğruluk oranı %86,36 olarak tespit edilmiştir. SSR'nin eklenmesiyle bu doğruluk oranı yine %86,36 olarak tespit edilmiştir. Bu oran ile fizyolojik ve laboratuvar verilerinin BDI ile ilişkilendirilmesinde SSR'nin etkisi olmadığını göstermektedir. (Bkz. Tablo 5.24, Tablo 5.25)
- f) Çalışmanın bu kısmında LM eğitim algoritmasıyla SSR'nin BDI üzerindeki etkisi incelenmiştir. İnceleme sonucunda SSR'nin BDI'yı herhangi bir yönde etkilemediği belirlenmiştir. (Bkz. Tablo 5.20, Tablo 5.21, Tablo 5.22, Tablo 5.23, Tablo 5.24, Tablo 5.25)

BDI'nin fizyolojik test verileri, laboratuvar test verileri ve SSR parametreleri ile arasındaki ilişkisini tespiti için yapılan YSA analizinde kullanılan iki farklı eğitim algoritmasının karşılaştırılması sonucunda aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

- a) RP ve LM karşılaştırıldığında LM algoritmasının genel olarak verdiği doğruluk yüzdelерinin daha yüksek olduğu görülmektedir. (Bkz. Tablo 5.26)
- b) LM algoritmasında SSR parametresinin etkisi artırıcı yönde olduğu gözükmemektedir. RP algoritmasında ise SSR'nin etkisi olmadığı görülmemektedir. (Bkz. Tablo 5.26)

SSR'nin fibromiyalji teşhisi için kullanılan psikolojik test verilerinden Verbal ve BDI'nin yerini alıp alamayacağı konusunda yapılan araştırma çalışmasında elde sonuçlar anlamlı olarak ifade edilebilir.

SSR'nin Verbal ile ilişkisi göz önüne alındığında sadece fizyolojik testlere ve sadece laboratuvar testleri üzerindeki etki olumlu değildir. Fakat fizyolojik ve laboratuvar testlerinin birlikte kullanılmasında SSR'nin etkisinin artırıcı olması SSR'nin Verbal ile ilişki kurulduğunda göz önünde bulundurulması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.



Her iki eğitim algoritmasında da aynı sonuca ulaşılması sonuçların güvenilirliğini arttırmaktadır.

SSR'nin BDI ile ilişkisi göz önüne alındığında ise SSR'nin tüm parametreler ile yapılan benzetimlerde arttırıcı etki yaptığı görülmektedir. Elde edilen bu sonuçlar SSR'nin fizyolojik ve laboratuvar verileri ile birlikte kullanıldığında BDI'nın yerini alabileceğini göstermiştir.

## KAYNAKLAR

- [1] YAZGAN, E., KORÜREK, M., Tıp Elektroniği, İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fakültesi Ofset Baskı Atölyesi, 1996.
- [2] BOZKURT, MR., EMG İşaretlerinin Modern Yöntemlerle Önışlemesi ve Sınıflandırılması, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Sakarya, 2007.
- [3] HUDSON, DL., COHEN ME., Neural Networks and Artificial Intelligence for Biomedical Engineering, IEEE Pres, 2000.
- [4] ÖZKAN, O., İnsan Vücutunda SSR İşaretlerinin İncelenmesi ve İşaretlerin Analizi ile Hastalıklarda Teşhis Amaçlı Kullanılması, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Sakarya, 2012.
- [5] ATASOY, HT., ATASOY, N., UNAL, AE., SUMER, M., Sympathetic skin response in migraineurs and patients with medication overuse headache, Headache, 44(4): 305-310, 2004.
- [6] TOYOKURA, M., TAKEDA, H., Waveform of sympathetic skin response in diabetic patients, Clinical Neurophysiology, 112(7): 1229-1236, 2001.
- [7] OZKAN, O., YILDIZ, M., BILGIN, S., KOKLUKAYA, E., Measuring the sympathetic skin response on body and using as diagnosis-purposed for lung cancer patients by artificial neural networks, Journal of Medical Systems, 34(3): 407-412, June 2010.
- [8] AHUJA, ND., AGARWAL, AK., MAHAJAN, NM., MEHTA, NH., KAPADIA, HN., "GSR and HRV: Its application in clinical diagnosis", Proceedings of the 16th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS'03), 2003.
- [9] BİLGİN, S., ÇOLAK, ÖH., BİLGİN, G., ÖZKAN, Ö., YILDIZ, S., KÖKLÜKAYA, E., Fibromiyalji sendromunda, yapay sinir ağıları ve dalgacık paket dönüşümü kullanılarak kalp hızı değişkenliği ile bazı psikolojik test skorlarının ilişkilendirilmesi, 15. Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Toplantısı, Nisan 2010.

- [10] ULAS, UH., UNLU, E., HAMAMCIOGLU, K., ODABASI, Z., CAKCI, A., VURAL, O., Dysautonomia in fibromyalgia syndrome: Sympathetic skin responses and RR interval analysis, *Rheumatol. Int.*, 26(5): 383-387, 2006.
- [11] OZGOÇMEN, S., YOLDAS, T., YIGITER, R., KAYA, A., ARDICOĞLU, O., R-R interval variation and sympathetic skin response in fibromyalgia, *Archives of Medical Research*, 37(5): 630-634, 2006.
- [12] DÖNMEZ, A., ERDOĞAN, N., “Fibromiyalji Sendromu”, *Klinik Gelişim* 60-64.
- [13] GENÇOSMANOĞLU EB., ERYAVUZ M. Fibromiyalji Sendromu. *Sendrom Dergisi* 1999: 4: 98-106.
- [14] WOLFE, F., SMYTHE, HA., YUNUS, MB., The American College of Rheumatology 1990 criteria for the classification of fibromyalgia, Report of the Multicenter Criteria Committee, *Arthritis Rheum*, 33(2): 160-72, Feb. 2009.
- [15] ÖZKAN Ö, YILDIZ M, KÖKLÜKAYA E, “Fibromiyalji sendromunun teşhisinde kullanılan laboratuvar testlerinin sempatik deri cevabı parametreleriyle desteklenerek teşhis doğruluğunun artırılması”, *SAÜ. Fen Bilimleri Dergisi*, 15. Cilt, 1. Sayı, s.1-7, 2011.
- [16] ULAS, UH., UNLU, E., HAMAMCIOGLU, K., ODABASI, Z., CAKCI, A., VURAL, O., Dysautonomia in fibromyalgia syndrome: Sympathetic skin responses and RR interval analysis, *Rheumatol. Int.*, 26(5): 383-387, 2006.
- [17] OZGOÇMEN, S., YOLDAS, T., YIGITER, R., KAYA, A., ARDICOĞLU, O., R-R interval variation and sympathetic skin response in fibromyalgia, *Archives of Medical Research*, 37(5): 630-634, 2006.
- [18] TARVAINEN, MP., KOISTINEN, AS., VALKONEN-KORHONEN, M., PARTANEN, J., KARJALAINEN, PA., Analysis of galvanic skin responses with principal components and clustering techniques, *IEEE Trans Biomed Eng*, 48(10): 1071-1079, 2001.
- [19] GÜLHAN H., *Deri direnci değerlerinin Hastalıklarda ön tanı aracı olarak kullanılması. Yüksek Lisans Tezi – 2009.*
- [20] ÇETİNYALÇIN, I., *Cilt Rezistansına Tesir Eden Muhtelif Faktörler, Periferik Sinir Hastalıklarında Cilt Rezistansı ve Ehemmiyeti, Uzmanlık Tezi, I.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Kütüphane, No: 538.*
- [21] KUCERA P., GOLDENBERG Z., KURCA E., Sympathetic skin response: review of the method and its clinical use. *Bratisl Lek Listy* 2004; 105 (3): 108-116.

- [22] VERGHESE A., Some observations on psychogalvanic reflex. *Brij J Psychiat* 1968; 114: 639-642.
- [23] CHRISTIE MJ., Elektrodermal activity in the 1980s: a review. *J Roy Soc Med* 1981; 74; 616-622.
- [24] GUIDA A., A new method of simultaneous recording of two effects of the psychogalvanic reflex (Tarchanoff effect and Fere effect) *Riv Patol Clin.* 1957 Jun;12(6):303-1
- [25] ERTEKİN C., Santral ve periferik EMG Otonom sinir sistemi. 2006:884-909
- [26] KNEZEVIĆ W, BAJADA S. Peripheral autonomic surface potential: a quantitative technique for recording sympathetic conduction in man. *J Neurol Sci* 1985; 67: 239-251.
- [27] SHAHANI BT., HALPERIN JJ., BOULU PH., COHEN J., Sympathetic skin response – a method of assessing unmyelinated axon dysfunction in peripheral neuropathies. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1984; 47: 536-542.
- [28] LADER MH., MONTAGU JD., The psychogalvanic reflex: a pharmacologic study of peripheral mechanism. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1962; 25: 126-133.
- [29] EISENSTEIN EM., EISENSTEIN D., BONHEIM P., WELCH EA., Habituation of galvanic skin response in adult males as function of age. *Physiol Behav* 1990; 48: 169-173.
- [30] ARUNODAYA GR., TALY AB., Sympathetic Skin Response: A Decade Later, *Journal of the Neurological Sciences*, 129: 81-89, 1995
- [31] CARİGA P., CATLEY M., MATHIAS CJ., SAVIĆ G., FRANKEL HL., ELLAWAY PH. Organisation of the Sympathetic Skin Response in Spinal Cord Injury. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, 72:356-360, 2002.
- [32] SELÇUK B., ATLI D., KURTARAN A., İNANIR M., AKYÜZ M., Serebrovasküler Olay Sonrası Hemipleji Gelişen Hastalarda Sempatik Deri Yanıtları. *Türk Fiz. Tıp ve Rehab. Derg.*, 49(5):18-23, 2003
- [33] ARAMAKI S., KİRA Y., HİRASAWA Y., A Study of the Normal Values and Habituation Phenomenon of Sympathetic Skin Response. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, 76: 2-7, 1997.
- [34] DENIŠLIČ M., MEH D., Sympathetic skin response in Parkinsonian patients. *Electromyogr clin Neurophysiol* 1996; 36: 231-235.

- [35] ELİE B., GUIHENEUC P., Sympathetic skin response: normal results in different experimental conditions. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1990; 76:258-267.
- [36] Braune HJ., Early detection of diabetic neuropathy: a neurophysiological study on 100 patient. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1997; 37: 399-407.
- [37] AYGÜL R., ULVİ H., DENİZ O., Normallerde Sempatik Deri Cevabı Dalga Formları, İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 12(2) 77-82 (2005).
- [38] TOKOYURA M., Waveform and habituation of sympathetic skin response. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1998; 109: 178-183.
- [39] VETRUGNO R., LIGUORI R., CORTELLI P., MONTAGNA P., Sympathetic skin response: basis mechanisms and clinical applications. *Clin Auton Res.* 2003; 13:256-270.
- [40] DUMİTRU D., ZWARTS MJ., Special Nerve Conduction Techniques. In: Dumitru D, Amato AA, Zwarts MJ, ed, *Electrodiagnostic Medicine*, 2<sup>nd</sup> ed, Philadelphia, Hanley & Belfus, Inc, 2002; 225-256.
- [41] ZHU GY., SHEN Y., Sympathetic skin response: a new test to diagnose erectile dysfunction. *Asia J Androl* 2001 Mar; 3 (1): 45-48.
- [42] CHU NS., Recovery of sympathetic skin response after digit-to-digit replantation and toe-to-digit transplantation in humans. *Ann Neurol* 1996; 40: 67-74.
- [43] ERTEKİN C., ERTEKİN N., MUTLU S., ALMİS S., AKCAM A., Skin potentials (SP) recorded from the extremities and genital regions in normal and impotent subjects. *Acta Neurol Scand* 1987; 76: 28-36.
- [44] ELİE B., GUIHENEUC P., Sympathetic skin response: normal result in different experimental condition. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1990; 76:258-267
- [45] AYDEMİR K., Refleks Sempatik Distrofi Sendromlu El Olgularında İnvaziv Ve Non-İnvaziv Stellar Ganglion Blokaj Uygulamalarının Tens+Egzersiz Terapisi İle Karşılaştırılmasının Sempatik Deri Yanıtları Yoluyla Ölçülmesi. Uzmanlık Tezi, Ankara 2004.
- [46] AKYÜZ G., Otonom Sinir Sistemi Elektrofizyolojisi. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon, (Eds) Beyazova M, Kutsal Y., Güneş Kitapevi Ltd. Şti. Ankara, cilt I, 560-569, 2000.
- [47] TÜRKDOĞAN D., AKYÜZ G., Otonom sinir sistemi elektrofizyolojisi. In: Akyüz G., Özaras N., Gündüz H., Ofluoğlu D., *Elektrodiagnoz*. 1 st ed.

Ankara: Güneş kitapevi, 2003; 437-463.

- [48] RESENDE LAL., MATARAZZO AT., KİMAİD PAT., SİLVA MD., Reconsideration about the clinical importance of the skin sympathetic response. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1997; 37: 463-468.
- [49] DRORY VE., KORCZYN AD., Sympathetic skin response: Age effect. *Neurology* 1993; 43: 1818-1820.
- [50] BABA M., WATAHİKİ Y., MATSUNAGA M., TABEKE K., Sympathetic skin response in healthy man. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1988; 28: 277-283.
- [51] BRAUNE HJ., KORCHOUNOV AM., SCHİPPER HI., Autonomic dysfunction in Parkinson's disease assessed by sympathetic skin response: a prospective clinical and neurophysiological trial on 50 patients. *Acta Neurol Scand* 1997; 95: 293-297.
- [52] MACLEOD AF., SMİTH SA., COWELL T., RİCHARDSON PR., SONKSEN PH., Non-cardiac autonomic test in diabetes: use of galvanic skin response. *Diabetic Med* 1991; 8 Symposium: S67-S70.
- [53] ZAKRZEWSKA-PANİEWSKA B., KAMİNSKA A., KOSTERA-PRUSZCZYK A., Sympathetic skin response (SSR) in multiple sclerosis. *Neuro Neurochir Pol* 1996; Supple 3: 121-128.
- [54] HAAPANİEMİ TH., KORPELAINEN JY., TOLONEN U., SUOMİNEN K., SOTANİEMİ KA., MYLLY VV., Suppressed sympathetic skin response in Parkinson disease. *Clin Auton Res* 200 Dec; 10 (6): 337-342.
- [55] ELİE B., LOUBOUTİN JP., Sympathetic skin response (SSR) is abnormal in multiple sclerosis. *Muscle Nerve* 1995; 18: 185-189.
- [56] ROSSİNİ PM., MASSA R., SANCESAIRO G., BOCCASENA P., Sudomotor skin response to brain stimulation do not depend on nerve sensory fiber functionality. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1993; 89: 447-451.
- [57] ROSSİNİ PM., OPSOMER RJ., BOCCASENA P., Sudomotor skin response following nerve and brain stimulation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1993; 89: 442-446.
- [58] LİNDEN D, WENG Y, GLOCKER FX, KRETZSCHMAR A, DİEHL RR, BERLİT P. Sympathetic skin response evoked by magnetic stimulation of neck: normative data. *Muscle Nerve* 1996; 19: 1487-1489.
- [59] NİEHAUS L., MEYER BU., RORİCHT S., Magnetic stimulation over different brain regions: no differential effects on the elicited sympathetic skin response. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1998; 109: 94-99.

- [60] TOYOKURA M., Influence of stimulus intensity on waveform of sympathetic skin response evoked by magnetic stimulation. *Clin Neurophysiol* 2003 Aug; 114(8); 1423-1430.
- [61] MARCELLO N, BARATTI M, ORTAGGIO F, VESCOVINI E, ZANONI P, TUGNOLI V., DE GRANDIS D., Sympathetic skin response in patients with Duchenne muscular dystrophy. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1995; 35: 659-664.
- [62] ROSSI P., TRUINI A., SERRAO M., IANNETTI GD., PARISI L., POZZESSERE G., CRUCCU G.. Sympathetic skin response evoked by laser skin stimulation. *Funct Neurol* 2002 Jul-Sep; 17 (3): 129-132.
- [63] CERVERA A., VECIANA M., VALLS-SOLE J., Sympathetic sudomotor skin responses induced by laser stimuli in normal human subjects. *Neurosci Lett*. 2002 Dec 13; 334 (2): 115-118.
- [64] AKYÜZ G., *Elektrodiagnostik Otonom sinir sistemi elektrofizyolojisi*. 2003:437-463.
- [65] ÇAKIR T., *İnmeli hastalarda elektromiyografi ile reflekslerin ve sempatik deri cevabının incelenmesi ve fonksiyonel kapasite ile ilişkinin belirlenmesi*. Uzmanlık Tezi. Afyonkarahisar 2008.
- [66] YAGİZ A., COLAKOĞLU Z., HEPGÜLER S., AKSİT R., Local heat effect on sympathetic skin response after pain of electrical stimulus. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78: 1196-1199.
- [67] DELTOMBE T., HANSON P., JAMART J., CLERIN M., The influence of skin temperature on latency and amplitude of the sympathetic skin response in normal subjects.
- [68] MAULSBY RL., EDELBERG R., The interrelationship between the galvanic skin response, basal resistance, and temperature. *J Comp Physiol Psychol*. 1960;53:475-9.
- [69] YOKOTA T., TAKAHASHI T., KONDO M., FUJIMORI B., Studies on the diphasic wave form of the galvanic skin reflex. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1959;11:687-696.
- [70] RASZEWA M., HAUSMANOVA-PETRUSEWICZ I., BLASZCZYK M., JABLONSKA S., Sympathetic skin response in scleroderma. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1991; 131: 467-472.
- [71] UNCINI A., PULLNAN SL., LOVELACE RE., GAMBÌ D., The sympathetic skin response normal values, elucidation of afferent components and application limits. *J Neurol Sci* 1988; 87: 299-306.

- [72] GUTRECHT JA., Sympathetic skin response. *J Clin Neurophysiol* 1994; 11 (5): 519-524.
- [73] MİSCİO G., PİSANO F., Sympathetic skin response in amyotrophic lateral sclerosis. *Acta Neurol Scand* 1998; 98: 276-279.
- [74] LİN TK., CHEE EC., CHEN HJ., CHENG MH., Abnormal sympathetic skin response ,n patient with palmar hyperhidrosis. *Muscle Nerve* 1995; 18: 917-919.
- [75] MİLİANLIOĞLU A., TOMBUL T., SAYIN R., Sympathetic skin response in migraineurs, *Journal of Clinical and Experimental Invegtigations* 2011; 2 (1): 16-21.
- [76] NEUMAN E., BLANTON R., The early history electrodermal research. *Psychophysiology* 1970; 6:453-475.
- [77] KULA H., Egzersizin Sporcularda Elektrodermal Aktivite Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kayseri 2006.
- [78] BOUCSEİN W., *Electrodermal Activity*. New York, Plenum Press, 1992: 1-372.
- [79] SCHMİND S., WALACH H., Electrodermal activity (EDA)- state of the art measurement and techniques for parapsychological purposes. *The Journal of parapsychology* 2000; 64: 139-163.
- [80] SCHMİDT S., SCHNEİDER 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
- [81] ZAKRZEWSKA - PNIEWSKA B., JAMROZİK Z., Are electrophysiological autonomic tests useful in the assessment of dysautonomia in Parkinson's disease? *Parkinsonism Rel D* 2002; 9(3):179
- [82] YILDIZ SK., TÜRKOĞLU ŞA., YILDIZ N., ÖZTÜRK A., TÖRE F., Sympathetic skin responses of the face and neck evoked by electrical stimulation *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical* 134 (2007) 85–91.
- [83] BOEL K., Refleks Sempatik Distrofi Sendromlu Olgularda Sempatik Deri Yanıtları. Uzmanlık Tezi, Sivas 1999.
- [84] DOĞRAMACI AÇ., OKUYUCU EE., Sympathetic Skin Response in Patient with Vitiligo, *Turkderm-Archives of the Turkish Dermatology and Venerology*, 2009; 43: 58-60.



- [85] ÇAKIR T., EVCİK D., DÜNDAR Ü., YİĞİT İ., KAVUNCU V., Evaluation of Sympathetic Skin Response and F Wave in Fibromyalgia Syndrome Patient, *Turk J Rheumatol* 2011;26(1):38-43 doi: 10.5606/tjr.2011.006.
- [86] MOLDOFSKY H., SCARİSBRİCK P., ENGLAND R., SMYTHE H., Musculoskeletal symptoms and non-REM sleep disturbance in patients with “fibrositis syndrome” and healthy subjects. *Psychosom Med* 1975;37(4):341-351.
- [87] MCBETH J., MACFARLENE GJ., BENJAMİN S., ET AL. The association between tender points, psychological distress, and adverse childhood experiences. *Arthritis Rheum* 1999; 42: 1397-1404.
- [88] CLAUW DJ., Fibromyalgia. In: Hochberg MC., Silman AJ., Smolen JS., Weinblatt ME., eds. *Rheumatology* 4th ed. New York Mosby Pr; 2007:701-711.
- [89] KÜÇÜLALİ TÜRKYILMAZ A., “Fibromiyalji hastalarında kemik mineral yoğunluğu ile serum D vitamini düzeyinin ağrı ve yaşam kalitesi üzerine etkisi”, Sağlık Bakanlığı İstanbul Fizik Tedavi Rehabilitasyon Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Uzmanlık Tezi, İstanbul, 2009.
- [90] ARNOLD, BS., ALPERS, GW., SUSS, H., FRIEDEL, E., KOSMUTZKY, G., GEIER A., Affective pain modulation in fibromyalgia, somatoform pain disorder, back pain and healthy controls, *Eur. J. Pain*, 12(3): 329-338, 2008.
- [91] UNLU, E., ULAS, UH., GURCAY, E., TUNCAY, R., BERBER, S., CAKCI, A., ODABASI, Z., Genital sympathetic skin responses in fibromyalgia syndrome, *Rheumatol. Int.*, 26(11): 1025-1030, Sep. 2006.
- [92] Roizenblatt S., Moldofsky H., Benedito-Silva AA., Tufik S. Alpha sleep characteristics in fibromyalgia. *Arthritis Rheum.* 2001 Jan; 44 (1): 222-30.
- [93] Anch AM., Lue FA., MacLean AW., Moldofsky H., Sleep physiology and psychological aspects of the fibrositis (fibromyalgia) syndrome. *Can J Psychol.* 1991 Jun; 45 (2): 179-84.
- [94] McCulloch WS., PITTS W., A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity, *Bulletin of Mathematical Biophysics*, volume 5 (1943).
- [95] DEMUTH, H., BEALE, M., HAGAN, M., *Neural network toolbox user's guide for use with matlab*, Mathworks, Inc., 2007.
- [96] ÖZTEMEL E., “Yapay Sinir Ağları”, Papatya Yayıncılık, İstanbul, 2003.

- [97] ELMAS Ç., “Yapay Sinir Ağları”, Seçkin Yayıncılık, İstanbul, 2003.
- [98] HAYKIN S., “Neural Networks, a Comprehensive foundation”, Prentice Hall, New Jersey, 1999
- [99] RUMELHART, DE., MCCLELLAND, J., Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition, vol. I, MIT Press, Cambridge, MA, 1986.
- [100] DOĞAN M., Yapay Sinir Ağları Temelli Tıbbi Teşhis Sistemi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağustos 2003.
- [101] BODEN, M., A guide to recurrent neural networks and backpropagation”, in The DALLAS project. Report from the NUTEK-supported project AIS-8: Application of Data Analysis with Learning Systems, 1999-2001. Holst, A. (ed.), SICS Technical Report T2002:03, SICS, Kista, Sweden. 2002.
- [102] GENÇ, İ., GUZELİS, C., Doğrusal ayrıştırılmaz sınıflama problemleri için yeni bir yapay sinir ağı modeli, Mühendislik Dergisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 8(5):11-18, 2009.
- [103] BOLAT, S., KALENDERLİ, Ö., Levenberg-Marquardt Algoritması Kullanılan Yapay Sinir Ağı İle Elektrot Biçim Optimizasyonu International XII. Turkish Symposium on Artificial Intelligence and Neural Networks – TAINN 2003.
- [104] BİLGİN, S., “ Kalp Hızı Değişkenlerinin Dalgacık Dönüşümü ve Yapay Sinir Ağları Kullanarak Analizi”, Sakarya Üni, Fen Bilimleri Ens., Doktora Tezi, Sakarya, 2008.
- [105] OĞUZ, M., Yalıtkan Maddelerde Elektriksel Delinme Dayanımının Yapay Sinir Ağları ile Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, 2001.
- [106] HAYKİN, S., Neural Networks: a Comprehensive Foundation, Upper Saddle River, N.J., Prentice Hall, 1999.
- [107] NGIA, SH., "Efficient Training of Neural Nets for Nonlinear Adaptive Filtering Using a Recursive Levenberg-Marquardt Algorithm". IEEE Trans. on Signal Process., Vol 48, pp. 1915-1927, 2000.
- [108] LAMAN M., UNCUOĞLU E., KESKİN M.S., ÖRNEK M., DEMİR A., “Yanal Yüklü KESon Temellerin Taşıma Kapasitesinin Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Tahmini” 1. Geoteknik Sempozyumu, 309-323.
- [109] RİEDMİLLER M.,: Rprop - Implementation Details, Technical Report, University of Karlsruhe, January 1994.
- [110] RIEDMILLER, M., ve BRAUN, H., A Direct Adaptive Method for Faster Backpropagation Learning: The RPROP Algorithm, Proceedings of the

IEEE International Conference on Neural Networks, 1993.

- [111] BABANLI, A., UYSAL, AK., Yapay Sinir Ağları Temelli Tıbbi Teşhis Problemi, ELECO 2004.
- [112] S., AYDIN, İ., KILIÇ, H., TEMELTAS, Linde Buzo Gray Sınıflandırmalı Yapay Sinir Ağları ile Mobil Robotlarda Yörünge Hesabı, Ksü Fen Ve Mühendislik Dergisi 51-57.

## ÖZGEÇMİŞ

Muhammed Kürşad Uçar, 02.02.1988 de Gümüşhane' da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Hatay'da tamamladı. 2006 yılında Nihal-Turgut Anlar Anadolu Öğretmen Lisesinden mezun oldu. 2006 yılında başladığı Mustafa Kemal Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümünü 2011 yılında bitirdi. 2011 yılında Erciyes Üniversitesinde başladığı Yüksek Lisans eğitimi araştırma görevliliğini kazanması sebebi ile 2013 yılında Sakarya Üniversitesinde bitirdi. Şu anda Sakarya Üniversitesinde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.