

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FİBROMİYALJİ SENDROMUNUN TEŞHİSİNDE
SEMPATİK DERİ CEVABI ETKİSİNİN BULANIK
MANTIK KULLANILARAK İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Melike GÜLSEVEN

**Enstitü Anabilim Dalı : ELEKTRİK-ELEKTRONİK
MÜHENDİSLİĞİ**

Enstitü Bilim Dalı : ELEKTRONİK

Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Özhan ÖZKAN

Haziran 2020

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.



Melike GÜLSEVEN

06.06.2020

TEŞEKKÜR

Tez alıőması boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araőtırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tım aőamalarında yanımda olan, teővik eden, aynı titizlikte beni ynlendiren değerli danıőman hocam Dr. Öğr. Üyesi Özhan Özkan'a, önemli yorum ve değerlendirmeleriyle katkı da bulunan, kıymetli tecrübelerini paylaşmaktan çekinmeyen ve çalıőmama ışık tutan Kocaeli Derince Eğitim ve Araştırma Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon bölümü Sayın Uzm. Dr. őafak Günaydın'a, tım hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini hep hissettiren, yoğun çalıőmalarım boyunca özellikle sabrını benden esirgemeyen, sürekli teővik eden başta annem olmak üzere tım aileme teőekkürlerimi sunarım.

Bu tezin gelecekte yapılacak çalıőmalara ışık tutmasını temenni ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	x
SUMMARY	xi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
SEMPATİK DERİ CEVABI.....	4
2.1. SSR Ölçüm Sistemi	5
BÖLÜM 3.	
FİBROMİYALJİ SENDROMU	8
3.1. Giriş	8
3.2. Belirtiler ve Teşhis Kriterleri	9
3.3. Teşhis ve Tedavisi	12
3.4. Etyoloji	13
3.4.1. Fibromiyaljide kas çalışmaları	14
3.4.2. Uyku bozukluğu	14
3.4.3. Otonomik disfonksiyon	15
3.4.4. Nöroendokrin bozukluklar	15
3.4.5. Psikiyatrik bozukluklar ve etkenler.....	15

3.5. Fizyolojik Etkilenmeyi Değerlendirmek İçin Kullanılan Testler ve Psikolojik Durum	17
3.5.1. Psikolojik durum değerlendirme testleri	17
3.6. Fonksiyonel Etkilenme ile İlgili Testler	17
3.7. Laboratuvar Testleri	17

BÖLÜM 4.

FİBROMİYALJİ SENDROMUNUN TEŞHİSİNDE KULLANILAN

PARAMETRELER	19
4.1. Sempatik Deri Cevabı (SSR) Parametreleri	19
4.1.1. Maksimum genlik (MAX-G)	19
4.1.2. İki uyartım arası geçen süre (TT)	20
4.2. Psikolojik Testler	22
4.2.1. Görsel analog skala ağrı skoru (VAS)	22
4.2.2. Verbal ağrı skalası (VERBAL)	22
4.2.3. Fibromiyalji etki sorgulaması (FES)	23
4.2.4. Beck depresyon envanteri (BDI)	24
4.2.5. Beck anksiyete envanteri (BAI)	24
4.2.6. Hamilton anksiyete testi (HAM-A)	25
4.2.7. Hamilton depresyon değerlendirme ölçeği (HAM-D)	25
4.2.8. Toplam myaljik skoru (TMS)	25
4.3. Fonksiyonel Etkilenme ile İlgili Testler	27
4.3.1. Cilt ısısı	27
4.3.2. Nabız	27
4.3.3. Solunum sayısı	27
4.4. Laboratuvar Testleri	29

BÖLÜM 5.

BULANIK MANTIK ALGORİTMASI	32
5.2. Bulanık Mantığın Gelişimi	33
5.3. Bulanık Mantık Modellemesi	34
5.3.1. Bulanık kümeler	34

5.3.2. Üçgen üyelik fonksiyonu	35
5.3.3. Yamuk üyelik fonksiyonu	36
5.3.4. Diğer üyelik fonksiyonları	37
5.3.5. Bulanık mantığın avantajları	38
5.3.6. Bulanık mantığın dezavantajları.....	38

BÖLÜM 6.

FİBROMİYALJİ SENDROMUNUN TEŞHİSİNDE KULLANILAN LABORATUAR TESTLERİNİN SEMPATİK DERİ CEVABI PARAMETRELERİ İLE DESTEKLENEREK TEŞHİS DOĞRULUĞUNUN ARTTIRILMASI

6.1. Giriş	40
6.2. Çalışmada Kullanılan Parametreler ve Analiz Yöntemi	40
6.3. Benzetim Sonuçları	41
6.4. Kural İşleme Birimi.....	47

BÖLÜM 7.

FİBROMİYALJİ SENDROMUNDA SEMPATİK DERİ CEVABI PARAMETRELERİNİN TEŞHİS DOĞRULUĞUNA ETKİSİNİN BULANIK MANTIK KULLANILARAK İNCELENMESİ

7.1. Giriş	52
7.2. Çalışmada Kullanılan Materyaller ve BM ile Analizi	52

BÖLÜM 8.

SONUÇLAR

KAYNAKLAR

ÖZGEÇMİŞ

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ACR	: Amerikan Romatoloji Birliği
ark	: Arkadaş
BM	: Bulanık mantık
BDI	: Beck depresyon envanteri
BAI	: Beck anksiyete envanteri
cm	: Santimetre
CRP	: C reaktif protein
dl	: Desilitre
EDA	: Elektrodermal aktivite
EEG	: Elektroensefalogram
EMG	: Elektromiyogram
FES	: Fibromyalji etki sorgulaması
FMS	: Fibromiyalji sendromu
g	: Gram
HAM-A	: Hamilton anksiyete testi
HAM-D	: Hamilton depresyon değerlendirme ölçeği
HG	: Hemoglobin
IU	: Uluslararası birim
l	: Litre
LT	: Tepki gecikme süresi
MAX-G	: Maksimum genlik
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
ms	: Milisaniye
NCV	: Sinir İletim Hızı
PLT	: Platelet

RA	: Romatoid artrit
RF	: Romatoid faktör
s	: Saniye
SEDİM	: Sedimantasyon
SSR	: Sempatik deri cevabı
TMS	: Toplam myaljik skoru
TT	: İki uyartım arası geçen süre
VAS	: Görsel analog skala ağrı skoru
VERBAL	: Verbal ağrı skalası
WBC	: Beyaz kan hücresi sayısı
μA	: Mikroamper
μV	: Mikrovolt

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. SSR ölçüm sisteminin genel görünümü	6
Şekil 2.2. SSR ölçüm sisteminin bağlantı şekli	6
Şekil 2.3. SSR kaydının alınma anı.....	7
Şekil 3.1. Fibromiyalji sendromlu olgulardaki hassas noktalar	10
Şekil 4.1. Örnek bir SSR dalga modeli	20
Şekil 5.1. Üçgen üyelik fonksiyonun gösterimi	36
Şekil 5.2. Yamuk Üyelik Fonksiyonunun Gösterimi	37
Şekil 5.3. Üyelik fonksiyonları ve derece hesaplamaları	38
Şekil 6.1. Mamdani ağ modeli	42
Şekil 6.2. Mamdani bulanık çıkarım yönteminin yapısı	42
Şekil 6.3. CRP Giriş üyelik fonksiyonunun gösterimi (BM araç kutusu)	43
Şekil 6.4. RF Giriş üyelik fonksiyonlarının gösterimi (BM araç kutusu)	44
Şekil 6.5. SEDIM Giriş üyelik fonksiyonunun gösterimi (BM araç kutusu).....	44
Şekil 6.6. WBC Giriş üyelik fonksiyonunun gösterimi (BM araç kutusu)	44
Şekil 6.7. HG Giriş üyelik fonksiyonunun gösterimi (BM araç kutusu)	45
Şekil 6.8. PLT Giriş üyelik fonksiyonunun gösterimi (BM araç kutusu)	45
Şekil 6.9. LT1 Giriş üyelik fonksiyonlarının gösterimi (BM araç kutusu)	45
Şekil 6.10. TT1 Giriş üyelik fonksiyonunun gösterimi (BM araç kutusu).....	45
Şekil 6.11. MAX-GEN Giriş üyelik fonksiyonunun gösterimi (BM araç kutusu) .	46
Şekil 6.12. Çıkış üyelik fonksiyonunun gösterimi (BM araç kutusu).....	46
Şekil 6.13. Mamdani çıkarım yöntemi CRP-LT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu) .	53
Şekil 6.14. Mamdani çıkarım yöntemi CRP-TT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu) .	53
Şekil 6.15. Mamdani çıkarım yöntemi CRP-MAX-Gen kural yüzeyi (BM araç kutusu)	54
Şekil 6.16. Mamdani çıkarım yöntemi RF-LT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu)....	54
Şekil 6.17. Mamdani çıkarım yöntemi RF-TT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu)....	55

Şekil 6.18. Mamdani çıkarım yöntemi RF-MAX-Gen kural yüzeyi (BM araç kutusu)	55
Şekil 6.19. Mamdani çıkarım yöntemi SEDIM-LT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu)	56
Şekil 6.20. Mamdani çıkarım yöntemi SEDIM-TT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu)	56
Şekil 6.21. Mamdani çıkarım yöntemi SEDIM-MAX-Gen kural yüzeyi (BM araç kutusu)	57
Şekil 6.22. Mamdani çıkarım yöntemi WBC-LT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu)	57
Şekil 6.23. Mamdani çıkarım yöntemi WBC-TT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu)	58
Şekil 6.24. Mamdani çıkarım yöntemi WBC-MAX-Gen kural yüzeyi (BM araç kutusu)	58
Şekil 6.25. Mamdani çıkarım yöntemi HG-LT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu)...	59
Şekil 6.26. Mamdani çıkarım yöntemi HG-TT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu)...	59
Şekil 6.27. Mamdani çıkarım yöntemi HG-MAX Gen kural yüzeyi (BM araç kutusu)	60
Şekil 6.28. Mamdani çıkarım yöntemi PLT-LT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu) .	60
Şekil 6.29. Mamdani çıkarım yöntemi PLT-TT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu) .	61
Şekil 6.30. Mamdani çıkarım yöntemi PLT-MAX Gen kural yüzeyi (BM araç kutusu)	61
Şekil 7.1. Mamdani çıkarım yöntemi laboratuvar sonuçları ve SSR'ın kural yüzeyi	63
Şekil 7.2. Mamdani çıkarım yöntemi laboratuvar sonuçları kural yüzeyi	64
Şekil 7.3. Mamdani çıkarım yöntemi SSR'nin kural yüzeyi	65

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Sağlıklı bireylerdeki kan değeri aralıkları	18
Tablo 4.1. SSR parametrelerinin birinci ölçüm değerleri	20
Tablo 4.2. FES testi bileşenleri	24
Tablo 4.3. Çalışmaya katılan deneklerin psikolojik test skorları	25
Tablo 4.4. Çalışmaya ait örnek alınan deneklerin fizyolojik test sonuçları	28
Tablo 4.5. Çalışmaya ait örnek alınan deneklerin laboratuvar test sonuçları	30
Tablo 5.1. Bulanık mantıkla klasik mantık arasında bulunan bazı ana farklar	33
Tablo 6.1. Deneklerin fiziksel özellikleri.....	41

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Sempatik Deri Cevabı, Fibromiyalji Sendromu, Fibromiyalji Sendromu Teşhis Yöntemleri, Tepki Gecikme Süresi, Bulanık Mantık, Bulanık Kümeler, Mamdani Ağ Modeli, Bulanık Mantık Algoritması, Üyelik Fonksiyonu

Bulanık mantık insan gibi düşünmeyi ilke edinmiş, fikirlerin matematiksel karşılıklara çevrildiği bir bilim alt dalıdır. İnsan ve makinenin birbirine en yakın olduğu noktalardan biri olarak düşünülen bu yöntemle biyomedikal işaretlerin incelenmesi, FMS gibi teşhisi zor olan hastalığın değerlendirilmesi sağlanmıştır.

Fibromiyalji sendromu vücudun çalışmasına etki ettiği halde herhangi bir hasar oluşturmadığı için tespiti zordur. FMS hem lokal hem genel yaygın kas iskelet sistemi ağrısı, kas tendonlarının yapışma yerlerinde hassasiyet olarak belirtilmektedir. Teşhisi hala tartışma konusu olmaya devam eden bu hastalığın sempatik deri cevabı (SSR) parametreleriyle ilişkisi BM ile incelenmiştir.

Fibromiyaljili hastalarda otonom sinir sisteminde fonksiyonel bozukluklar görülmektedir. Buradan yola çıkarak SSR incelenmiş hastalıkla ilgili olan parametre değerleri belirlenmiştir. SSR parametre değerleri BM ile yapılan analizinde hastalığa ilişkin teşhis doğruluğu desteklenmiştir. Hastalığın araştırılmasında faydalanılan insanlara ait SSR parametreleri ve laboratuvar sonuçları tek tek ve birlikte olmak üzere iki farklı şekilde BM ile analiz edilerek SSR parametrelerinin laboratuvar test sonuçlarına etkisi araştırılmıştır.

Çalışmada SSR parametrelerinin FMS'de kullanılan laboratuvar testlerine etkileri, teşhisinde kolaylaştırıcı doğruluğu desteklenmektedir. Bu sebepten hastalığın teşhisinde de SSR parametreleri kullanılması gereken bir fizyolojik işaret olduğu sonucuna varılmıştır.

INVESTIGATION THE EFFECT OF SYMPATHETIC SKIN RESPONSE SIGN IN THE DIAGNOSIS OF FIBROMYALGIA SYNDROME WITH FUZZY LOGIC

SUMMARY

Keywords: Sympathetic Skin Response, Fibromyalgia Syndrome, Diagnosis Methods of the Fibromyalgia Syndrome, Latency time, Fuzzy Logic, Fuzzy Sets, Mamdani Network Model, Fuzzy Logic Algorithm, Membership Function

The detection of fibromyalgia syndrome is difficult because it does not harm the body's work. The relationship of this disease, whose diagnosis continues to be the subject of controversy, with the parameters of SSR was examined. FMS is both local and general widespread musculoskeletal pain. While it was also expressed as sensitivity in muscle tendons, the effect of SSR parameters with FL was investigated in its diagnosis.

Fibromyalgia's patients are observed functional disorders in the autonomic nervous system. Based on this, it was determined that there was a decrease in patients with SSR. In the analysis of SSR parameter values with the FL, the diagnostic accuracy of the disease was examined.

Later, the laboratory test results and SSR parameter values of the patient were analyzed separately and together with FL and the effect of SSR parameters on laboratory tests was investigated.

In the study, the effects of SSR parameters on laboratory tests used in FMS diagnosis were investigated and facilitation of the diagnosis was supported. For this reason, it was concluded that the diagnosis of the disease is a physiological sign that should be used with SSR parameters.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Bugüne kadar yapılan çalışmalar fibromiyalji hastalarında yaygın ağrı ve ağrı hassasiyetinin nedeninin bulunamadığını göstermektedir. Hastalığın oluşumu ve gelişiminde genetik faktörlerle birlikte çevresel etkenlerin de sebep olduğu düşünülmektedir. Ayrıca periferik ve merkezi sinir sisteminin de hastalığın oluşumu ve gelişiminde yer aldığı düşünülmektedir [1, 2].

“Nörasteni” gibi terimlerle tanımlanmaya çalışılsa da 1904 yıllarında Gowers “fibrositis” tanımını kullanmış, böylece “fibromiyalji” terimini açıklamaya biraz daha yaklaşmıştır. Gowers, kas ağrısı ve kas romatizmasının fibröz dokuda vücut tarafından verilen koruyucu yanıtlardan kaynaklandığını düşünmüş “fibrositis” terimini kullanmıştır. Fakat kas biyopsilerinde fibromiyalji vücudun verdiği koruyucu yanıtlardan ya da kireçlenme gibi eklem ağrılarından tek başına kaynaklanmadığı görülmüştür [3].

Bağ dokularda yenilenebilir geçici olmayan ve bölgesel değişiklik yoktur. Buna rağmen bir hastalığın teşhis edilemediği durumlarda genel ve lokal kas iskelet sistemi hastalıkları fibrozit terimi ile tanımlanmıştır. Bunun yanı sıra psikojenik romatizma, non-artikuler romatizma, muskuler romatizma, yumuşak doku romatizması ve miyofibroze terimleri de yine fibromiyalji sendromunun tanımlanmasında yerini almıştır [4]. 1950'lerde Lewis ve Kellegren fibromiyalji hastalarının psikolojik durumunu araştırmıştır [5].

Fibromiyalji, sendrom olarak 1968 yılında Trout tarafından yayınladığı makalede geçmiştir. Hastalığın belirtileri olarak kas iskelet sisteminde yaygın ağrılar, uyku bozuklukları, kas kırımlarındaki hassasiyet, yorgunluk şeklinde açıklamıştır [6]. Moldofsky ise fibromiyaljide anormal uyku bozukluklarına dikkat çekmektedir [3]. İlk

kez 1976 yılında Hench tarafından "fibromiyalji" terimi kullanılmıştır [6]. Bu çalışmayla birlikte "Fibromiyalji Sendromu" olarak daha fazla kullanılmaya başlanmıştır. Bu hastalığın kabul edilerek, teşhis edilmesinde kullanılacak kriterlerin belirlenmesi ACR komitesinin yaptığı araştırma 1992 yılında kabul edilmiş ve kitaplarda yerini almıştır. Bu araştırmalar 1990 yılında 16 merkezde yapılmış olup Symthe ve Yunus'un da içlerinde olduğu 25 araştırmacı tarafından yapılmıştır [7].

Fibromiyalji hastalığında yapılan çalışmalar neticesinde sempatik deri cevabında azalma olması gibi otonom sinir siteminde oluşabilen bozukluklara rastlanmıştır. Fakat bu bozukluklar kronik ağrılı birçok hastada görülmekte olup yalnızca fibromiyaljiye özgü bir rahatsızlık da değildir. Günümüze kadar gelen bu çalışmalarda SSR verilerinin fibromiyalji sendromu (FMS) teşhisinde doğrudan kullanılacak bir yöntem olacağı net olarak gösterilememiş ancak otonom sinir sistemindeki fonksiyon bozukluklarına tepki verdiği için FMS ile ilişkilendirilebileceği düşünülmüştür [8, 9].

Hazırlanan çalışmada FMS ile ilgili yeni bir teşhis yöntemi önerilmiştir. SSR'ın FMS'ye etkisinin laboratuvar test sonuçları ve deney ortamına yerleştirilen bir ölçüm sistemi ile SSR parametre değerleri ölçülmüştür. Böylece denek gruplarından alınan ölçümlerle veri tabanı oluşturulmuştur. Bu veriler arasından hastalıkla ilişkilendirilecek parametreler belirlenmiş ve bu parametrelerin sayısal değerleri Matlab yazılımında kullanılarak hastalığın durumu incelenmiştir. Hastaların laboratuvar sonuçları ve SSR parametre değerleri bulanık mantık yöntemiyle analiz edilerek hastalığa ilişkin sonuçlar yorumlanmış hasta sonuçları ile doğruluğu desteklenmiştir. Laboratuvar test sonuçları ve SSR parametre değerleri tek tek ve bir arada olmak üzere iki farklı şekilde bulanık mantık yöntemiyle analiz edilmiştir. Böylece SSR'ın fibromiyalji hastalığı teşhisi için kullanılan testlere etkisi de incelenerek yazılan kural tabanlı algoritma ile laboratuvar testlerine SSR parametrelerinin etkisi araştırılmıştır.

Yapılan çalışmaların sonucunda bulanık mantık yöntemi ile SSR sonuçlarından seçilen parametrelerin fibromiyalji sendromu teşhisi için faydalanılan yöntemlerinden elde edilen sonuçları desteklediği görülmüştür. Hastalığı teşhisinde değerlendirilmesinin

faydalı olacağı bir fizyolojik işaret olduğu sonucuna varılmıştır.



BÖLÜM 2. SEMPATİK DERİ CEVABI

Sempatik deri cevabı, deriye verilen iç veya dış uyarılardan herhangi biri tarafından uyarılmasına karşın deride meydana gelebilecek anlık ve geçici elektrodermal aktivitedir (EDA) [10]. Cildi tetikleyen bu iç ya da dış uyarılar sayesinde cilt direncindeki değişimler ölçülebilir.

Sempatik deri cevabı elde edilebilmesi için merkezi ve periferik otonom sinir sistemi birlikte çalışıyor olmalıdır, ikisinin ayrımı ile belirlenemez. Teknik olarak standart bir SSR, avuç içi ve ayak tabanından alınan ölçümlerle kaydediliyor.

Sinir sistemi çeşitli organlardan oluşur. Vücut bu organlar vasıtasıyla çevreyle iletişim kurar ve aynı zamanda içinde meydana gelen birçok mekanizmayı yönlendirir. Sayıları oldukça çok fazla olan bu sinirler, periferik sinir sistemi denilen bir sistem oluşturur.

Merkezi sinir sistemi ile iç organlar, cilt ve kaslar gibi vücuttaki bölümler arasında bilgi taşıyarak onları bağlayan sinirlerin tümü periferik sinir sistemidir. Ana birimi nörondur. Görevi elektrik uyarıları ile organların etkileşimini sağlamaktır. Bu sinir hücreleri akson adında uzun kuyruklardan oluşur. Aksonların görevi ise nöronlar ile cilt, kas ve iç organlar gibi vücut bölümleri arasında elektriksel uyarıyı sağlamaktır. Aksonlar miyelin isminde zarla kaplıdır. Bu sayede elektriksel uyarı hızlı ve etkin bir şekilde aktarılırlar. Demet şeklinde bulunurlar. Bu demetler otonom sinir, motor sinir ve duyuşal sinir olmak üzere üç çeşittir.

Yukarıdada bahsedildiği gibi elektriksel empedansın bir parçası olan SSR, vücudun iç dinamiklerine ve dış ortam etkileri ile ciltte kendiliğinden veya refleks olarak oluşan geçici elektriksel potansiyel değişimdir.

SSR ilk olarak Tarchanoff tarafından kanıtlanmıştır. Ter bezlerinin düzenli

salgılanmasına yarayan potansiyel değişiklerin damarsal tepkilerden bağımsız olduğunu bulmuştur. SSR ile de ilgili bir çalışma yapılmıştır [11]. Shahani ve ark. klinik nöropsikoloji dalında SSR uygulamalarını ilk olarak tanımlamış olan bilim insanlarıdır [12]. Daha sonraki yıllarda merkezi otonom sinir sistemi üzerine durmuş bu ek olarak periferik sinir siteminde de deri potansiyelleri üzerine çalışmalar yapmışlardır [8, 10].

SSR psikofizyolojik çalışmalarda da sık kullanılan bir yöntemdir. SSR kolaylıkla ve noninvazif (derinin altına girilmesi gerekmeden uygulanan tıbbi prosedür) olarak elde edilebilen olsa da, uygulamada parametrelerdeki değişkenlik sebebiyle problemler mevcuttur. Klinik araştırmalar sonucunda SSR'nin içeriğinde olan birçok parametreye ait dalga formları bulunmuştur [8, 10, 13].

SSR ile otonom sinir sistemi hastaları arasındaki ilişkinin araştırıldığı bir çalışmada akciğer kanseri hastalarda SSR lmleri yapılmış, elde edilen verilerin sağlıklı insanlardan llen SSR verilerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır [14].

SSR'ın FMS'ye etkisinin incelendiği bu çalışmada ise hastaların laboratuvar test sonuçları ve deney ortamına yerleştirilen bir ölçüm sistemi ile SSR parametre değerleri ölçülmüştür. Sonuç olarak bu verilerin BM ile analizinin teşhis doğruluk değerleri göz önünde bulundurulurken laboratuvar testlerinin SSR tarafından desteklendiği ve teşhis doğruluğunu arttırdığı görülmüştür.

2.1. SSR lm Sistemi

SSR'nin FMS hastalığının teşhisinde ne kadar etkin kullanabileceğini inceleyebilmek için veri tabanı oluşturmuş ve Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizik–Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümünde kapalı bir alanda SSR lm sistemi kurulmuş, bu ölçüm sistemi Şekil 2.1. ve Şekil 2.2.'de gösterilmiştir [15].



Şekil 2.1. SSR ölçüm sisteminin genel görünümü



Şekil 2.2. SSR ölçüm sisteminin bağlantı şekli

SSR ölçüm sistemi AD Instruments ML870/P Powerlab 8/30 with Chart Pro, AD Instruments Powerlab ML116 SSR Amplifier, AD Instruments MLT116F SSR parmak elektrotları, dual bioamplifier/uyarıcıdan oluşmaktadır. Kurulan sistem üzerinde topraklaması gürültü faktörünü elimine edecek şekilde tekrar dizayn edilmiştir. Chart-pro yazılımı dizüstü bilgisayara kurularak deneme kayıtları için hazır hale getirilmiştir [15].

Bütün SSR kayıtları, uygun sıcaklığa sahip (22–24 oC) ve aydınlatmalı sessiz bir ortamda, hasta oturur haldeyken Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümüne kurulan sistemde her ölçümde aynı cihazlar kullanılarak alınmıştır. Sağ el 2. ve 3. parmakların orta kemik seviyesine yerleştirilen yüzük elektrotlar kayıt elektrotu olarak kullanılmış; uyarılar, sol önkol bölgesinde medyan sinir bloğuna yerleştirilen uyarıcı (stimulan) ile verilmiştir. Genel olarak SSR ölçümünde gerekli olan uyarı öksürme, derin nefes alma, yüksek bir ses, elektriksel uyarı, derinin üstüne vurulması, ışık gibi yöntemlerle oluşturulabilmektedir. Ancak SSR ölçümü için en sık kullanılan yöntem bir periferik sinirin elektriksel uyarımıdır. Uyarıcı şiddeti 10–20 μA ve süresi 0,1–0,2 ms

civarındadır. Ölçüm kalitesinin düşük olması durumunda verilen uyarı sayısı arttırılmış, 5 uyardan daha az cevap alınmadığı durumlar "yanıt yok" olarak alınmış ve çalışma dışı bırakılmıştır. Şekil 2.2.'de örnek bir SSR kaydının alınma anı gösterilmiştir [15].



Şekil 2.3. SSR kaydının alınma anı

Daha sonra ölçülen SSR kayıtları, LabChart Pro programında data pad özelliği ile MsExcel 2003'e kontrol edilerek işlenmiş ve sayısal veriler olarak SPSS 15.0 ve MsExcel 2003'e kaydedilmiştir [15].

BÖLÜM 3. FİBROMİYALJİ SENDROMU

3.1. Giriş

Ağrı, vücudun doğal bir reaksiyonudur. Herhangi yaralanma veya hastalığa karşı doğru gitmeyen durumlar olduğunu gösterir. Ağrının bulunduğu bölge veya noktaya tıbbi olarak iyileştirici uygulamalar sonrasında bile dinmemesi veya devam etmesi durumu kronik ağrılar olarak tanımlanır [16]. Kronik ağrılar hafızaları mevcuttur. Bunların teşhis ve tedavi edilebilmesi için biyomedikal ve biyopsikososyal etkileşimleri üzerine çalışmak gerekmektedir.

Fibromiyalji sendromu, çok karşılaşılan bir hastalık türü olup ağrılı hassas noktalarla tanımlanır. Kronik kas-iskelet ağrısı yanında deride meydana gelen kısa süreli karıncalanma gibi anormal hislerin olması, uyku düzensizliği, hassas noktalarda simetrik ağrılı dağılımlar gösterebilen bir rahatsızlıktır. Araştırmalar gösteriyor ki bu hastalık primer fibromiyalji ve sekonder fibromiyalji şeklinde iki grupta toplanmaktadır. Primer fibromiyaljide ağrıyı destekleyen bir hastalık bulunmamaktadır. Hastalığa sebep olan bir rahatsızlık da yoktur. Sekonder fibromiyalji de ise bir sebep vardır. Amerikan Romatoloji Derneği (ACR) tarafından tanı aracı olarak bu ayırım önerilse de daha çok araştırmacılar tarafından kullanılmaktadır [6].

FMS genel kas iskelet sistemi ağrılarının tanımında da kullanılmıştır. Vücutta yumuşak doku ve kas dokunun belirli noktalarında sertleşerek bazen kulunç şeklinde bazen ağrı olarak kendini gösterdiği bir rahatsızlıktır. Özellikle belirli noktalarda hassasiyet, ağrı, halsizlik ve esneklik kaybı ile kendisini gösterir. Ve bu ağrılar vücutta yer değiştirir.

Fibromiyaljide en önemli durum ağrılar, kaslardaki tutukluk kişinin hayattan aldığı tadın azalmasına yaşam sevincinin kaybolmasına ve performansının azalmasına sebep olur. Bu bir biyoelektriksel hastalıktır. Bu hastalığı olan kişilerin hassas detaycı, ayrıntıcı, ince düşünen kişilik yapıları vardır. Bu hassas yapı gelişen vücut elektrik sisteminin oluşturduğu problemlere ve akabinde FMS'e sebep olmaktadır. Vücudun çalışmasına etki ettiği herhangi bir hasar oluşturmadığı için tespit edilmesi zordur.

Bu hastaların eklemlerinde sertlik, ciddi hormonal değişiklikler, troid hastalıkları şeker eğilimi, regl dönemindeki düzensizlikler FMS belirtileridir. 30-60 yaş aralığında daha çok görülen bu hastalığın kadınlarda görülme durumu erkeklere nazaran daha fazladır. Popülasyonda yaklaşık %0,5 ile %5 aralığını etkileyen bir hastalıktır. Yaşam kalitesini de etkileyen FMS, kişinin günlük hayat düzenini bozarak onu gündelik işlerinden alıkoyacak şekilde işgücü kaybı ve yüksek miktarlarda tıbbi harcamalara neden olması sebebiyle sosyal problem olarak da görülüyor [17, 18, 19].

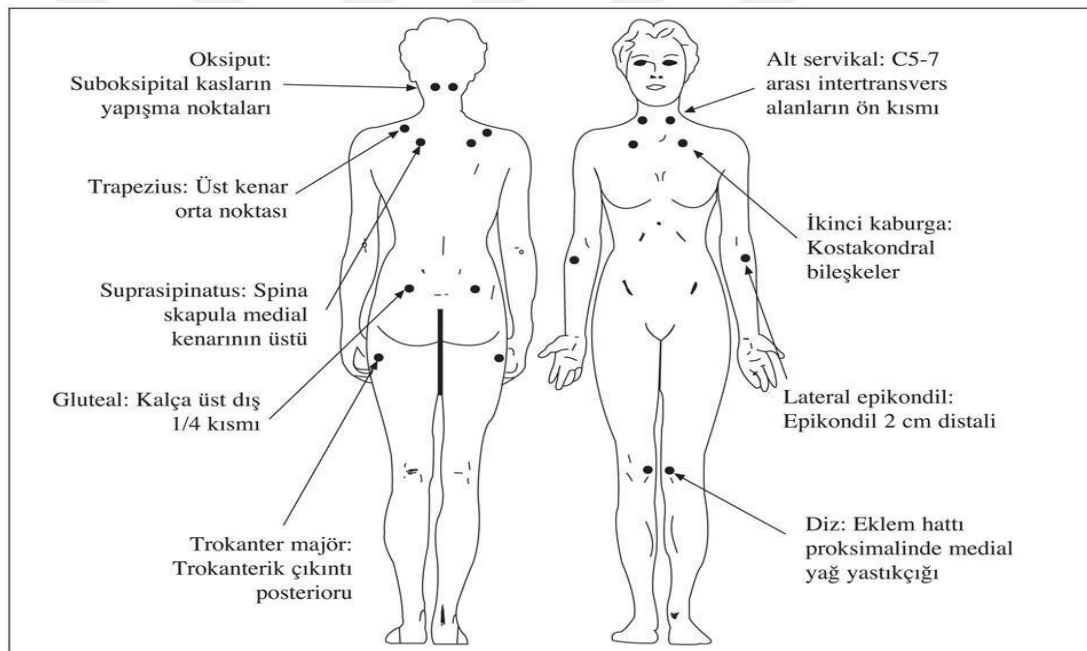
Fibromiyaljinin tanımı, etiyojisi, hastalığın kaynağı, gelişmesi sırasında vücutta meydana gelen değişiklikler (patogenez) ve teşhisi tartışma konusu olarak sürmektedir [20]. FMS'i teşhis ederken daha çok klinik değerlendirmelerden faydalanılır. Tavsiye edilen kan testi veya görüntüleme yöntemi yoktur. Bu sebeple hastalığın teşhisinde bazı uzmanlar vücuttaki diğer anormal durumların dışlanması ile teşhisin yapılması gerektiğini desteklemektedir [21]. Güvenilir bir fiziksel belirteç olmaması sebebiyle FMS ayrı bir hastalık olarak sorgulanmaktadır [22].

3.2. Belirtiler ve Teşhis Kriterleri

FMS teşhisinde uzun süre ACR 1990 komitesi tarafından yayınlanan tanı kriterleri kullanılmıştır. Burada hassas nokta muayenesi esas alınmıştır. 3 aydır devam eden, vücudun yaygın bölümünde ağrısı bulunan ve 18 hassas noktadan en az 11'inde elle yapılan muayene (palpasyon) sonucunda ağrılı çıkan durumlara FMS tanısı konulmaktadır. Diğer hastalıkların varlığı FMS'nin olmadığı anlamına gelmeyip belirlenen hassas noktalara yapılan elle muayene sonucunun ağrılı olarak çıkmalıdır [23, 24].

1990 ACR kriterlerinin duyarlılığı %88,4, özgünlüğü %81,1 olarak bildirilmiştir. Fakat hastaların %25'inde tanımlanan 18 hassas noktaya duyarlılık bulunmamakta, hastalığı takip ederken kullanılmaması, hastalığın şiddetini göstermemesi, uyku bozukluğu, yorgunluk, beyin işlevinde bozukluk gibi belirtilerin olmaması sebebiyle yeni kriterler üzerine çalışılmıştır. Bu kriterler 2010 yılında ACR komitesi tarafından belirlenmiş ve yayınlanmıştır. Bu yeni kriterlerde hassas nokta muayenesi olmaması sebebiyle yanlış tanı oranı artmıştır. Klinik muayenesinde kullanım zorluğu oluşmuştur. Bu sebepten FMS tanısı kriterleri halan tartışma konusu olmaya devam etmektedir [23].

Hassas 18 noktanın yerleşimi Şekil 3.1.'de verilmiştir [25].



Şekil 3.1. Fibromiyalji sendromlu olgulardaki hassas noktalar

1. Oksiput: Bilateral subokspital kas insersiyolarında
2. Alt servikal: Bilateral, C5–7 intertransvers bölgelerin önünde
3. Trapez: Bilateral, üst sınırın orta noktasında
4. Supraspinatus: Bilateral, origolarda, spina skapula üzerinde orta sınıra yakın
5. İkinci kosta: Bilateral, ikinci kostokondral bileşkede, üst yüzeylerin lateralinde
6. Lateral epikondil: Bilateral, epikondillerin 2 cm distalinde
7. Gluteal: Bilateral, kalça üst kadranda kasın ön kıvrımında

8. Büyük tokanter: Bilateral trokanterik çıkıntının posteriorunda
9. Diz: Bilateral, eklem çizgisi proksimalindeki medial yağ yastıkçığında

ACR 2010 kriterlerinde amaç, FMS tanı kriterlerini daha basit hale getirmektir. Hassas nokta kontrolünün yapılmasına gerek kalmadan, ağrı dışı belirtilerin FMS teşhisinde önemi vurgulanmaktadır. Bunlar, beyin işlevindeki bozukluklar, uyku bozukluğu, düzensizliği, yorgunluk gibi ağrı içermeyen belirtilerdir. Hastalığın şiddeti ölçülüp henüz teşhis kriterlerinin karşılanmadığı durumlarda hastalığın gidişatının seyredilmesini sağlamak ve uygulanan tedavinin etkiliği değerlendirilebilmektedir. Burada öncelik FMS belirtilerinin şiddetinin önemi ve ölçümü olarak belirlemiştir [26, 27].

1990 ACR kriterleri uyan vakaların % 88.1'i doğru şekilde sınıflandırılmıştır. Hastaların belirtilerinden faydalanılması sebebiyle herhangi bir fiziksel muayeneye gerek kalmaz [18]. 2011 yılında ise 2010 yılındaki kriterler geliştirilerek yeni kriterler belirlenmiştir [28].

Bu tanı kriterlerinin hassasiyeti ve özel noktalarının az olması sebebiyle 2013 yılında ACR Alternatif Tanı Kriterleri tekrar yayınlanmıştır. Bennett ve ark. tarafından hazırlanmış daha fazla noktanın ağrı açısından değerlendirildiği ve belirtilerin daha geniş aralıkta incelendiği kriterleri içerir [29].

Hazırlanan bu çalışmada amaç, FMS kriterlerini daha doğru şekilde tespit edilmesi ve farklılıkların değerlendirilmesidir.

FMS'nin vücuttaki etkileri sistematik olarak ağrı, kilo alma soğuk algınlığı ve alerjik duyarlılıktaki hassasiyet olarak karşımıza çıkmaktadır. Fakat FMS yalnızca fizyolojik etkisi olan tek fonksiyonlu bir bozukluk değildir. Bunun dışında aşağıdaki etkenler de FMS belirtileridir.

1. Yorgunluk ve halsizlik
2. Mutlu olmama, depresyon hali

3. Unutkanlık hali, dikkat eksikliği
4. Tiroid hastalıkları
5. Adet düzensizlikleri, ağrılı adet dönemi
6. Baş ağrısı, migren
7. Sabah tutukluğu, sertliği
8. Uykusuzluk, uyku yetersizliği, dinlenememe, sabahları yataktan sürünerek kalkma
9. Gaz, şişkinlik, iritabl bağırsak sendromu

3.3. Teşhis ve Tedavisi

Fibromiyalji tanımı ilk olarak Gowers'ın 1904'te "fibrositis" olarak tanımlamasıyla başlamıştır. Daha önceleri "nörastenî" gibi terimlerle tarif edilmiştir. 1975'de Non-REM döneminde yaşanan bozukluğu (uyku öncesi kısa süreli geçiş evresi) Moldofsky ve ark. tarafından tanımlanmıştır. Böylece fibrositiste merkezi sinir sistemi bozukluğu olabileceği ileri sürmüşlerdir [30]. 1990 yılında Amerikan Romatoloji Koleji (ACR) araştırmalarının temelinde fibromiyalji terimini kullanılmıştır. Bugün de yaygın olan bu kriterler kabul edilmiştir [23].

FMS'nin teşhis edilmesi kolay değildir. Yukarıda belirtilen hassas noktalara baş ve işaret parmaklarıyla iki taraflı basınç uygulanarak muayene yapılmıştır. 4 kg/cm²lik düzenli bir basınç miktarı muayene yapanın başparmak tırnağı beyazlaşınca dek uygulanmaya devam edilmiştir. FMS'li çoğu hastada hassas noktalar için ağrıya karşı dayanabilme basıncı 2 kg/m²'dir. Bu basınç eşiği olarak kabul edilmiştir. Muayeneyi yapan uzman, bölgeyi hastaya acı vermeden elle basınç uygulayarak muayene etmekte ve derideki kızarıklık ve aşırı hassasiyeti incelerken spazm durumunu da gözlemlemektedir. Uzman, parmağıyla hassas noktaya uyguladığı basıncı hastanın ağrısının artmasına, parmağını geri çekilmesini söyleyinceye ya da ağrı sebebiyle yüzünü buruşturuncaya dek artmış; parmak geri çekildikten sonra ise bölgedeki kızarıklık durumu incelenmektedir [31]. Reeves ve ark. hassas nokta indeksini şu şekilde önermişlerdir [32];

- 0 = Aşırı hassasiyet
- 1 = Geri çekilme olmaksızın aşırı hassasiyet
- 2 = Aşırı hassasiyet ve geri çekilme
- 3 = Aşırı hassasiyet ve abartılı geri çekilme
- 4 = Dokunulmaz ağrı

Benzer şikayetleri içeren başka hastalıklar da olabilir. FMS'nin teşhis edilirken yukarıda belirtilen benzer şikayetleri içeren diğer hastalıkların olmadığından da emin olunmalıdır. Kas kuvvetleri normal sınırlarda olabilir fakat şikayetin 3 aydan uzun süre devam etmesi teşhis açısından önemlidir.

Hastada yaşam kalitesini etkileyen bu hastalık başka hastalıklara kapı açabilir. Bu nedenle de tedavisi gereklidir. Tedavisi uzun sürebilir ve hastada düzelme olana kadar hekim kontrolünde kalması gerekebilir. Ağrıları azaltmak, yorgunluğu gidermek ve uykuları düzene sokabilmek için antidepresanlar uyku ilaçları kas gevşeticiler kullanılmaktadır. Fiziksel ağrılar için diğer taraftan fizik tedavi de uygulanmaktadır.

3.4. Etyoloji

Etyolojisi kesin olarak bilinmemekte olan bu hastalıkta genetik eğilimlerinde önemli rolü olduğu düşünülmektedir. Bunun yanı sıra bazı enfeksiyonlar, fiziksel ve duygusal travmalar da fibromiyaljinin ilerlemesinde önemli rol oynar. Fibromiyalji hastalarının birinci derece yakınlarında görülmesi ile fibromiyalji sendromunun sekiz kat fazla bulunması ise genetik geçişi akla getirmiştir [33]. Psikolojik hastalıklarda kronik ağrılara sebep olmakta ve FMS'yi tetiklemektedir.

Fibromiyaljili hastaların psikolojik durumu ve hassas noktalar arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bir çalışmada bu noktalarla özellikle distres ve psikolojik sıkıntıların fiziksel belirtiler şeklinde yaşanması, iletilmesi eğilimi arasında ilişkiyi göstermektedir [34].

Bu bozuklukların ortaya çıkmasının nedenleri arasında çocuklukta yaşanan psikolojik olumsuzluklar, çarpık aile yaşantısı gibi olumsuz deneyimlerin etkili olabileceği düşünülmektedir. Savaş sonrası askerlerde fibromiyalji görülme sıklığı artmakta, içinde buldukları stres sebebiyle de hastalığa yatkın kişilerin çıkmasına sebep olabileceği yorumlanmıştır [35].

Bu zamana kadar yapılmış fizyopatolojik çalışmalarda hastalığın kaynağı ve gelişmesi sırasında organizmada meydana gelen değişikliklerin etkili olduğu anlaşılmaktadır. Yine bu çalışmalarda genetik durumlar, fizyolojik ve psikolojik streslere maruz kalma da FMS'i tetiklediği yönündedir [36]. Biz de burada bu konulara başlıklar halinde değineceğiz.

3.4.1. Fibromiyaljide kas çalışmaları

Fibromiyaljide kas iskelet ağrıları başlıca belirtileridir. Hassas noktalarda rastlanan metabolik değişiklikler arasındaki ilişki bu durumu desteklemekte olup kaslarda aşırı gerginlik gibi belirtiler saptanmıştır.

3.4.2. Uyku bozukluğu

Fibromiyalji sendromu (FMS) kişinin günlük yaşam aktivitelerini etkileyen, yaşam kalitesini kısıtlayan bir sağlık problemidir. Kronik ağrıların yanında uyku bozukluğu da en sık görülen semptomlardan biri olarak tanımlanmıştır.

Dinlendirmeyen uyku, gece sık uyanma ve buna bağlı olarak halsizlik ve yorgunluk sıklıkla semptomlar arasında yer almaktadır. Hastalar uzun süre uyusalar da dinlenemediklerini dile getirmektedirler [37, 38]. FMS hastalarının elektroensefalografilerinde (EEG) uykuları esnasında normal olmayan durumlarının olduğu ilk olarak Moldofsky ve ark.'nın hazırladığı çalışmada tespit edilmiştir [39].

Fibromiyaljide gün içerisindeki yoğun ağrı gece huzursuz uyumaya, kötü uyku ise gün içerisinde ağrı eşiğinin düşmesine neden olur. Bu durum kısır döngüye girer.

Hastaların uyku derinliği azalır. Uykunun çoğu Non-REM döneminde geçer. Hastalar gece boyu sık sık uyanır. Bunun sonucunda sabah uykulu kalkarlar [40].

3.4.3. Otonomik disfonksiyon

Otonom disfonksiyon, otonomik yetmezlik olarak da bilinmektedir. Vücudumuzun otonom sinir sistemindeki bozuklukları tanımlar.

FMS birden fazla etkenin bileşenleri ile meydana geldiği görülmektedir. En önemli faktörlerden biri OSS (otonom sinir sistemi) fonksiyon bozukluğu, göz önünde bulundurulduğunda SSR'ın FMS teşhisinde yardımcı olabileceği düşünölmektedir [41]. Yapılan çalışmalar da OSS'deki değişikliğin SSR'yi etkilediğini sunmuştur [42, 14].

3.4.4. Nöroendokrin bozukluklar

Vücuttaki otonom sinir sistemi otonom sinirlerden oluşmaktadır. Bu otonom sinirler ile hormon (endokrin) sisteminin birlikte çalışması nöroendokrin sistem olarak adlandırılır.

Nöroendokrin işlev bozukluğu FMS'yi tetiklemektedir. Aynı zamanda otonom sinir sistemi kalp atımı, solunum, kan basıncı, cinsel işlevler ve sindirim gibi vücut reaksiyonlarını kontrol altında tutar.

3.4.5. Psikiyatrik bozukluklar ve etkenler

Fibromiyalji hatalarında çeşitli şikayetlere nazaran tetkiklerde önemli bir fizyolojik bozukluğu çıkmamasıyla birlikte semptomların psikolojik kaynaklı olabileceğini akla getirmiştir. 1997 yılında Mikkelsson ve ark. tarafından yapılan çalışmada 1756 öğrencide (yaş ortalaması 11) kas iskelet sistemi ağrısı ve fibromiyalji olan kişilerin depresyon belirtilerinin daha fazla olduğu görölmüştür. Bu kronik ağrıların önlenmesi adına çocukların erkenden ağrılarının ve depresyon belirtilerinin keşfedilmesinin

önemini belirtmişlerdir [43].

Yapılan bir çalışmada 36 fibromiyaljili kişi ve 34 sağlıklı kadının bulunduğu iki grup eşleştirilmiş ve karşılaştırılmıştır. Fibromiyaljili grupta aleksitimik özellik (özellikle de duyguları tanımada güçlük faktörü) ve depresyon puanları kontrol grubundan yüksek bulunmuştur [44].

Altunören ve ark. tarafından yapılan çalışmada 51 fibromiyaljili hasta ve 51 kontrol grubu oluşturulmuştur. %76.5 oranında hasta grubun DSM-IV-TR kriterlerine göre psikiyatrik tanı öne sürmüşlerdir. Üçte biri majör depresyondur. Sıklık oranına göre sıraması, distimik bozukluk (sürekli varolan hafif şiddette depresif duygu durumudur), anksiyete bozukluğu, somatizasyon (fiziksel/bedensel belirtilerin olduğu tıbbi olarak açıklanamayan psikiyatrik bir durum) ve obsesif kompulsif bozukluk şeklindedir. Fibromiyaljili grupta zarardan kaçınma, kendini yönetememe, kararından veya sözünde hızlıca dönme puanları da görülmüştür [45].

Atagün ve ark. tarafından yapılan çalışmada fibromiyaljili hastalarda hastalığın etkisinin şiddetini belirleyici olarak aleksitimi olduğunu söylemiştir. Depresyon ve anksiyete bozukluk durumunun fibromiyaljiliyi tetikleyici psikiyatrik problemler olduğuna dikkat çekilmiştir [46].

Hauser ve ark. tarafından yapılan çok merkezli çalışmada 395 FMS hastası ve 395 sağlıklı kişiden oluşan gruplar karşılaştırılmıştır. Bu iki grubun yaş ve cinsiyetleri eşleştirilmiştir. Sonucunda depresif bozukluk olma olasılığı, fibromiyaljili kişilerin bulunduğu grupta %65.6, sağlıklı kişilerin bulunduğu grupta %4.8 oranındadır. Travma sonrası stres bozukluğu (TSBB) ise fibromiyaljili kişilerin bulunduğu grupta %45.3 iken sağlıklı grupta ise %3.0 oranındadır [47].

Çalışmalar bize gösteriyor ki FMS hastalarında depresyon ve anksiyete, hasta olmayan bireylere nazaran daha fazladır. Depresyon ve anksiyete durumları da doğrudan yaşam kalitesini etkilemektedir.

3.5. Fizyolojik Etkilenmeyi Değerlendirmek İçin Kullanılan Testler ve Psikolojik Durum

FMS'li hastalarda, hastalığın teşhisinde kullanılan en önemli etkenlerden biri de hastalık sebebiyle meydana gelen vücut fonksiyonlarındaki değişim ve psikolojik değişimlerden elde edilen sonuçlardır. Bunları belirleyebilmek için aşağıdaki testler hastaya uygulanmakta ve elde edilen sonuçlara göre teşhis desteklenebilmektedir [15].

3.5.1. Psikolojik durum değerlendirme testleri

1. Görsel Analog Skala Ağrı Skoru (VAS)
2. Verbal Ağrı Skalası (VERBAL)
3. Fibromiyalji Etki Sorgulaması (FES)
4. Beck Depresyon Envanteri (BDI)
5. Beck Anksiyete Envanteri (BAI)
6. Hamilton Anksiyete Testi (HAM-A)
7. Hamilton Depresyon Değerlendirme Ölçeği (HAM-D)
8. Toplam Myaljik Skoru (TMS)

3.6. Fonksiyonel Etkilenme ile İlgili Testler

9. Cilt Isısı
10. Nabız
11. Salonum Sayısı

3.7. Laboratuvar Testleri

Laboratuvar testleri, FMS'nin benzer belirtiler gösteren diğer rahatsızlıklardan ayırt edilmesi için kullanılır. Bu testler hasta ya da kontrolden laboratuvar ortamında alınan kan testleri olup FMS hastalığı ile alakalı olanlar beyaz kan hücresi sayısı (WBC), romatoid faktör (RF), sedimantasyon testi (SEDIM), C reaktif protein testi (CRP), hemoglobin (HG) miktarı ve platelet (trombosit) (PLT) sayısıdır. Sağlıklı bir bireyde

bu kan testleri sonucunda olması gereken değer aralıkları Tablo 3.1.'de yer almaktadır [15].

Tablo 3.1. Sağlıklı bireylerdeki kan değeri aralıkları

Test	Normal Değerler
CRP	0 – 3 mg/l
RF	0 – 15 IU/ml
SEDİM	Yaşı ve cinsiyete göre değişken
WBC	$5,2 \times 10^3$ – $12,4 \times 10^3$ / μ l
HG	13,6 – 17,2 g/dl
PLT	156×10^3 – 373×10^3 / μ l

BÖLÜM 4. FİBROMİYALJİ SENDROMUNUN TEŞHİSİNDE KULLANILAN PARAMETRELER

4.1. Sempatik Deri Cevabı (SSR) Parametreleri

FMS hastası ve sağlıklı deneklere ait SSR dalga şekillerinden elde edilen parametrelerin sayısal değerlerine bakılarak hastalığa ilişkin 3 adet SSR parametresi kullanılmıştır [15].

SSR parametrelerinin önemli olduğu çalışmalarda en çok kullanılan veri, tepki gecikme süresidir. Çünkü SSR dalgası analiz edilip yorumlanırken en anlamlı sonuçlar bu parametreye ait olduğu görülmüştür. SSR verilerinin de önemli olduğu ve kullanıldığı bu çalışmada değişkenlerden biri tepki gecikme süresi olarak seçilmiştir.

SSR tepki gecikme süresi, uyarıcı akımla derinin üzerindeki yayılımın, kayıt elektrotla gelmeden filtrelere de bağlı olarak başlangıç durumuna gelirken yaşanan gecikme halidir. Burada Şekil 4.1.'de görüldüğü gibi uyarın artefaktının ilk anından sempatik deri yanıtındaki değişimin başlangıç noktasına kadar geçen süre tepki gecikme süresi olarak alınmıştır [15].

4.1.1. Maksimum genlik (MAX-G)

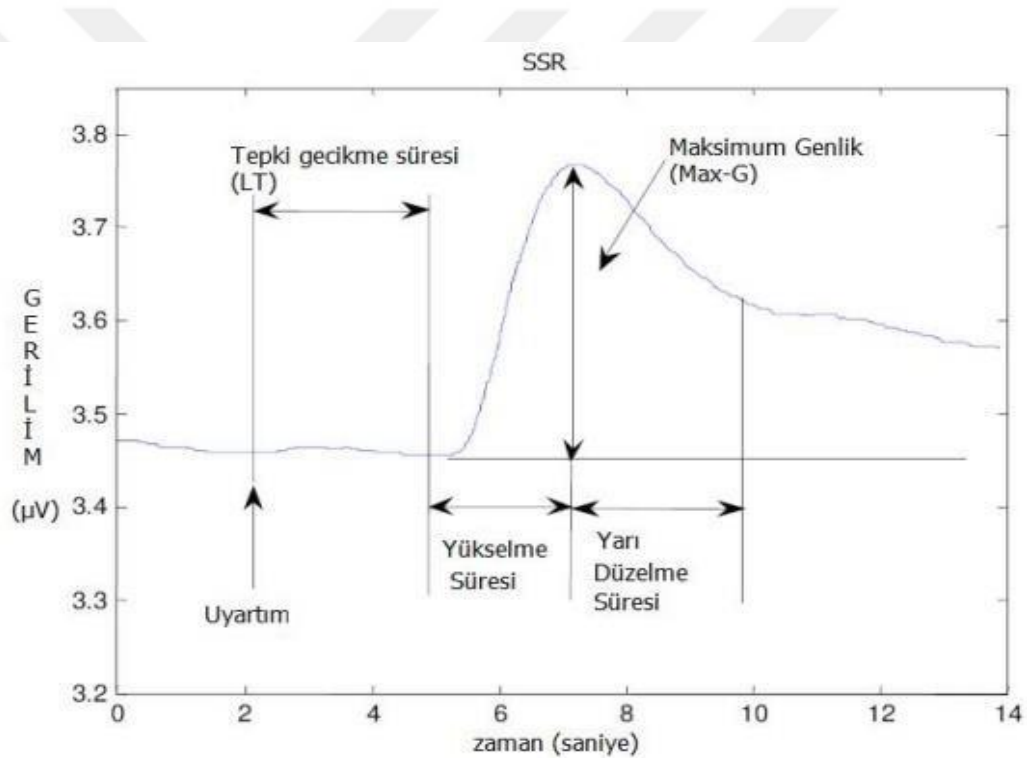
SSR dalga formlarından elde edilen genlik değerleri her zaman anlamlı çıktılar vermese de SSR ölçümleri ile yapılan çalışmalarda çok faydalanılan verilerden bir diğeri ise genlik değerleridir. Fakat sağlıklı ve fibromiyalji gruplardan elde edilen değerlere bakılınca genlik değerinde değişim olmadığı durumlar da olmuştur. Fibromiyaljinin SSR ile ilişkisinin anlaşılabilmesi adına kontrol için kullanılması gereken verilerden biri olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada da maksimum genlik değeri kullanılmıştır. Bu değer elde edilirken ise iki uyartım arasında elde edilen en

büyük potansiyel değişim baz alınmıştır [15].

4.1.2. İki uyartım arası geçen süre (TT)

Sempatik deri cevabının ölçümü yapılırken uygulanan bir uyarıcı darbe ile onu takip eden diğer uyartım arasındaki geçen süredir. Bu parametre SSR'nın önemli olduğu çalışmalarda çok nadir kullanılsa da hazırlanan bu çalışmada kontrol ve hasta gruplar kıyaslandığında aralarında farklılık olduğu görülmesi sebebiyle kullanılmıştır [15].

Örnek bir SSR dalga formu Şekil 4.1.'deki gibidir.



Şekil 4.1. Örnek bir SSR dalga modeli

Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümüne başvuran FMS teşhisi konulan hastalardan ve sağlıklı deneklerden ölçülen SSR işaretlerinden belirtilen parametrelerin sayısal değerleri Matlab programı ile hesaplanmıştır. Sözü geçen Matlab yazılımı sonucunda elde edilen SSR verileri Tablo 4.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. SSR parametrelerinin birinci ölçüm değerleri

Grup	No	LT1 (s)	TT1 (s)	MAX-G1 (V)
Hasta	1	1,47565	55,6508	1,59E-06
Hasta	2	1,0758375	32,0609375	3,34E-06
Hasta	3	0,8326375	53,2443125	5,54E-06
Hasta	4	0,59725	64,916875	7,90E-06
Hasta	5	6,8225875	31,11925	2,09E-08
Hasta	6	1,8458375	41,9691	4,32E-06
Hasta	7	1,4973875	44,775325	3,97E-06
Hasta	8	1,119125	49,4417875	1,10E-06
Hasta	9	1,24	67,6436	8,87E-06
Hasta	10	1,7293125	50,98105	2,72E-06
Hasta	11	1,2204	55,1625	5,04E-06
Hasta	12	4,912025	50,2000375	3,15E-06
Hasta	13	4,912025	50,2000375	3,15E-06
Hasta	14	1,734575	53,59405	3,12E-06
Hasta	15	9,6077	49,506025	8,10E-07
Hasta	16	1,2063	57,213975	5,15E-06
Hasta	17	1,8731625	56,513975	2,03E-06
Hasta	18	1,339275	63,5876375	9,14E-06
Hasta	19	1,35665	56,406475	1,07E-06
Hasta	20	1,3649	53,92125	5,00E-07
Hasta	21	13,65145	51,6385125	5,65E-07
Hasta	22	1,524275	61,0396875	5,59E-06
Hasta	23	1,11325	51,399075	8,18E-06
Hasta	24	13,9290625	48,8498125	1,06E-06
Hasta	25	2,313125	54,3185	1,24E-07
Hasta	26	0,9177375	45,9078375	1,20E-06
Hasta	27	1,0881375	55,768225	4,44E-07
Hasta	28	0,5200125	43,48985	2,36E-06
Hasta	29	0,9622125	51,2565125	5,58E-06
Hasta	30	0,6136	49,34735	1,02E-06
Hasta	31	0,6504	44,632125	3,81E-07
Hasta	32	1,46115	43,4059125	2,78E-06
Hasta	33	1,718325	45,9659	1,23E-06
Hasta	34	1,1005125	45,6539	1,74E-06
Hasta	35	2,4116375	49,8986375	2,20E-06
Hasta	36	1,0751	45,7211	3,36E-06
Hasta	37	6,6215125	38,6644375	1,71E-06
Hasta	38	8,9554125	49,0923625	5,39E-06
Hasta	39	1,4754375	29,9325	3,63E-06
Hasta	40	0,961075	42,3876625	3,04E-06
Hasta	41	1,0557375	42,2624375	8,75E-07
Hasta	42	4,267375	44,5291375	2,76E-06
Hasta	43	6,34235	44,3301875	1,11E-06
Hasta	44	2,2562	45,1894125	9,12E-07
Hasta	45	7,029725	28,25025	5,01E-09
Hasta	46	17,246125	47,24865	1,18E-06
Hasta	47	1,089275	40,594675	4,06E-06
Hasta	48	0,729325	46,2960875	2,72E-06
Hasta	49	0,444725	44,6691	7,92E-07
Hasta	50	0,4167	42,1873625	4,01E-08
Hasta	51	1,1477625	44,8065875	5,53E-07
Hasta	52	3,20515	39,4689	1,02E-06
Hasta	53	3,2812875	28,905	7,04E-07
Hasta	54	1,835575	47,616825	4,94E-06
Hasta	55	1,5366375	38,3314125	3,44E-06
Hasta	56	1,477075	33,5452125	1,43E-06

Tablo 4.1. (Devamı)

Hasta	57	1,2286	36,3301875	2,27E-06
Sağlıklı	1	1,7799125	41,2911375	3,6925E-06
Sağlıklı	2	0,36495	70,610325	3,6375E-06
Sağlıklı	3	1,4649625	39,4551375	0,000000258
Sağlıklı	4	0,6348125	39,2023875	3,3225E-06
Sağlıklı	5	0,38385	53,0998	8,8075E-06
Sağlıklı	6	0,5729125	31,1252	5,4275E-06
Sağlıklı	7	0,642925	69,7771	6,6025E-06
Sağlıklı	8	1,3749375	57,0502	5,3425E-06
Sağlıklı	9	1,7362375	48,8115375	0,00000671
Sağlıklı	10	0,8977	56,47525	2,5675E-06
Sağlıklı	11	1,309175	55,610225	2,09075E-06
Sağlıklı	12	1,1548375	39,1784375	2,2865E-06
Sağlıklı	13	1,70485	47,377325	9,835E-07
Sağlıklı	14	0,8004625	50,5398125	1,27275E-06
Sağlıklı	15	0,7045875	43,7099	0,000000548
Sağlıklı	16	0,8589875	44,8751125	0,000001215
Sağlıklı	17	1,4655625	44,7851625	0,00000132
Sağlıklı	18	3,7833625	28,2875	2,9975E-07
Sağlıklı	19	3,9419	43,5276	0,000001474
Sağlıklı	28	0,94505	38,41265	0,000002075
Sağlıklı	29	1,3679125	33,04995	2,08625E-06

4.2. Psikolojik Testler

FMS'de psikolojik sorunlara çok sık rastlanması sebebiyle teste katılan hastalara ve sağlıklı deneklere hastalıkla ilgili psikolojik testler yapılmıştır. FMS ile ilişkili olan ve deneklere yapılan psikolojik testler şunlardır:

4.2.1. Görsel analog skala ağrı skoru (VAS)

Ağrı şiddetinin değerlendirilmesi amacıyla “0” değeri ile ağrının olmadığını, “10” değeri dayanılmayacak derecede ağrının olduğunu gösteren 10 santimetrelik skala kullanılmaktadır [48].

4.2.2. Verbal ağrı skalası (VERBAL)

Ağrı şiddetinin değerlendirilmesi amacıyla, 0: ağrı yok, 1: hafif ağrı, 2: orta şiddette ağrı, 3: şiddetli ağrı, 4: dayanılmaz ağrı olduğunu gösteren skala kullanılmaktadır [49].

4.2.3. Fibromiyalji etki sorgulaması (FES)

FMS'li hastalarda fonksiyonel yetersizlik durumunu ölçmek amacıyla kullanılan 10 adet bileşen ve bu bileşenlere ait skorları elde etmek için kullanılan 20 adet sorudan oluşan bir testtir. Toplam FES skoru en fazla 100 olabilir ve yüksek skorlar düşük fonksiyonellik düzeyini göstermektedir. Burckhardt ve ark. tarafından 1991 yılında geliştirilen bu çalışma, Bennett tarafından 2005 yılında tekrar düzenlenmiştir [50].

FES'in birinci bileşeni günlük yaşam aktivitesindeki etkilenmeyi; 0: her zaman, 1: çoğu zaman, 2: ara sıra, 3: asla, şeklinde likert tipi skala ile ölçmektedir. FES'in ikinci bileşeni hastanın bir haftalık süre içerisinde kendisini iyi hissettiği gün sayısını değerlendirmekte, üçüncü bileşeni ise hafta boyunca FMS'den dolayı kaç gün iş yapamaz duruma geldiğini sorgulamaktadır. İkinci ve üçüncü bileşenlere ait gün sayısı hastalıktan etkilenme ile ters orantılı olduğu için $0=7$, $7=0$ olarak skalalanmaktadır. Diğer bir deyişle hasta bir haftalık sürede kendini hiç iyi hissetmediyse FES'in ikinci ve üçüncü bileşenine ait skor 7 olarak kaydedilmektedir. Aynı durum tersi için de geçerlidir [15].

FES'in 4-10 arası bileşeni 10 puanlık bir skor üzerinden analog skala ile değerlendirilip hastanın anksiyete, acı, depresyon, tutukluluk hissiyatı, rahatlık hissiyatı, yorgunluk ve hastalığın hastada iş yapmayı engelleme düzeyi hakkında bilgi vermektedir [15].

FES bileşenlerine ait tüm sorular sorulup hastaya ilişkin sonuçlar elde edildikten sonra elde edilen değerlerin birim olarak aynı olmasını sağlamak amacıyla normalizasyon işlemi yapılmaktadır. Bu aşamada elde edilen toplam skor cevaplanan soru sayısına bölünür ve 1-3 arasında bir değere sahip FES'in birinci bileşeni 3,33 ile çarpılıp FES'in 4-10 arası bileşenlerine ait 10 puanlık skora normalize edilmektedir. Aynı şekilde 0-7 arasında skora sahip olan FES'in ikinci ve üçüncü bileşenleri için de 1,43 ile çarpılarak normalizasyon işlemi yapılmaktadır. Tüm bu işlemler sonucunda 10 adet bileşene ait skorlar toplanır ve elde edilen toplam skor hastaya ait FES skoru olarak kaydedilmektedir [15]. FMS'li hastalara uygulanan FES testinin örneği Tablo 4.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. FES testi bileşenleri

Sıra	Bileşen	Soru	Skor Aralığı	Normalizasyon
1	Fiziksel gösterge	1-11	0-3	$S \times 3,33$ (S=Ham skor)
2	İyi hissetme	12	0-7	$S \times 1,43$
3	İş yapamamazlık	13	0-7	$S \times 1,43$
4	İş yapmayı engelleme düzeyi	14	0-10	Yok
5	Ağrı düzeyi	15	0-10	Yok
6	Yorgunluk düzeyi	16	0-10	Yok
7	Uyanıldığında rahatlık düzeyi	17	0-10	Yok
8	Uyanıldığında tutukluk düzeyi	18	0-10	Yok
9	Ankisiyete düzeyi (Sinirlilik)	19	0-10	Yok
10	Depresyon düzeyi	20	0-10	Yok

4.2.4. Beck depresyon envanteri (BDI)

Beck depresyon envanteri, depresyon durumunda karşılaşılan duygusal, fiziksel, bilişsel ve motivasyonel belirtileri ölçen bir envanterdir. Beck ve ark. tarafından 1961 yılında geliştirilmiş ülkemizde geçerlilik ve güvenilirlik çalışması, 1989 yılında Nesrin Hisli tarafından yapılmıştır [51].

Bu çalışma 21 sorudan oluşur. Likert tipi skala ile değerlendirilmiştir. Çıkan sonuçların puanlarının toplamı Beck Depresyon Envanteri skorunu vermektedir. Toplam 0 ile 63 arasında bir değer elde edilmektedir. Bu değer 0 ile 13 arasında çıkarsa depresyon yok, 14 ile 24 arasında olursa orta derecede depresif yakınmalar, 25 puanın üzerinde ise yoğun depresif yakınmalar olarak değerlendirilmektedir [15].

4.2.5. Beck anksiyete envanteri (BAI)

Bu envanter anksiyetede görülen belirtileri ölçer. 1998 yılında Beck ve ark. tarafından yapılan çalışma ile bu ölçeklendirme geliştirilmiştir. Ülkemiz için güvenilirlik ve geçerlilik çalışması ise 1998 yılında Ulusoy ve ark. tarafından yapılmıştır [52, 53]. 21 sorudan oluşur ve Likert tipi skala ile değerlendirilir. Bu soruların sonunda elde edilen skorun toplamı, Beck Anksiyete Envanteri skorunu vermektedir. Toplam değer 0 ile 63 arasındadır. Elde edilen bu skorun yüksek olması anksiyete düzeyinin yüksek olduğunu gösterir [15].

4.2.6. Hamilton anksiyete testi (HAM-A)

HAM-A ruhsal ve bedensel belirtileri sorgulayan 14 sorudan oluşan bir testtir. Toplam puan değeri 0-56 arasındadır [54]. Ülkemiz için geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Yazıcı ve ark. tarafından yapılmıştır [55]. Türkiye'de kesme puanı hesaplanmadığı için yalnızca karşılaştırmalı çalışmalarda önem arz etmektedir.

4.2.7. Hamilton depresyon değerlendirme ölçeği (HAM-D)

Depresif semptomların şiddetini ölçmede sık kullanılan yöntemlerden birisidir. Hamilton tarafından 1960 yılında geliştirilmiştir [56]. Testin 17 maddelik vardır. Görüşmeci, yapılandırılmış görüşme kılavuzunu kullanarak hastayı değerlendirmekte ve 0-53 puan arası bir puan elde etmektedir. Elde edilen toplam skora göre; <13: hafif, 13-17: orta, >17: ağır depresyon durumu olarak değerlendirilmektedir [57].

4.2.8. Toplam myaljik skoru (TMS)

Hastaların ve kontrollerin hassas noktaları değerlendirilirken her hassas nokta için 0-3 arası bir skor belirlenir; 0: ağrı yok, 1: sormakla ağrılı, 2: ağrıya aşırı yanıt, 3: kaçınma yanıtı [58].

Çalışmaya katılan deneklerden elde edilen psikolojik test skorları Tablo 4.3.'te listelenmiştir.

Tablo 4.3. Çalışmaya katılan deneklerin psikolojik test skorları

Grup	Sıra	VAS	VERBAL	BDI	BAI	HAM-A	HAM-D	TMS	FES
Hasta	1	8	şiddetli	19	15	23	27	18	65,36
Hasta	2	8	şiddetli	16	16	23	21	24	63,84
Hasta	3	9	dayanılmaz	7	24	24	21	28	60,97
Hasta	4	8	şiddetli	14	24	22	22	19	61,93
Hasta	5	7	orta şiddette	11	6	16	17	22	51,64
Hasta	6	9	dayanılmaz	28	26	24	35	32	67,84
Hasta	7	7	şiddetli	19	22	20	24	31	55,85
Hasta	8	5	orta şiddette	18	23	17	17	15	60,37
Hasta	9	8	şiddetli	18	7	10	18	14	64,24
Hasta	10	8	şiddetli	7	15	7	7	16	28,09
Hasta	11	8	şiddetli	10	14	15	12	22	49,08
Hasta	12	7	orta şiddette	13	14	19	19	29	62,67

Tablo 4.3. (Devamı)

Hasta	13	4	orta şiddette	7	20	10	5	20	26,29
Hasta	14	6	orta şiddette	9	12	13	11	12	40,25
Hasta	15	9	dayanılmaz	15	18	22	20	28	67,36
Hasta	17	7	orta şiddette	10	14	17	19	19	57,07
Hasta	18	9	dayanılmaz	20	24	21	23	34	65,2
Hasta	19	9	dayanılmaz	13	25	17	24	24	63,97
Hasta	20	9	dayanılmaz	21	23	20	33	38	61,2
Hasta	21	7	şiddetli	8	14	15	8	27	55,97
Hasta	22	9	dayanılmaz	22	25	24	24	30	60,38
Hasta	23	7	şiddetli	14	17	25	28	17	63,67
Hasta	24	8	şiddetli	13	17	20	21	23	62,41
Hasta	25	8	şiddetli	17	13	18	23	30	63,61
Hasta	26	8	şiddetli	18	39	28	26	37	69,55
Hasta	27	8	şiddetli	28	35	38	37	15	63,67
Hasta	28	8	şiddetli	25	34	37	34	30	69,13
Hasta	29	7	orta şiddette	12	12	16	15	19	64,64
Hasta	30	6	orta şiddette	14	11	16	21	18	49,96
Hasta	31	9	dayanılmaz	23	28	34	31	35	72,24
Hasta	32	8	şiddetli	17	21	29	26	29	72,15
Hasta	33	9	dayanılmaz	20	29	32	26	36	72,04
Hasta	34	8	şiddetli	12	13	19	17	34	61,3
Hasta	35	6	Orta şiddette	18	26	28	25	24	60,05
Hasta	36	7	şiddetli	17	24	22	24	34	66,34
Hasta	37	8	şiddetli	15	15	20	19	36	68,67
Hasta	38	8	şiddetli	19	21	21	26	36	61,47
Hasta	39	8	şiddetli	19	25	25	20	38	68,24
Hasta	40	9	dayanılmaz	35	32	34	32	38	66,55
Hasta	41	7	şiddetli	21	28	33	30	33	67,53
Hasta	42	8	şiddetli	16	25	22	24	35	62,48
Hasta	43	8	şiddetli	14	16	15	16	32	59,24
Hasta	54	7	orta şiddette	15	15	15	19	27	56,24
Hasta	55	7	şiddetli	14	28	23	24	30	57,67
Hasta	56	7	şiddetli	16	22	19	19	26	57,76
Hasta	57	8	şiddetli	20	16	19	22	34	67,67
Hasta	58	7	şiddetli	21	18	17	21	28	67
Hasta	59	8	şiddetli	13	27	19	19	31	65,93
Hasta	60	8	şiddetli	18	23	22	24	30	68,67
Sağlıklı	1	2	hafif	6	2	8	3	4	26,87
Sağlıklı	2	0	ağrı yok	0	1	8	1	2	2
Sağlıklı	3	0	ağrı yok	2	0	2	0	0	9,86
Sağlıklı	4	1	ağrı yok	1	8	4	2	4	13,52
Sağlıklı	5	2	hafif	7	2	5	7	6	27,58
Sağlıklı	6	0	ağrı yok	7	8	4	6	4	25,86
Sağlıklı	7	1	ağrı yok	2	3	1	2	1	11,29
Sağlıklı	8	4	hafif	8	23	12	8	6	33,03
Sağlıklı	9	6	orta şiddette	12	15	11	15	9	45,69
Sağlıklı	10	1	ağrı yok	2	6	5	2	4	11,43
Sağlıklı	11	2	hafif	7	10	8	9	3	26,86
Sağlıklı	12	2	hafif	5	8	5	7	6	16,86
Sağlıklı	13	3	hafif	16	13	16	15	4	28,3
Sağlıklı	14	2	hafif	9	14	18	16	6	30,48
Sağlıklı	15	2	hafif	8	2	4	6	6	20,76
Sağlıklı	16	2	hafif	9	10	8	9	2	20,28
Sağlıklı	17	2	hafif	10	9	6	7	6	13,76
Sağlıklı	18	3	hafif	8	9	7	7	12	16,76
Sağlıklı	19	2	hafif	4	3	5	8	6	20,96

Tablo 4.3. (Devamı)

Sağlıklı	20	0	ağrı yok	8	9	6	8	3	17,99
Sağlıklı	21	0	ağrı yok	7	5	4	5	8	10,66
Sağlıklı	22	0	ağrı yok	2	2	2	3	0	6,8
Sağlıklı	23	2	hafif	4	4	5	7	7	15,42
Sağlıklı	24	0	ağrı yok	0	0	0	0	3	6
Sağlıklı	25	3	hafif	10	15	14	16	7	20,76
Sağlıklı	26	0	ağrı yok	2	1	0	2	0	6
Sağlıklı	27	2	ağrı yok	3	1	4	3	6	15,48
Sağlıklı	28	2	ağrı yok	4	4	4	5	4	15,42
Sağlıklı	29	2	hafif	4	7	4	4	4	17,87
Sağlıklı	30	0	ağrı yok	4	7	2	5	2	9,8

4.3. Fonksiyonel Etkilenme ile İlgili Testler

4.3.1. Cilt ısısı

Deneklerin cilt ısısı Süleyman Demirel Üniversitesi, Araştırma ve Uygulama Hastanesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Polikliniği bünyesindeki Cadwell Sierra Wedge EMG/NCV marka iki kanallı EMG cihazının cilt ısısı probu kullanılarak yapılmıştır.

4.3.2. Nabız

Deneklerin dakikadaki nabız değerleri muayene esnasında ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Dakikadaki kalp atım sayısı birçok faktörden etkilenir. Genel olarak dakikadaki maksimum kalp hızı “220-yaş” formülü ile hesaplanmaktadır.

4.3.3. Solunum sayısı

Deneklerin dakikadaki solunum sayısı muayene ile tespit edilmiştir. Solunum sayısına kalp hızı gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Dinlenme durumunda sağlıklı bir kişi için dakikada 12–15 kez solunum ile oksijen ihtiyacını karşılanmaktadır. Çalışmaya katılan deneklerden elde edilen fizyolojik test sonuçları Tablo 4.4.'te listelenmiştir.

Tablo 4.4. Çalışmaya ait örnek alınan deneklerin fizyolojik test sonuçları

Grup	Sıra No	Cilt Isısı	Nabız	Solunum
Hasta	1	31	108	14
Hasta	2	30	72	16
Hasta	3	31	116	15
Hasta	4	32	120	16
Hasta	5	33	90	16
Hasta	6	34	78	16
Hasta	7	33	60	15
Hasta	8	32	65	15
Hasta	9	33	78	13
Hasta	10	32,7	82	14
Hasta	11	32,8	72	18
Hasta	12	33,2	84	15
Hasta	13	33	72	20
Hasta	14	33	108	24
Hasta	15	33,2	90	19
Hasta	16	33,9	78	19
Hasta	17	33,7	82	20
Hasta	18	33,5	79	22
Hasta	19	33,2	73	18
Hasta	20	33,4	87	18
Hasta	21	33,6	82	18
Hasta	22	33,2	78	16
Hasta	23	33	92	18
Hasta	24	33,2	79	18
Hasta	25	33,4	81	18
Hasta	26	33,2	60	14
Hasta	27	33,8	74	14
Hasta	28	33,1	90	19
Hasta	29	33	70	19
Hasta	30	32,6	68	18
Hasta	31	33,1	74	20
Hasta	32	33	78	20
Hasta	33	33	80	18
Hasta	34	33,1	76	20
Hasta	35	33,1	84	18
Hasta	36	33,3	77	18
Hasta	37	33,2	73	16
Hasta	38	33	74	21
Hasta	34	33,1	76	20
Hasta	35	33,1	84	18
Hasta	36	33,3	77	18
Hasta	37	33,2	73	16
Hasta	38	33	74	21
Hasta	39	33,1	90	25
Hasta	40	33,3	84	18
Hasta	41	33,3	82	19
Hasta	42	33,4	83	17
Hasta	43	33	84	27
Hasta	44	32,8	79	15
Hasta	45	33,1	73	18
Hasta	46	33	66	13
Hasta	47	33	78	18
Hasta	48	33	73	20
Hasta	49	33,1	60	13
Hasta	50	33,3	80	18

Tablo 4.4. (Devamı)

Hasta	51	33,3	92	17
Hasta	52	33,1	70	22
Hasta	53	33,2	81	23
Hasta	54	33	80	18
Hasta	55	33	83	20
Hasta	56	33,3	85	19
Hasta	57	33,2	95	22
Hasta	58	32,9	84	19
Hasta	59	33,2	82	18
Hasta	60	33,6	78	17
Sağlıklı	1	32	80	15
Sağlıklı	2	30	82	12
Sağlıklı	3	34	110	15
Sağlıklı	4	33	87	17
Sağlıklı	5	30	65	12
Sağlıklı	6	30	80	16
Sağlıklı	7	33	82	13
Sağlıklı	8	33	105	15
Sağlıklı	9	34	84	15
Sağlıklı	10	33	78	17
Sağlıklı	11	33,7	70	15
Sağlıklı	12	33	70	16
Sağlıklı	13	33,2	90	25
Sağlıklı	14	33,1	78	19
Sağlıklı	15	33	77	18
Sağlıklı	16	32,7	63	20
Sağlıklı	17	33	81	19
Sağlıklı	18	33,2	75	18
Sağlıklı	19	32,8	81	18
Sağlıklı	20	33	84	25
Sağlıklı	21	32,8	65	17
Sağlıklı	22	33	74	15
Sağlıklı	23	32,8	74	18
Sağlıklı	24	33,1	85	22
Sağlıklı	25	32,9	73	19
Sağlıklı	26	33	74	16
Sağlıklı	27	32,9	72	16
Sağlıklı	28	32,7	78	18
Sağlıklı	29	32,7	77	18
Sağlıklı	30	32,8	85	20

4.4. Laboratuvar Testleri

Laboratuvar testleri, denekten laboratuvar ortamında elde edilen kan değerlerinin ölçülmesidir. Bu testler FMS hastalığıyla birlikte görülebilecek olan ikincil hastalıkların devre dışı bırakılması amacıyla uygulanmaktadır. FMS hastalığının teşhisinde kullanılan laboratuvar testleri, kandaki C-reaktif protein (CRP) sayısı, romatoid faktör (RF), sedimantasyon (SEDİM), beyaz kan hücresi sayısı (WBC), hemoglobin oranı (HB) ve platelet (PLT) sayısının kan analizleri ile tespit edilmesi

şeklindedir.

Çalışmaya katılan deneklerden elde edilen laboratuvar sonuçları Tablo 4.5.'te listelenmiştir.

Tablo 4.5. Çalışmaya ait örnek alınan deneklerin laboratuvar test sonuçları

Grup	Sıra	CRP	RF	SEDİM	WBC	HB	PLT
Hasta	1	3	10	24	7000	14,6	287000
Hasta	2	3,19	9,44	26	8800	11,8	370000
Hasta	3	3,19	9,44	9	7200	13,5	258000
Hasta	4	3,19	9,44	15	7800	13,2	379000
Hasta	5	3,22	9,44	10	6500	13,5	225000
Hasta	6	3,19	9,44	14	5400	13,9	185000
Hasta	7	3,19	9,44	6	5500	13,9	286000
Hasta	6	3,19	9,44	14	5400	13,9	185000
Hasta	7	3,19	9,44	6	5500	13,9	286000
Hasta	8	3,19	9,44	5	7400	16,3	215000
Hasta	9	3,19	9,4	22	7700	11,7	296000
Hasta	10	20	9,44	29	8500	13,9	322000
Hasta	11	3,61	9,44	15	8500	13,8	326000
Hasta	12	3,02	9,44	10	7500	12,9	315000
Hasta	13	3,19	9,44	4	9400	12,8	281000
Hasta	14	3,19	9,44	10	7100	12,3	266000
Hasta	15	3,19	23	12	7100	14,5	337000
Hasta	16	3,19	9,44	15	5100	11,9	322000
Hasta	17	5,25	9,44	35	7800	13,7	368000
Hasta	18	3,19	9,44	22	6200	13,3	276000
Hasta	19	3,19	9,44	9	6600	14	250000
Hasta	20	3,19	9,44	19	7800	13,3	204000
Hasta	21	3,19	9,44	10	8300	13,4	273000
Hasta	22	3,19	9,44	13	6900	13,1	352000
Hasta	23	3,55	9,44	32	7600	12,5	233000
Hasta	24	3,19	10,9	10	5100	13,2	267000
Hasta	25	10,7	9,44	27	7800	15,8	335000
Hasta	26	3,19	9,44	14	7000	12,4	231000
Hasta	27	3,19	9,44	14	8100	11,1	258000
Hasta	28	3,19	9,44	7	7700	13,8	296000
Hasta	29	3,19	9,69	5	10900	14,9	225000
Hasta	30	4	8,57	23	5000	11,4	312000
Hasta	31	3,12	9,44	10	6900	14,9	232000
Hasta	32	3,12	9,44	20	7100	13,9	190000
Hasta	33	2,92	11,7	12	6500	14	235000
Hasta	34	2,92	9,44	6	4500	15,3	154000
Hasta	35	6,21	10,09	10	6200	12,5	243000
Hasta	36	3,02	9,44	10	7500	13,2	250000
Hasta	37	2,66	9,5	2	7400	14,6	208000
Hasta	38	2,92	29	1	7100	13,6	229000
Hasta	39	6,94	9,44	28	6500	12,3	280000
Hasta	40	10	9,44	10	11900	16,7	283000
Hasta	41	7,11	9,44	12	8800	14,1	301000
Hasta	42	5,1	8,06	35	8000	14	213000
Hasta	43	3,12	9,5	17	3800	13,5	142000
Hasta	44	3,02	9,44	9	6200	15,3	213000

Tablo 4.5. (Devamı)

Hasta	45	4,06	9,44	26	7900	13,1	200000
Hasta	46	3,19	9,44	2	10900	16	196000
Hasta	47	3,02	9,44	10	7400	13,5	260000
Hasta	48	3,19	8,06	10	8100	15,1	273000
Hasta	49	3,22	10,8	15	4700	11,8	248000
Hasta	50	14,1	9,44	65	7200	13,6	170000
Hasta	51	3,02	9,44	21	9900	13,3	320000
Hasta	52	3,22	9,44	10	6900	13,7	299000
Hasta	53	3,17	10,9	15	5700	13,1	353000
Hasta	54	3,02	10	18	5200	13,4	277000
Hasta	55	3,2	9,44	11	7100	13,9	281000
Hasta	56	3,02	9,44	11	6500	12,8	320000
Hasta	57	3,02	9,44	15	7700	14,2	387000
Hasta	58	3,02	9,44	65	7600	11,5	302000
Hasta	59	3,19	9,44	1	6500	13,4	261000
Hasta	60	6,82	9,44	7	15000	14,6	266000
Sağlıklı	1	3,19	9,44	6	10000	15,4	210000
Sağlıklı	2	2	9,4	5	7500	13,5	280000
Sağlıklı	3	3,19	9,44	14	6500	15	275000
Sağlıklı	4	3,02	9,44	10	7400	13,2	256000
Sağlıklı	5	3,02	9,44	10	7200	16,5	180000
Sağlıklı	6	4,59	9,69	12	5500	13,5	291000
Sağlıklı	7	3,02	9,44	17	5500	12	200000
Sağlıklı	8	3,33	9,44	13	6800	13,9	276000
Sağlıklı	9	3,19	9,44	14	5900	13,2	245000
Sağlıklı	10	3,12	9,44	15	5500	13,9	220000
Sağlıklı	11	3,19	9,44	41	9200	13,5	287000
Sağlıklı	12	3,02	9,44	26	6300	13,7	242000
Sağlıklı	13	2,92	9,44	24	7100	13	237000
Sağlıklı	14	2,92	14,8	13	7600	12	206000
Sağlıklı	15	3,02	10	20	8500	14,5	181000
Sağlıklı	16	2,92	28	27	5800	14,4	206000
Sağlıklı	17	3,19	9,44	6	5000	13,4	235000
Sağlıklı	18	2,92	9,44	12	9100	12	258000
Sağlıklı	19	4,42	9,22	10	7900	11,6	286000
Sağlıklı	20	10,4	9,44	36	6800	11,6	308000
Sağlıklı	21	3,02	9,44	10	6500	13,4	250000
Sağlıklı	22	3,36	10	8	6900	13,4	195000
Sağlıklı	23	3,19	9,44	10	7600	14,2	153000
Sağlıklı	24	3,02	9,44	10	7500	13,8	250000
Sağlıklı	25	2,92	9,44	10	5500	12	246000
Sağlıklı	26	3,02	9,44	25	8300	13,7	277000
Sağlıklı	27	3,22	9,44	15	6500	14,2	270000
Sağlıklı	28	7,63	9,44	12	8900	13,8	249000
Sağlıklı	29	3,02	9,69	11	5100	13,4	232000
Sağlıklı	30	3,22	9,44	15	6500	13,5	280000

BÖLÜM 5. BULANIK MANTIK ALGORİTMASI

5.1. Bulanık Mantığa Giriş

Bulanık mantık, insanlar gibi düşünebilmeyi ilke edinmiş ve bu düşünceleri matematiksel ifadelere çevirerek işlem yapabilmeyi sağlayan bir bilim alt dalıdır. İnsan ve makine dilinin birbirine en yakın olduğu noktalardan biridir. Klasik mantığın dışında "1" ve "0" yerine ara değerlere de sahiptir. Bilgisayar insan gibi, olayları beyaz veya siyah renk görmektense gri olarak da görebilmektedir. Bu demek oluyor ki karar alacağı zaman, birçok değerlendirme yapıp kurallara uygun kararları seçip yerine getirmesi ve bunun tam tersini yaparak da yeni kararlar alabilmektedir [59].

Bulanık mantık kümeler ve alt kümelerden meydana gelmektedir. Klasik yöntemler de varlık, küme elemanıdır veya küme elemanı değildir . Eğer küme elemanıysa "1" değeri, küme elemanı değilse değeri "0" değerini alır. Alışılmış küme gösteriminin genişletilmiş hali bulanık mantıktır. Bulanık kümeler de tüm varlıkların ayrı ayrı üyelik dereceleri vardır. Bu varlıkların her birinin üyelik derecesi değeri (0, 1) aralığında olabilmektedir [60].

25 santigrat derece olan bir odada alışılmış küme kuramına göre bu derecenin üzerindeki "sıcak" olarak nitelendirilir, sıcak kümesi oluşur. Bu kümedeki elemanların üyelik dereceleri "1"dir. Bu derecenin altındaki "soğuk" olarak nitelendirilir ve üyelik dereceleri "0" olur. Soğuk, bulanık kümelerde elemanlar (0, 1) aralığında değer alabilmektedir. Örneğin, sıcaklığı 15 derece olan bir eleman "Soğuk" bulanık kümesinde "1" değerini, sıcaklığı 27 derece olan bir eleman ise "0,5" değerini alabilir.

Bulanık küme elemanlarının değerleri (0, 1) arasında sonsuz değer alabilmektedir.

Küme çeşitleri arasında yer alan keskin kümedeki acı-tatlı, büyük-küçük elemanları, bulanık mantıkta az acı, az tatlı, çok büyük, çok küçük olarak nitelendirilir. Buradaki fark, kümedeki elemanların net ifade ile ifade edilmemesidir [61].

Tablo 5.1. Bulanık mantıkla klasik mantık arasında bulunan bazı ana farklar verilmiştir.

Tablo 5.1. Bulanık mantıkla klasik mantık arasında bulunan bazı ana farklar

Bulanık Mantık	Klasik Mantık
Kısmi	Kesin
Belirli Derecelerde	Hepsi veya Hiçbiri
0 ve 1 Arasındaki Süreklilik	0 veya 1
Bulanık Birimler	İkili Birimler

5.2. Bulanık Mantığın Gelişimi

Bazı ifadelerin her ne kadar net sınırları olsa da iyi-kötü, güzel-çirkin, başarılı-başarısız gibi bazılarının yoktur. Onları değerlendirebilmek için bulanık mantığa ihtiyaç duyarız.

Zadeh olarak bilinen Lütfi Ali Askerzade bulanık mantığın kurucusudur. Zadeh, Berkeley Üniversitesi Elektrik Mühendisliği ve Elektronik Araştırma Laboratuvarındaki çalışmalarında “Information and Control” adlı dergi içerisinde bulunan “Fuzzy Sets” adlı yazısı ile geleceğe ışık tutan birçok bilgi yayınlamıştır. Zadeh’in bu yazısı birçok alanda başarılı sonuçlara imza atmıştır. Sonuç olarak bulanık mantık hem teorik hem de pratikte birçok değişikliğe önder olmuştur. Bilim adamlarından bazıları uzun yıllardır süre gelen bu yanlış algılamaların bulanık mantık ile son bulduğunu savunmaktadır [62].

Zadeh'e göre bulanık mantık temeli aşağıdaki gibidir [63].

- Bulanık mantık kesin olmayan değil yakın değerler kullanılır.
- Bulanık mantık da bilgi çok büyük, büyük, küçük, çok küçük şeklindedir.
- Bulanık mantık da üyelik derecelerinin değer aralığı 0-1'dir.
- Tüm matematiksel ifadeler bulanık mantık ifadelerine dönüştürülebilir.

- Bulanık mantık yöntemi ile zor ve karmaşık modellemeler için uygundur.

Yukarıda da madde madde anlatılan tüm bu durumlarda göz önüne alındığında BM karmaşık problemlerin, sorunların çözümün için kullanışlı bir yöntemdir. Mühendislik, tıp, matematik, fen gibi birçok alanda da kullanılabilir.

5.3. Bulanık Mantık Modellemesi

5.3.1. Bulanık kümeler

Bulanık mantığın temelini oluşturan bulanık kümeler üyelik fonksiyonları ile ifade edilirler. Bu fonksiyonlar aslında bulanık sayılardan oluşur ve ait olma derecelerine göre gösterilir. Öyle ki klasik mantıkta bir kümenin elemanı "0" ve "1" mantığı ile değerlendirilerek o kümeyle ait ya da değilse bulanık kümelerde ise yüzdesel aitlik derecesi konuşulmaktadır. Bu yüzden insan zekasını anlamada yeni tasarımlar oluşturmaya olanak tanıyan bir mantıktır. Örneğin, yeşil ve sarı armuttan oluşan kümeler için bir armudun yeşil olması durumunda yeşil armuttan oluşan kümeyle kırmızı olması durumunda kırmızı elmalardan oluşan kümede yer alır. Bulanık mantık kavramı ile sarı armut kümesinde tam olarak sarı olmayan armudun aitlik derecesine göre bu kümede de yer alabileceği vurgulanmaktadır. Sarılık derecesine göre %30, %40 sarı gibi ifadelerle nitelendirilebilir. Eğer tam sarı ise üyelik değeri 1 değilse 0 olmaktadır. Bu durum klasik mantıklığın dışında keskin ifadeleri ortadan kaldırmakta ve bu sayede çelişmezlik ilkesine bağlı kalınmamaktadır. Kesin çizgiler içeren durumlar iyileştirilerek yorumlanabilir ve karmaşık problemlerin üzerine gidilip çözümler üretilebilmektedir.

$A, R \in (-\infty, +\infty)$ 'da konu olan küme elemanı ise, $\mu_A(x)$ için üyelik fonksiyonu $R \rightarrow [0, 1]$ aralığında oluşmaktadır. Diğer bir ifade ile, A kümesi $A = [a_1, a_3]$ aralığında değer alıyorsa genel ifade ile $\mu_A(x)$ için üyelik fonksiyonu 5.1 formülü ile gösterilebilir.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ 1, & a_1 \leq x \leq a_3 \\ 0 & x > a_3 \end{cases} \quad (5.1)$$

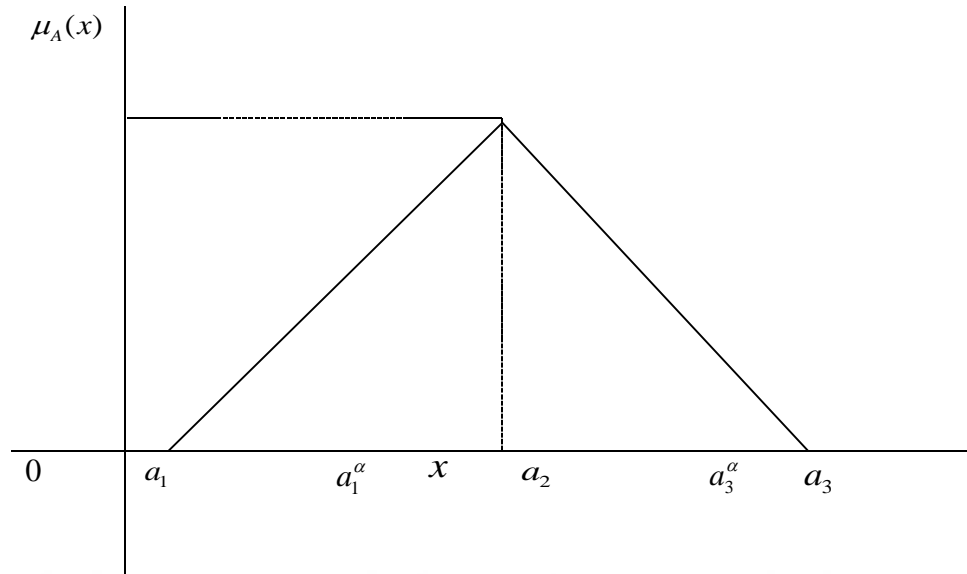
Üyelik fonksiyonu genel olarak, üçgensel üyelik fonksiyonu ve yamuk üyelik fonksiyonu olarak iki başlıkta incelenmektedir. Üyelik fonksiyonlarının matematiksel ifadesi Şekil 5.1., Şekil 5.2. ve Şekil 5.3.'de gösterilmektedir [64, 65].

5.3.2. Üçgen üyelik fonksiyonu

$\mu_A(x)$ için üyelik fonksiyonu üçgensel olarak 5.2 formülü ile ifade edilmiştir.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases} \quad (5.2)$$

Yukarıda da ifade edildiği gibi üçgensel bulanık küme, $A=(a_1, a_2, a_3)$ olması gerekmektedir. Bu kümede görünen a_2 elemanı, normal değere sahip üyelik olarak ifade edilebilir. Bulanık mantık uygulaması bu aşamada belirli bir α katsayısına dayalı olarak a_2 elemanına yakın olan değerlerin, a_2 'ye yüklenen anlamla temsil edilebileceğini kabul etmektedir. Diğer bir ifadeyle, a_2 katsayısında yer alan belirsizlik, kabul edilecek veya dağılıma bağlı olarak bulunabilecek bir α katsayısı ile tolere edilebilmektedir. Bahsedilen komşuluk ifadesi Şekil 5.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Üçgen üyelik fonksiyonunun gösterimi

a_1^a ve a_3^a ifadeleri, a_2 'nin komşuluğunu oluşturan alt ve üst sınır değerleri olarak tanımlanır.

$$\frac{a_1^\alpha - a_1}{a_2 - a_1} = \alpha \quad (5.3)$$

$$\frac{a_3 - a_3^\alpha}{a_3 - a_2} = \alpha \quad (5.4)$$

(7.3) ve (7.4) formüllerinden $\forall \alpha \in [0,1]$ için $A_\alpha = [a_1^\alpha, a_3^\alpha]$ aralığı oluşturulabilir. a_1^α ve a_3^α değerleri (7.5) ve (7.6) formüllerinde gösterilmiştir.

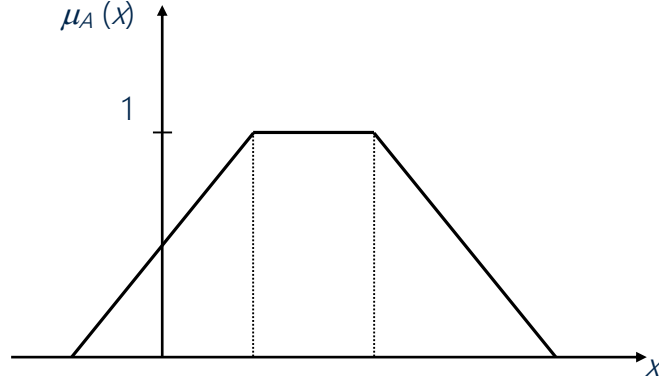
$$a_1^\alpha = \alpha(a_2 - a_1) + a_1 \quad (5.5)$$

$$a_3^\alpha = a_3 - (a_3 - a_2)\alpha \quad (5.6)$$

5.3.3. Yamuk üyelik fonksiyonu

Yamuk üyelik fonksiyonları üçgensel üyelik fonksiyonundan farklı olarak dört değişken ile tanımlanır. Bunlar a_1, a_2, a_3 ve a_4 'dür. Şekil 5.2.'de gösterildiği üzere a_2 - a_3 aralığı fonksiyonun temelini oluştururken a_1 - a_2 ve a_3 - a_4 arasındaki değerler

fonksiyonun desteğini oluşturur. Yamuk üyelik fonksiyonu:



Şekil 5.2. Yamuk Üyelik Fonksiyonunun Gösterimi

Üçgen ve yamuk bulanık üyelik fonksiyonlarının hesaplamalarının ve anlayışının da kolay olması sebebiyle bulanık mantık uygulamalarında sıkça tercih edilen yöntemlerdendir.

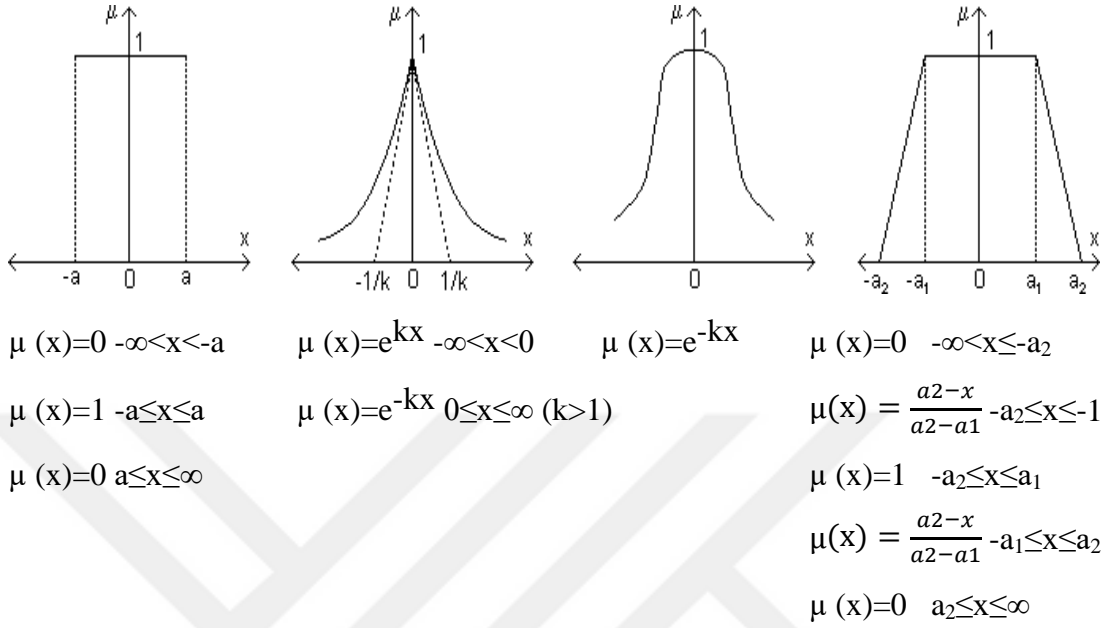
$\mu_A(x)$ için üyelik fonksiyonu yamuk olarak 5.7 formülü ile ifade edilmiştir.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_4 - x}{a_4 - a_3}, & a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0, & x > a_4 \end{cases} \quad (5.7)$$

5.3.4. Diğer üyelik fonksiyonları

Bulanık mantıkta üyelik fonksiyonlarının değerleri $[0, 1]$ aralığında olmaktadır. Bir bulanık sayının bu aralıktaki herhangi bir sayıya karşılık gelen fonksiyona da üyelik fonksiyonu adı verilir. Diğer bir ifade ile $[0, 1]$ aralığındaki her bir ifade üyelik derecesine sahip iken üyelik derecelerinin bir alt kümedeki değişimlerine ise üyelik fonksiyonu adı verilir. Üyelik fonksiyonu altında toplanan elemanlar önem derecesine

bağlı üyelik derecesine de sahip olmaktadır. Bazı üyelik fonksiyonlarının gösterimi Şekil 5.3.'de verilmiştir.



Şekil 5.3. Üyelik fonksiyonları ve derece hesaplamaları

5.3.5. Bulanık mantığın avantajları

- Günlük hayatta belirsizlik sürekli sirkülasyon içerisinde olan süreçlere basit çözümler getirir.
- Karmaşık problemlere basit çözümler bulunur. Karmaşıklık arttıkça yöntemlerde zorlaşacaktır. Bu durumda bulanık mantık kullanmak daha verimli ve ekonomik olacaktır.
- Doğrudan kullanıcının kullanımına açıktır.
- Daha az yazılım ile daha hızlı sonuçlar çıkarır. Bu durum girdilerin ön işlemden geçmeleri ve geniş değerlerin az sayıda ki fonksiyonlara indirgemesidir.
- Mevcut sistemi kullanıcının ifadeleri ile açıklanabilmektedir.

5.3.6. Bulanık mantığın dezavantajları

- Bulanık mantıkta kullanılacak olan kurallar mutlaka bir uzman görüşünden

geçmelidir.

- Üyelik fonksiyonlarının deneme/yanılma yöntemi ile bulunmaktadır. Bu sebepten uzunca zaman harcanabilir. Bu olumsuz etkiyi gidermek ve zamandan tasarruf edebilmek için yapay sinir ağlarının bulanık mantık uygulaması ile ilişkilendirilmesi önerilmiştir. Bu şekilde bir yöntem kullanarak üyelik fonksiyonlarının öğrenilmesi, literatürdeki çalışmalarda ön plana çıkmaktadır [66].



BÖLÜM 6. FİBROMİYALJİ SENDROMUNUN TEŞHİSİNDE KULLANILAN LABORATUAR TESTLERİNİN SEMPATİK DERİ CEVABI PARAMETRELERİ İLE DESTEKLENEREK TEŞHİS DOĞRULUĞUNUN ARTTIRILMASI

6.1. Giriş

Fibromiyaljili hastaların laboratuvar test sonuçları ile SSR verilerinin ilişkili olduğu düşünülmüştür. Buna istinaden ölçümlere ait sonuçlar bulanık mantık yöntemi kullanılarak bilgisayar ortamında analiz edilmiş ve elde edilen teşhis doğruluk yüzdeleri hesaplanarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

6.2. Çalışmada Kullanılan Parametreler ve Analiz Yöntemi

Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü'nde veritabanı oluşturulmuştur. Bir önceki çalışmada denek olarak görev almayı kabul eden 1990 ACR kriterlerine uygun tanı konmuş 57 fibromiyaljili ve 29 sağlıklı kişiden elde edilen SSR ölçümleri ile oluşturulmuştur. Ölçümler esnasında deneklerin oturur pozisyonda ve olabildikçe rahat olmalarına dikkat edilmiştir. Ölçüm alınan ortamın sestem ve elektromanyetik ortamdan izole olmasına özen gösterilmiştir. Ölçümlerin daha anlamlı olabilmesi adına yapılmadan önce yaş, boy, ağırlık gibi parametrelerin sınır değerleri belirlenmiş olmalıdır. Bu parametreler SSR üzerinde etkilidir. Bu yüzden çalışmada deneklerin sınır değerler içerisinde olmasına dikkat edilmiştir. Ölçümlerin alındığı deneklerin yaş, boy ve ağırlık parametrelerinin belirlenen sınırlar içerisinde kalmasına dikkat edilmiştir. Tablo 6.1.'de deneklere ait sınır değerler ve ortalamalar verilmiştir [15].

Tablo 6.1. Deneklerin fiziksel özellikleri

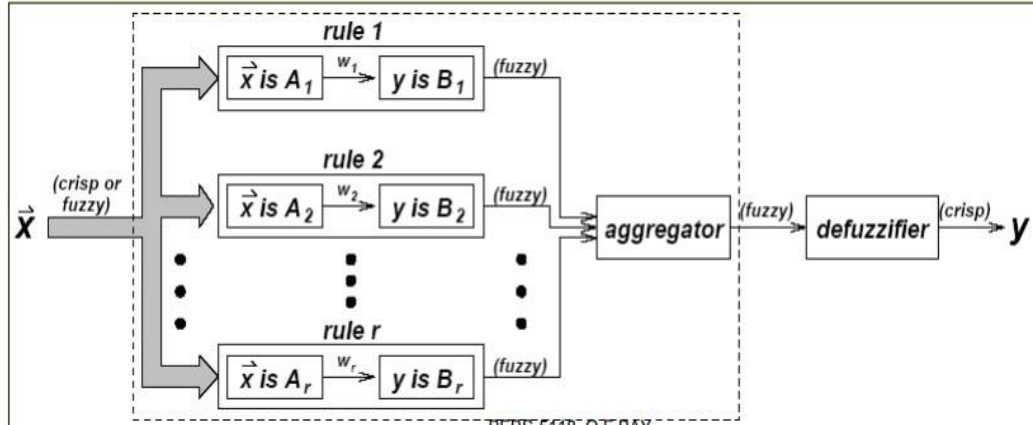
	Ortalama	Sınırlar
Yaş (yıl)	44,9	20-66
Boy (cm)	161,1	149-186
Ağırlık (kg)	71,5	47-105

Hastalar ve sağlıklı kişilere 10-20 μ A'lık akım geçişi sağlanmıştır. Bu uyarma elektrotlar yardımıyla yapılmıştır. Akım geçişine karşılık gelen deri üzerinde oluşan potansiyel değişim ölçülmüştür. Ölçülen bu değerler kaydedilmiştir. Kaydedilen veriler ise Matlab vasıtasıyla analiz edilmiştir. Tepki gecikme süresi, maksimum genlik ve iki uyarım arasında geçen süre parametre değerleri elde edilmiş ve kaydedilmiştir.

Hasta denekler ve kontrol grubundan alınan SSR dalga formlarından Matlab yazılımı kullanılarak elde edilen tepki gecikme süresi ve iki uyarım arasında geçen süre parametreleri saniye, maksimum genlik ise mikrovolt cinsinden kaydedilmiştir. Aynı deneklere FMS teşhisinde yapılan kan testleri laboratuvar ortamında uygulanmış ve değerleri kaydedilmiştir. Daha sonra SSR parametreleri ile kan testleri değerleri arasındaki ilişki BM ile incelenerek SSR'nin seçilen parametrelerinin hastalığın teşhisinde kan testlerini destekleyip desteklemedikleri araştırılmıştır.

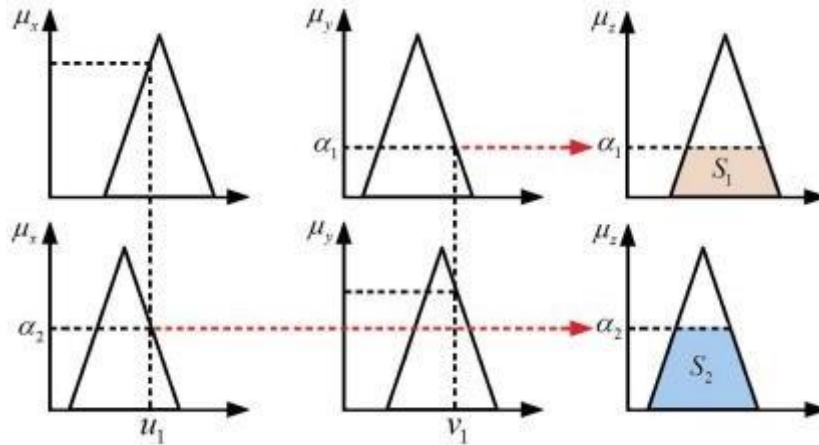
6.3. Benzetim Sonuçları

Yapılan çalışmada bulanık mantığın insan algısına daha çok hitap etmesi, tasarımının nispeten kolay olması ve yorumlanabilirliği daha fazla olması sebebiyle mamdani yöntemi kullanılmıştır. Şekil 6.1.'de mamdani ağ modeli verilmiştir.



Şekil 6.1. Mamdani ağ modeli

Öncelikle keskin girdiler alınır, bunlar uygun bulanık kümelerin her birine üyelik dereceleri belirlenir. Böylece bulanıklaştırılan ifadeler çalışmada kullanılan birden fazla öncül ile bu öncüllerin değerlendirmesinin sonucunu temsil eden tek bir sayı elde etmek için bulanık operatör (AND veya OR) kullanılarak her bir girdi değişkenine işlenir. Daha sonra sayılar bulanık ifadeden kurtarılması için durulaştırıcı birime gönderilir. İstenilen aralığa göre ölçeklendirme sağlanarak bulanık ifadelerin her biri gerçel sayılara dönüştürülür. Şekil 6.2.'de mamdani bulanık çıkarım yöntemi yapısı gösterilmiştir [67].



Şekil 6.2. Mamdani bulanık çıkarım yönteminin yapısı

Mamdani bulanık yönteminde kural öncüllerinin birleşimini değerlendirmek için AND bulanık kesişim işlemi uygulanır. Kullanılan bulanık ilişki operatörü (6.1) numaralı eşitlikte gösterilmiştir [68].

$$Z_i = (\mu_{x_i}(u) \cap \mu_{y_i}(u)) \cap \mu_{z_i}(u)(w) \quad (6.1)$$

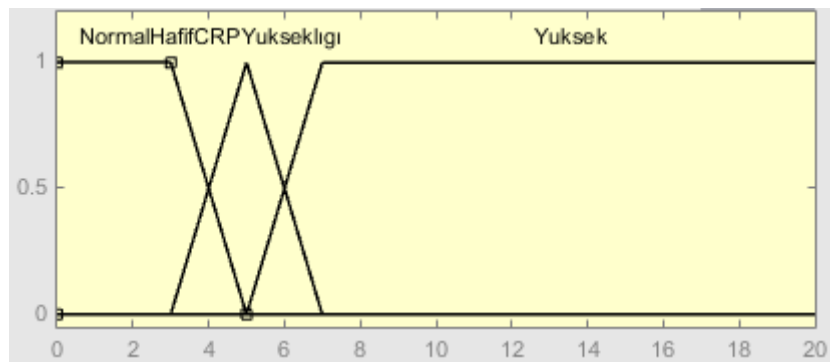
Burada, μ_x ve μ_y giriş üyelik fonksiyonlarını, μ_z çıkış üyelik fonksiyonlarını, Z çıkarım sonucunu, i kural sırasını ve n ise polinom derecesini ifade etmektedir. Polinom fonksiyonu (6.2) numaralı denklemde gösterilmiştir [68].

$$Z = \bigcup_{i=1}^k Z_i \quad (6.2)$$

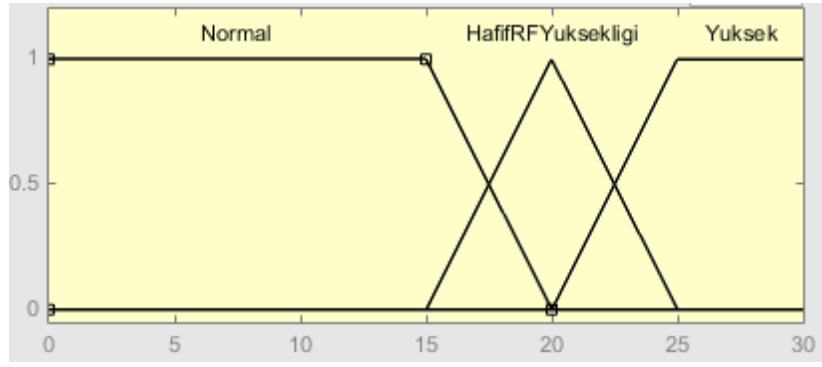
Durulaştırma yönteminde ise ağırlıklı ortalama yöntemi kullanılmıştır. Buradan elde edilen sonuç ile hastalığın derecesi anlaşılacaktır. Durulaştırma işleminde uygulanan hesaplama yöntemi (6.3) numaralı eşitlikte gösterilmiştir [68].

$$Z_{\text{çıkış}} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i z_i}{\sum_{i=1}^n a_i} \quad (6.3)$$

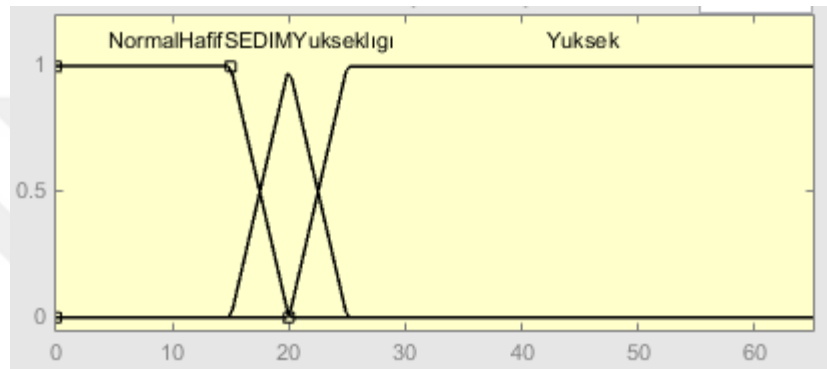
Şekil 6.3., Şekil 6.4., Şekil 6.5., Şekil 6.6., Şekil 6.7., Şekil 6.8., Şekil 6.9., Şekil 6.10, Şekil 6.11. ve Şekil 6.12.'de bulanık mantık araç kutusu ile tasarlanan bulanık mantık denetleyicilerine ait üyelik fonksiyonları gösterilmektedir.



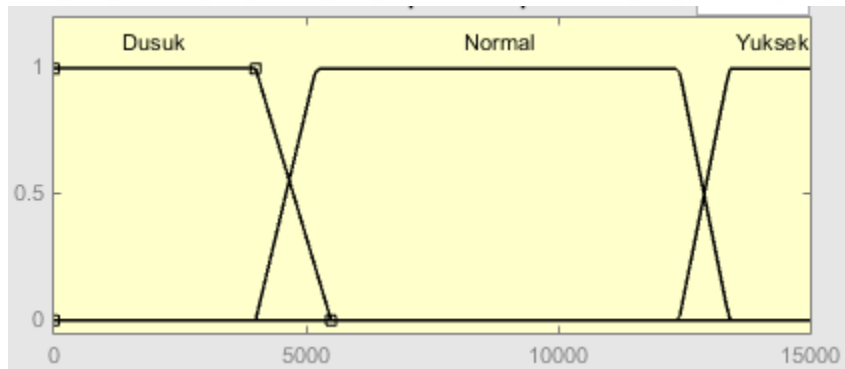
Şekil 6.3. CRP Giriş üyelik fonksiyonunun gösterimi (BM araç kutusu)



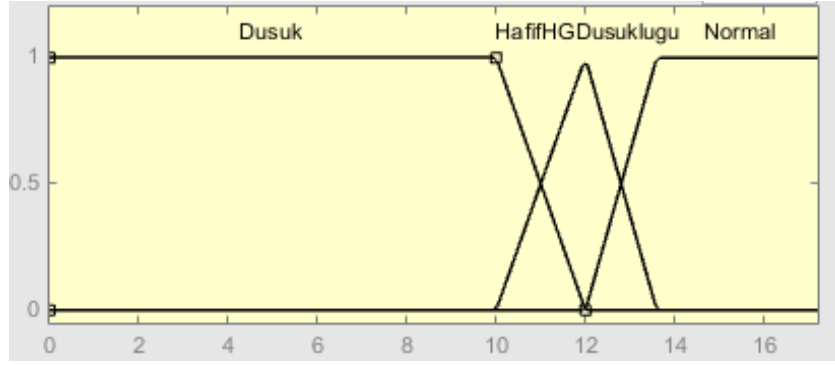
Şekil 6.4. RF Giriş üyelik fonksiyonlarının gösterimi (BM araç kutusu)



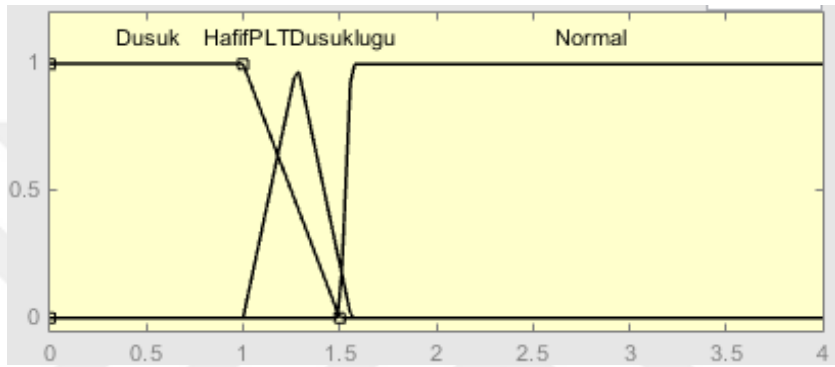
Şekil 6.5. SEDİM Giriş üyelik fonksiyonunun gösterimi (BM araç kutusu)



Şekil 6.6. WBC Giriş üyelik fonksiyonunun gösterimi (BM araç kutusu)



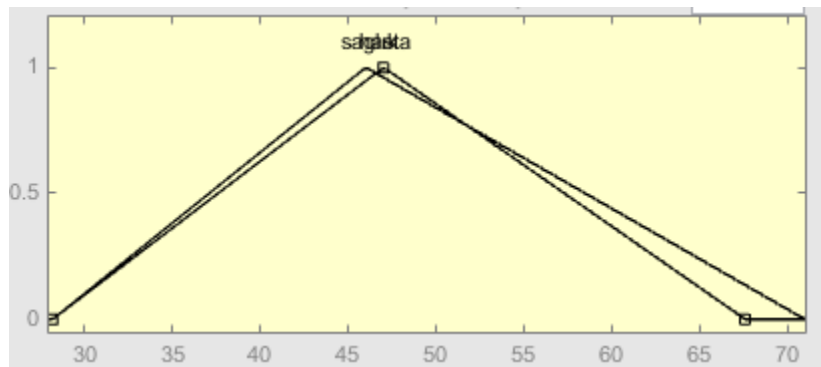
Şekil 6.7. HG Giriş üyelik fonksiyonunun gösterimi (BM araç kutusu)



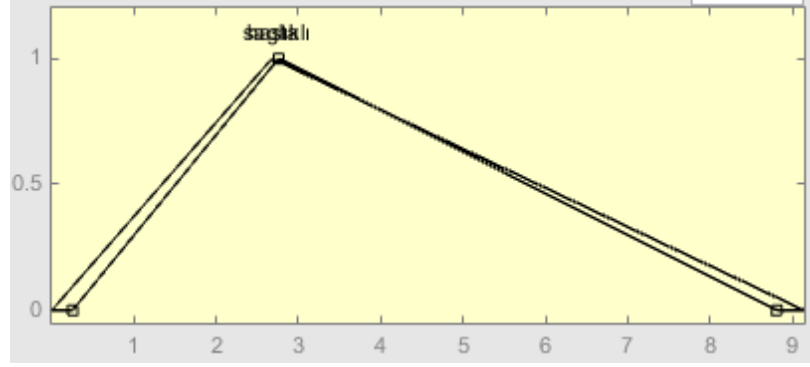
Şekil 6.8. PLT Giriş üyelik fonksiyonunun gösterimi (BM araç kutusu)



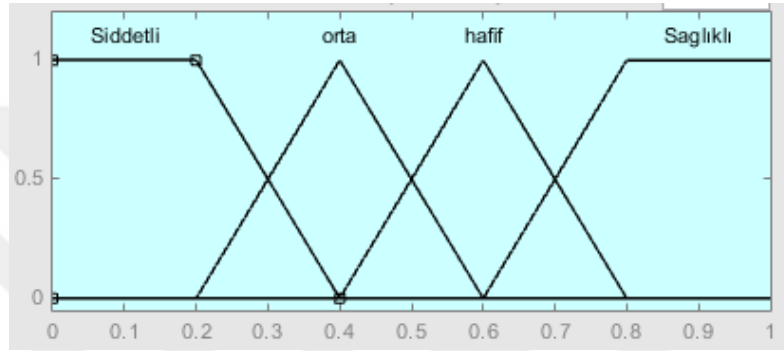
Şekil 6.9. LT1 Giriş üyelik fonksiyonlarının gösterimi (BM araç kutusu)



Şekil 6.10. TT1 Giriş üyelik fonksiyonunun gösterimi (BM araç kutusu)



Şekil 6.11. MAX-GEN Giriş üyelik fonksiyonunun gösterimi (BM araç kutusu)



Şekil 6.12. Çıkış üyelik fonksiyonunun gösterimi (BM araç kutusu)

Şekil 6.3., Şekil 6.4., Şekil 6.5., Şekil 6.6., Şekil 6.7. ve Şekil 6.8.'de görüldüğü üzere giriş fonksiyonlarının değerleri Tablo 3.1.'de ki normal değer aralıkları da baz alınarak kalan değerler için FMS hastalık halinin yorumlanması ile oluşturulmuştur.

CRP değeri sağlıklı bireyler de normal değerleri alırken hastalık sahibi kişilerde hafif yüksek ve yüksek değerleri ile belirlenmiştir. Benzer durum RF, SEDİM, HG, PLT için de geçerlidir. WBC ise yalnızca sağlıklı bireyler de normal değer aralıkların da iken bunun altında ve üstünde olduğu durumlar da hastalık ihtimali olan bireyleri işaret etmektedir. Şekil 6.9., Şekil 6.10., Şekil 6.11.'de ise SSR parametreleri değerlendirilmiştir.

Şekil 6.12. çıkış üyelik fonksiyonunda uzman kontrolünün yapılabilmesi adına hastalığın var "1" yok "0" olması durumu BM'ye uygun şekilde derecelendirilmiştir, bu sayede hastalığın da aşaması belirlenebilecektir.

6.4. Kural İşleme Birimi

Şekil 6.1.'de görüldüğü gibi tüm girdi değişkenleri, sözel değişkenler bulanık sonuç çıkarabilmesi için kurallara dayanarak uygulanmaktadır. Bu çalışmada kurallar test sonuçları ve uzman görüşleri baz alınarak hazırlanmıştır. Kurallar;

1. If (CRP is Normal) and (RF is Normal) and (SEDIM is Normal) and (WBC is Normal) and (HG is HafifHGDusuklugu) and (PLT is Normal) then (output1 is Saglıklı) (1)
2. If (CRP is Normal) and (RF is Normal) and (SEDIM is HafifSEDIMYukseklığı) and (WBC is Normal) and (HG is HafifHGDusuklugu) and (PLT is Normal) then (output1 is Saglıklı) (1)
3. If (CRP is Normal) and (RF is Yuksek) and (SEDIM is Yuksek) and (WBC is Normal) and (HG is Normal) and (PLT is Normal) then (output1 is Saglıklı) (1)
4. If (CRP is HafifCRPYukseklığı) and (RF is Normal) and (SEDIM is Yuksek) and (WBC is Normal) and (HG is Normal) and (PLT is Normal) then (output1 is Saglıklı) (1)
5. If (CRP is HafifCRPYukseklığı) and (RF is Normal) and (SEDIM is Normal) and (WBC is Normal) and (HG is HafifHGDusuklugu) and (PLT is Normal) then (output1 is Saglıklı) (1)
6. If (CRP is HafifCRPYukseklığı) and (RF is Normal) and (SEDIM is Normal) and (WBC is Normal) and (HG is Normal) and (PLT is Normal) then (output1 is Saglıklı) (1)
7. If (CRP is HafifCRPYukseklığı) and (RF is Normal) and (SEDIM is HafifSEDIMYukseklığı) and (WBC is Normal) and (HG is HafifHGDusuklugu) and (PLT is Normal) then (output1 is Saglıklı) (1)
8. If (CRP is HafifCRPYukseklığı) and (RF is Normal) and (SEDIM is HafifSEDIMYukseklığı) and (WBC is Normal) and (HG is Normal) and (PLT is Normal) then (output1 is Saglıklı) (1)
9. If (CRP is HafifCRPYukseklığı) and (RF is Normal) and (SEDIM is Yuksek) and (WBC is Normal) and (HG is HafifHGDusuklugu) and (PLT is Normal)

- then (output1 is Saglıklı) (1)
10. If (CRP is HafifCRPYukseklığı) and (RF is Normal) and (SEDIM is Normal) and (WBC is Normal) and (HG is Normal) and (PLT is HafifPLTDusuklugu) then (output1 is Saglıklı) (1)
 11. If (CRP is Yuksek) and (RF is Normal) and (SEDIM is Normal) and (WBC is Normal) and (HG is Normal) and (PLT is Normal) then (output1 is Saglıklı) (1)
 12. If (CRP is Yuksek) and (RF is Normal) and (SEDIM is Yuksek) and (WBC is Normal) and (HG is HafifHGDusuklugu) and (PLT is Normal) then (output1 is Saglıklı) (1)
 13. If (CRP is Normal) and (RF is Normal) and (SEDIM is Normal) and (WBC is Normal) and (HG is Normal) and (PLT is Normal) then (output1 is hafif) (1)
 14. If (CRP is Normal) and (RF is Yuksek) and (SEDIM is Normal) and (WBC is Normal) and (HG is Normal) and (PLT is Normal) then (output1 is Siddetli) (1)
 15. If (CRP is Normal) and (RF is Normal) and (SEDIM is Normal) and (WBC is Normal) and (HG is Normal) and (PLT is HafifPLTDusuklugu) then (output1 is hafif) (1)
 16. If (CRP is Normal) and (RF is Normal) and (SEDIM is HafifSEDIMYukseklığı) and (WBC is Normal) and (HG is Normal) and (PLT is Normal) then (output1 is hafif) (1)
 17. If (CRP is HafifCRPYukseklığı) and (RF is Normal) and (SEDIM is Normal) and (WBC is Normal) and (HG is Normal) and (PLT is Normal) then (output1 is hafif) (1)
 18. If (CRP is HafifCRPYukseklığı) and (RF is Normal) and (SEDIM is HafifSEDIMYukseklığı) and (WBC is Normal) and (HG is HafifHGDusuklugu) and (PLT is Normal) then (output1 is orta) (1)
 19. If (CRP is HafifCRPYukseklığı) and (RF is Normal) and (SEDIM is Normal) and (WBC is Normal) and (HG is HafifHGDusuklugu) and (PLT is Normal) then (output1 is orta) (1)
 20. If (CRP is HafifCRPYukseklığı) and (RF is Normal) and (SEDIM is Yuksek) and (WBC is Normal) and (HG is HafifHGDusuklugu) and (PLT is Normal)

- then (output1 is Siddetli) (1)
21. If (CRP is HafifCRPYukseklığı) and (RF is Normal) and (SEDIM is HafifSEDIMYukseklığı) and (WBC is Normal) and (HG is Normal) and (PLT is Normal) then (output1 is orta) (1)
 22. If (CRP is HafifCRPYukseklığı) and (RF is Normal) and (SEDIM is HafifSEDIMYukseklığı) and (WBC is Dusuk) and (HG is HafifHGDusuklugu) and (PLT is HafifPLTDusuklugu) then (output1 is Siddetli) (1)
 23. If (CRP is HafifCRPYukseklığı) and (RF is HafifRFYuksekligi) and (SEDIM is Normal) and (WBC is Normal) and (HG is Normal) and (PLT is Normal) then (output1 is orta) (1)
 24. If (CRP is HafifCRPYukseklığı) and (RF is Normal) and (SEDIM is Yuksek) and (WBC is Normal) and (HG is Normal) and (PLT is Normal) then (output1 is Siddetli) (1)
 25. If (CRP is HafifCRPYukseklığı) and (RF is Normal) and (SEDIM is Normal) and (WBC is Yuksek) and (HG is Normal) and (PLT is Normal) then (output1 is Siddetli) (1)
 26. If (CRP is Yuksek) and (RF is Normal) and (SEDIM is Normal) and (WBC is Normal) and (HG is Normal) and (PLT is Normal) then (output1 is Siddetli) (1)
 27. If (CRP is Yuksek) and (RF is Normal) and (SEDIM is Yuksek) and (WBC is Normal) and (HG is Normal) and (PLT is Normal) then (output1 is Siddetli) (1)
 28. If (LT1 is siddetlihastalık) and (TT1 is hasta) and (MAX-GEN is saglıklı) then (HastalıkDurumu is Siddetli) (1)
 29. If (LT1 is siddetlihastalık) and (TT1 is hasta) and (MAX-GEN is hasta) then (HastalıkDurumu is Siddetli) (1)
 30. If (LT1 is siddetlihastalık) and (TT1 is saglık) and (MAX-GEN is saglıklı) then (HastalıkDurumu is Siddetli) (1)
 31. If (LT1 is siddetlihastalık) and (TT1 is saglık) and (MAX-GEN is hasta) then (HastalıkDurumu is Siddetli) (1)
 32. If (LT1 is hafif) and (TT1 is hasta) and (MAX-GEN is saglıklı) then

- (HastalıkDurumu is hafif) (1)
33. If (LT1 is hafif) and (TT1 is hasta) and (MAX-GEN is hasta) then
(HastalıkDurumu is hafif) (1)
34. If (LT1 is hafif) and (TT1 is saglık) and (MAX-GEN is hasta) then
(HastalıkDurumu is hafif) (1)
35. If (LT1 is hafif) and (TT1 is saglık) and (MAX-GEN is saglıklı) then
(HastalıkDurumu is hafif) (1)
36. If (LT1 is ortahastalık) and (TT1 is hasta) and (MAX-GEN is saglıklı) then
(HastalıkDurumu is orta) (1)
37. If (LT1 is ortahastalık) and (TT1 is hasta) and (MAX-GEN is hasta) then
(HastalıkDurumu is orta) (1)
38. If (LT1 is ortahastalık) and (TT1 is saglık) and (MAX-GEN is hasta) then
(HastalıkDurumu is orta) (1)
39. If (LT1 is ortahastalık) and (TT1 is saglık) and (MAX-GEN is saglıklı) then
(HastalıkDurumu is orta) (1)
40. If (LT1 is saglıklı) and (TT1 is hasta) and (MAX-GEN is saglıklı) then
(HastalıkDurumu is Saglıklı) (1)
41. If (LT1 is saglıklı) and (TT1 is hasta) and (MAX-GEN is hasta) then
(HastalıkDurumu is Saglıklı) (1)
42. If (LT1 is saglıklı) and (TT1 is saglık) and (MAX-GEN is hasta) then
(HastalıkDurumu is Saglıklı) (1)
43. If (LT1 is saglıklı) and (TT1 is saglık) and (MAX-GEN is saglıklı) then
(HastalıkDurumu is Saglıklı) (1)

Denetleyicilerin tasarım aşamasında, FMS hastalığının teşhisin de kullanılan laboratuar ve SSR parametrelerini öncelikle bulanıklaştırma birimlerinde ayrı ayrı işlenmiştir. Girişlerin uygun bulanık kümelerinin her birine ne derecede üye olduğunu belirlenmiştir. Buradan elde edilen bulanık girişlere kuralların öncülleri uygulanmıştır.

Çalışmada birden fazla öncülü olan bu girişlerin öncül değerlendirilmesinin sonucunu temsil eden tek bir sayı elde etmek için bulanık operatör AND kullanılmıştır. Öncül değerlendirilmesinin sonucu üyelik fonksiyonuna iki ana yöntemle uygulanmaktadır.

Bunlar kırpma ve ölçeklendirme. En yaygın yöntem, üyelik fonksiyonu değerlendirilmesinde elde edilen doğruluk derecesinde kesmektir. Daha az karmaşıklık ve daha az matematik işlemi içermesi, durulaştırmayı daha kolay hale getiren çıkış yüzeyi oluşturması sebebiyle bu çalışmada kırpma yöntemi kullanılmıştır. Tüm kuralların çıktıları birleştirilmiş, tek bir bulanık küme haline getirilmiştir. Böylece çıkarım, durulaştırma işlemlerinin yapıldığı bloğa aktarılmaya hazır hale getirildi. Durulaştırma işlemi bir araya getirilmiş bulanık bir kümedir ve çıkışı ise tek bir sayıdır. Bir çok durulaştırma yöntemi mevcut, burada en yaygın olan ağırlık merkezi (centroid) tekniği kullanılmıştır.

$$COG = \frac{\int_a^b \mu_A(x)xdx}{\int_a^b \mu_A(x)dx} \quad (6.4)$$

Kabul edilebilir bir tahmin, çeşitli örnekleme noktaları üzerinden hesaplamalar yapılarak elde edilebilir. Bu çalışmada benzetim sonuçları elde edilirken fuzzy işlemi üzerinde çalışılmıştır. SSR parametreleri 3 giriş parametresi ve Laboratuvar test sonuçlarından 6 olmak üzere toplam 9 özellik giriş parametresi olarak kullanılmıştır. Çıkış ise hasta denekler için klasik mantık da "0" ile "1" şeklinde değil bulanık mantığa uygun hastalık durumu 0-1 arasında değerlendirilmiş bu şekilde girilmiştir. Çalışmaya ilişkin çıkarım grafikleri Şekil 6.17., Şekil 6.18., Şekil 6.19., Şekil 6.20., Şekil 6.21., Şekil 6.22., Şekil 6.23. ve Şekil 6.24.'de gösterilmiştir.

Çalışmada SSR parametrelerinin FMS teşhisinde kullanılan laboratuvar testlerine etkileri araştırılmış, kolaylaştırıcı doğruluğu desteklenmektedir. Fakat tam olarak tek başına belirleyici bir faktör olmadığı gözlemlenmiştir. FMS teşhisinde destekleyici olarak kullanılabilir olan SSR parametreleri laboratuvar sonuçlarında en çok etki HG'nin çok düşük olması durumunda FMS'nin en sık semptomlarının şiddetini arttırabileceği düşünülmektedir.

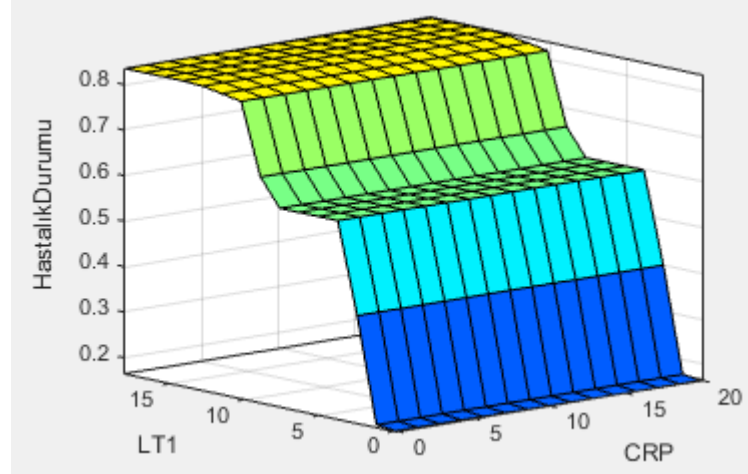
BÖLÜM 7. FİBROMİYALJİ SENDROMUNDA SEMPATİK DERİ CEVABI PARAMETRELERİNİN TEŞHİS DOĞRULUĞUNA ETKİSİNİN BULANIK MANTIK KULLANILARAK İNCELENMESİ

7.1. Giriş

Yapılan çalışmada FMS'nin otonom sinir sistemini etkilediği ve SSR'nin de otonom sinir sistemindeki fonksiyon bozukluklarından etkilendiği kabulünden hareket ile Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü'nde görev yapan uzmanlar tarafından seçilmiş gönüllü deneklerden alınan laboratuvar testleri ve ölçülen SSR parametre verilerine ek olarak yine aynı deneklerden alınan fizyolojik test sonuçlarının, FMS'nin teşhis doğruluğuna ilişkin oluşturulan BM yapısına eklenmesi ve analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ile SSR'nin, FMS'nin teşhisine yardımcı olan test yöntemlerine etkisi incelenmiştir [15].

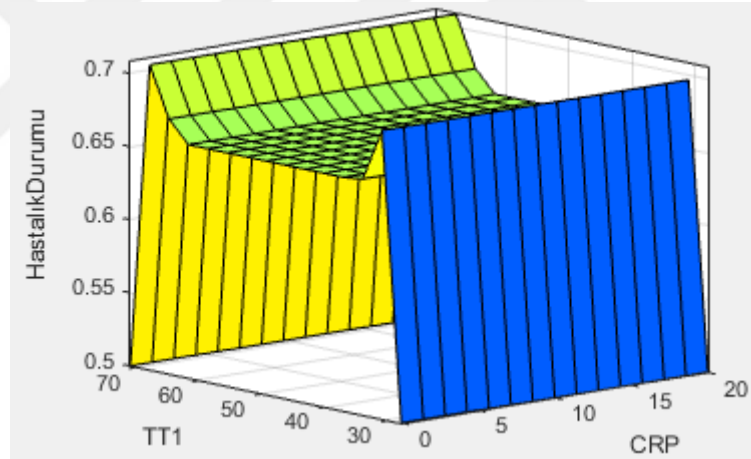
7.2. Çalışmada Kullanılan Materyaller ve BM ile Analizi

Hazırlanan çalışmada SSR parametresi Şekil 4.1.'deki gibi maksimum genlik değeri, iki uyartım arasında geçen süre ve SSR tepki gecikme süresi alınmıştır. SSR'nin hastalıkla ilişkili olan bu parametrelerinin sayısal değerleri, ölçüm sistemindeki ara yüz aracılığıyla bilgisayara aktarılan SSR grafiklerinden Matlab yazılımı kullanılarak hesaplanmasıyla elde edilmiştir [63]. Sağlıklı ve hasta deneklerden elde edilen SSR parametre değerlerine ilişkin grafikler Şekil 6.13., Şekil 6.14., Şekil 6.15., Şekil 6.16., Şekil 6.17., Şekil 6.18., Şekil 6.19., Şekil 6.20., Şekil 6.21., Şekil 6.22., Şekil 6.23., Şekil 6.24., Şekil 6.25., Şekil 6.26., Şekil 6.27., Şekil 6.28., Şekil 6.29. ve Şekil 6.30.'da araç kutusu ile tasarlanan bulanık mantık denetleyicilerinin çıkış parametresine ait değişim gösterilmiştir.



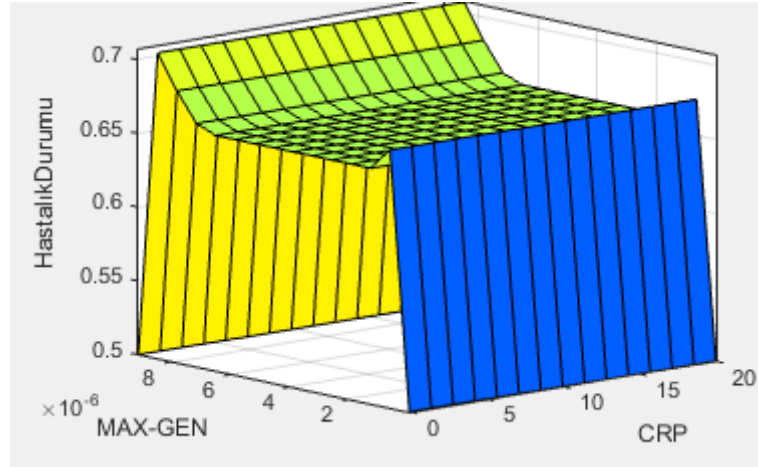
Şekil 6.13. Mamdani çıkarım yöntemi CRP-LT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu)

CRP değerinin LT ile ilişkisinde ikisinin de artması durumunun FMS hastalığından uzaklaştırıldığı görülmüştür. (Bkz. Şekil 6.13.)



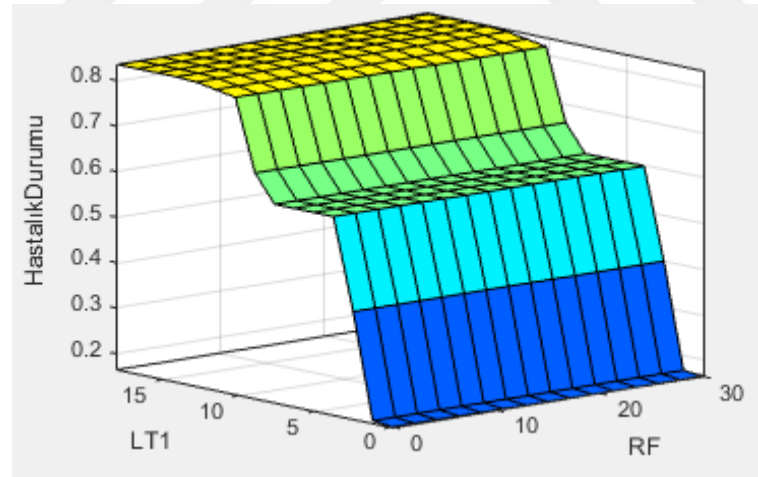
Şekil 6.14. Mamdani çıkarım yöntemi CRP-TT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu)

CRP değerinin TT ile ilişkisinde ikisinin de artması durumunun FMS hastalığından uzaklaştırdığı görülmüştür. Fakat LT değerinin değişim yüzeyine bakıldığında çok etkileyici olmadığı görülmektedir. (Bkz. Şekil 6.14.)



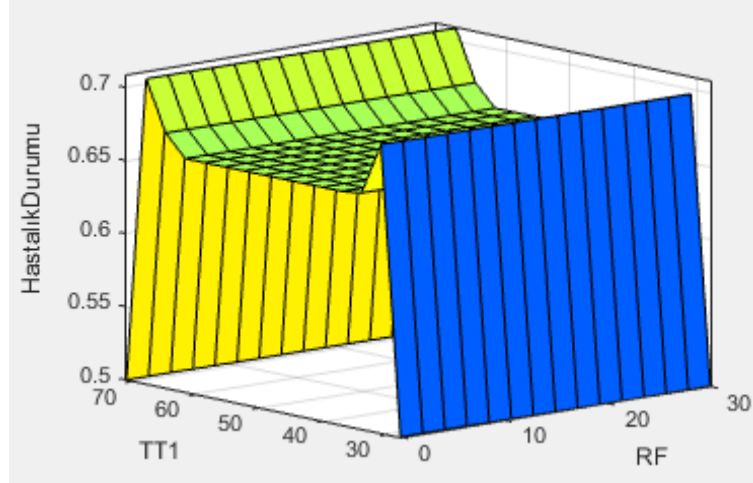
Şekil 6.15. Mamdani çıkarım yöntemi CRP-MAX-Gen kural yüzeyi (BM araç kutusu)

CRP değerinin MAX-Gen ile ilişkisinde ikisinin de artması durumunun FMS hastalığından uzaklaştırdığı görülmüştür. Fakat LT değerinin değişim yüzeyine bakıldığında çok etkileyici olmadığı görülmektedir. Aynı şekilde TT değeri ile kıyaslandığında değişim yüzeyine karşılık daha da az etkili olduğu görülmektedir. (Bkz. Şekil 6.15.)



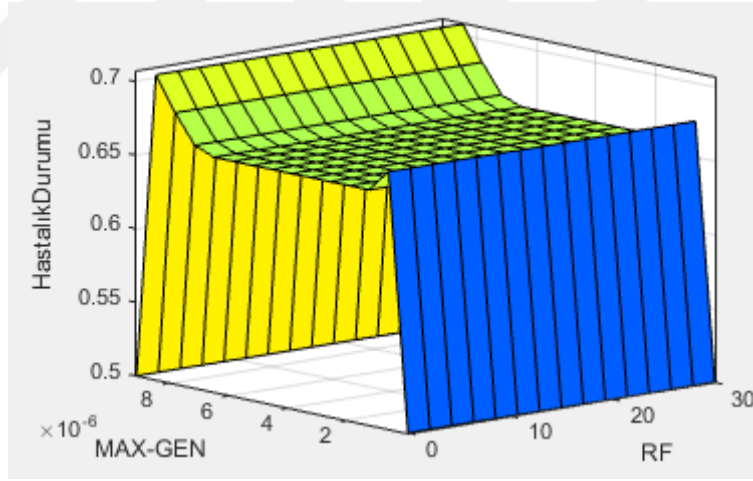
Şekil 6.16. Mamdani çıkarım yöntemi RF-LT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu)

RF değerinin LT ile ilişkisin de ikisinin de artması durumunun FMS hastalığından uzaklaştırdığı görülmüştür. (Bkz. Şekil 6.16.)



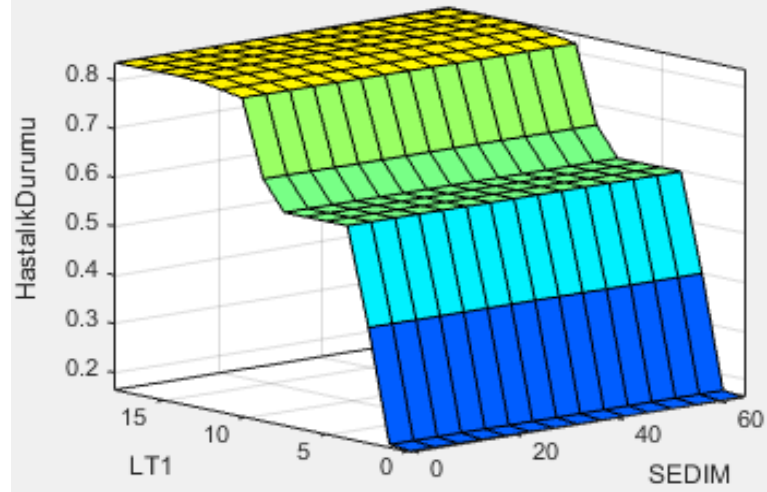
Şekil 6.17. Mamdani çıkarım yöntemi RF-TT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu)

RF değerinin TT ile ilişkisinin de ikisinin de artması durumunun FMS hastalığından uzaklaştırdığı görülmüştür. Fakat LT değerinin değişim yüzeyine bakıldığında çok etkileyici olmadığı görülmektedir. (Bkz. Şekil 6.17.)



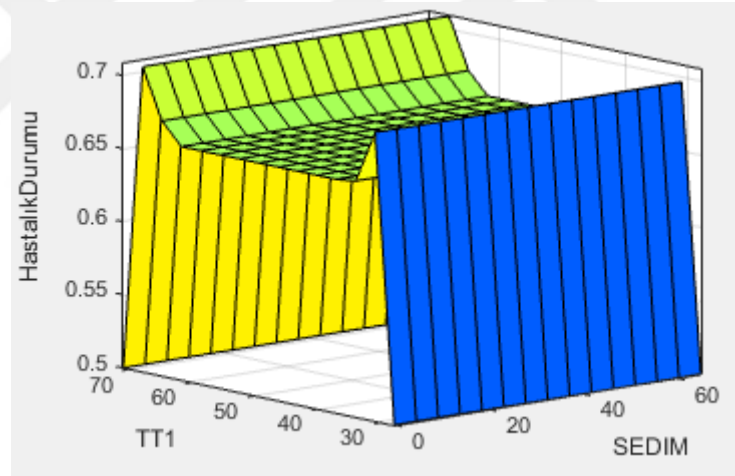
Şekil 6.18. Mamdani çıkarım yöntemi RF-MAX-Gen kural yüzeyi (BM Araç kutusu)

RF değerinin MAX-Gen ile ilişkisinde ikisinin de artması durumunun FMS hastalığından uzaklaştırdığı görülmüştür. Fakat LT değerinin değişim yüzeyine bakıldığında çok etkileyici olmadığı görülmektedir. Aynı şekilde TT değeri ile kıyaslandığında değişim yüzeyine karşılık daha da az etkili olduğu görülmektedir. (Bkz. Şekil 6.18.)



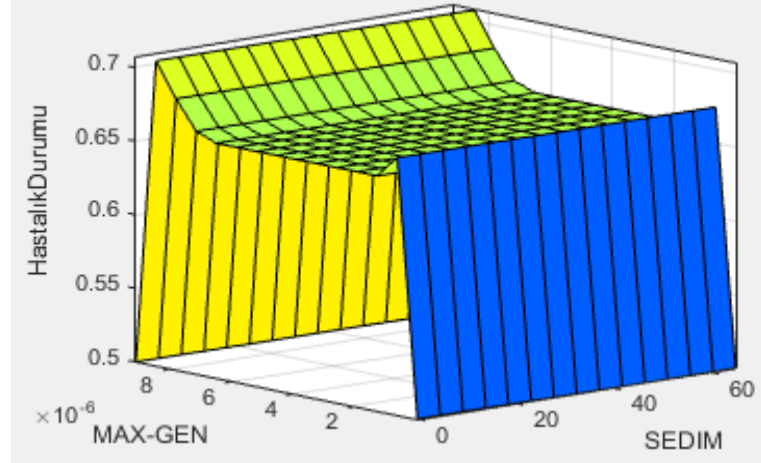
Şekil 6.19. Mamdani çıkarım yöntemi SEDIM-LT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu)

SEDIM değerinin LT ile ilişkisinin de ikisinin de artması durumunda FMS hastalığından uzaklaştırıldığı görülmüştür. (Bkz. Şekil 6.19.)



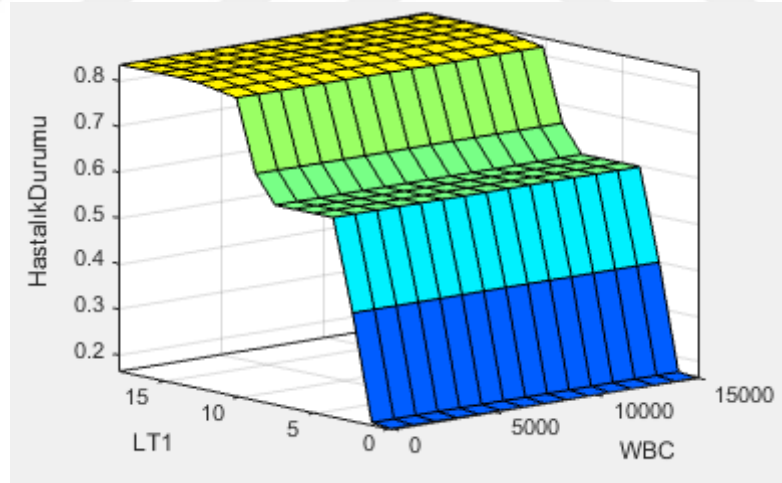
Şekil 6.20. Mamdani çıkarım yöntemi SEDIM-TT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu)

SEDIM değerinin TT ile ilişkisinin de ikisinin de artması durumunda FMS hastalığından uzaklaştırıldığı görülmüştür. Fakat LT değerinin değişim yüzeyine bakıldığında çok etkileyici olmadığı görülmektedir. (Bkz. Şekil 6.20.)



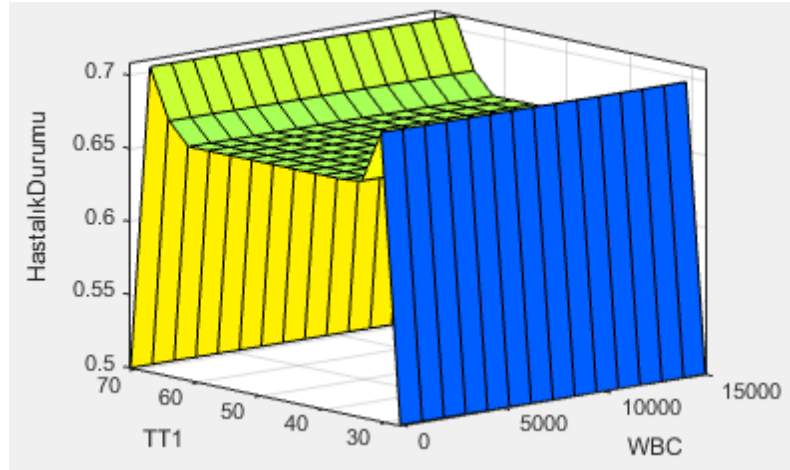
Şekil 6.21. Mamdani çıkarım yöntemi SEDIM-MAX-Gen kural yüzeyi (BM araç kutusu)

SEDIM değerinin MAX-Gen ile ilişkisinde ikisinin de artması durumunun FMS hastalığından uzaklaştırdığı görülmüştür. Fakat LT değerinin değişim yüzeyine bakıldığında çok etkileyici olmadığı görülmektedir. Aynı şekilde TT değeri ile kıyaslandığında değişim yüzeyine karşılık daha da az etkili olduğu görülmektedir. (Bkz. Şekil 6.21.)



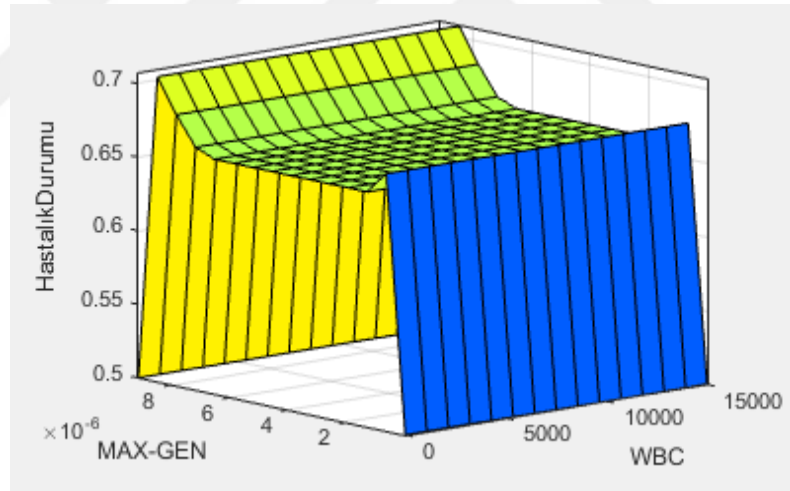
Şekil 6.22. Mamdani çıkarım yöntemi WBC-LT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu)

WBC değerinin LT ile ilişkisinde ikisinin de artması durumunun FMS hastalığından uzaklaştırıldığı görülmüştür. Fakat LT değerinin değişim yüzeyine bakıldığında çok etkileyici olmadığı görülmektedir. (Bkz. Şekil 6.22.)



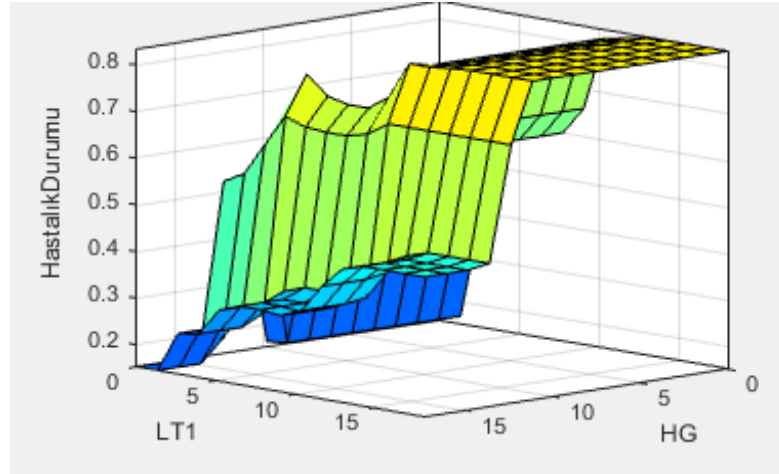
Şekil 6.23. Mamdani çıkarım yöntemi WBC-TT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu)

WBC değerinin TT ile ilişkisinin de ikisinin de artması durumunun FMS hastalığından uzaklaştırdığı görülmüştür. Fakat LT değerinin değişim yüzeyine bakıldığında çok etkileyici olmadığı görülmektedir. (Bkz. Şekil 6.23.)



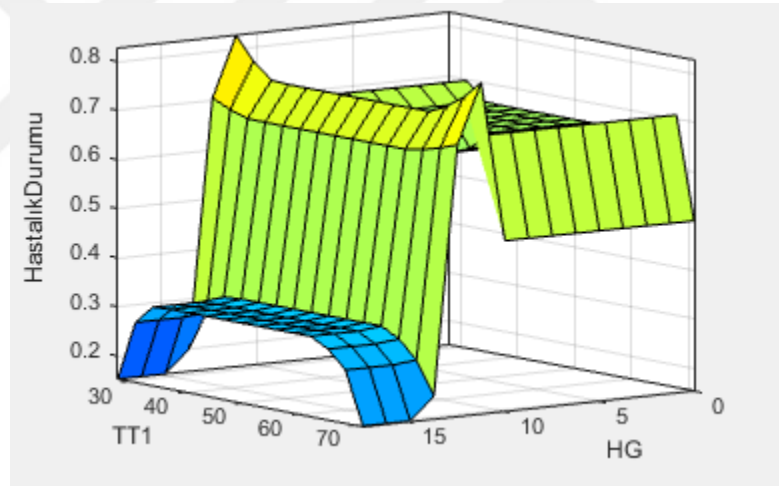
Şekil 6.24. Mamdani çıkarım yöntemi WBC-MAX-Gen kural yüzeyi (BM araç kutusu)

WBC değerinin MAX-Gen ile ilişkisinde ikisinin de artması durumunun FMS hastalığından uzaklaştırdığı görülmüştür. Fakat LT değerinin değişim yüzeyine bakıldığında çok etkileyici olmadığı görülmektedir. Aynı şekilde TT değeri ile kıyaslandığında değişim yüzeyine karşılık daha da az etkili olduğu görülmektedir.



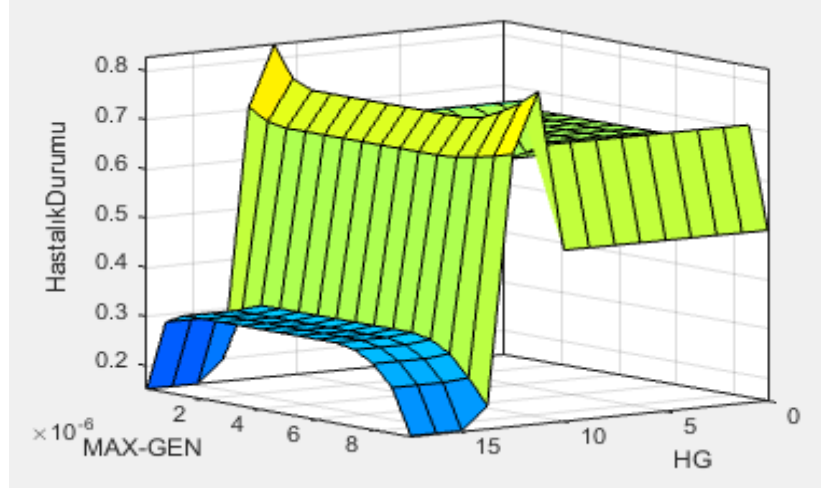
Şekil 6.25. Mamdani çıkarım yöntemi HG-LT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu)

HG değerinin LT ile ilişkisinin de ikisinin de azalması durumunda FMS hastalığından uzaklaştırıldığı görülmüştür. (Bkz. Şekil 6.25.)



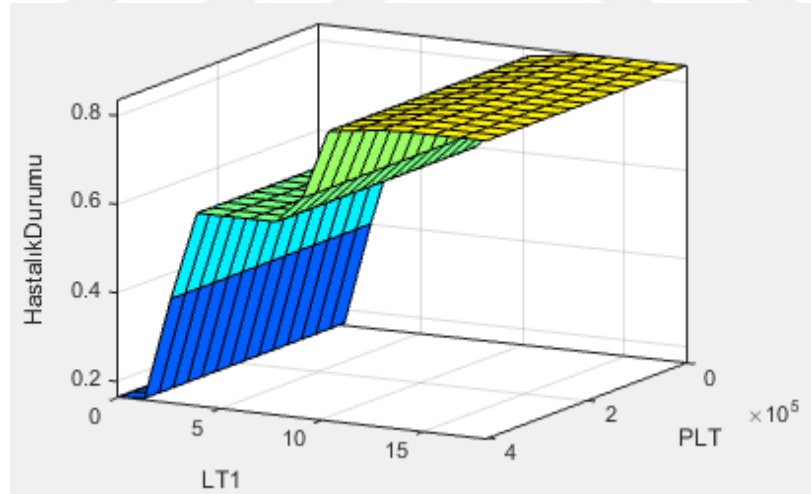
Şekil 6.26. Mamdani çıkarım yöntemi HG-TT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu)

HG değerinin TT1 ile ilişkisinin de ikisinin de azalması durumunda FMS hastalığından uzaklaştırıldığı görülmüştür. (Bkz. Şekil 6.26.)



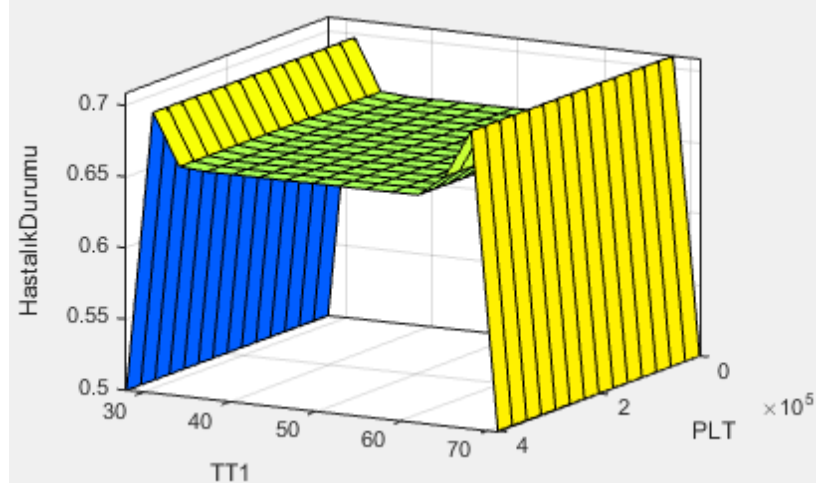
Şekil 6.27. Mamdani çıkarım yöntemi HG-MAX Gen kural yüzeyi (BM araç kutusu).

HG değerinin MAX-Gen ile ilişkisinin de ikisinin de azalması durumunun FMS hastalığından uzaklaştırıldığı görülmüştür. Fakat LT değerinin değişim yüzeyine bakıldığında çok etkileyici olmadığı görülmektedir. Aynı şekilde TT değeri ile kıyaslandığında değişim yüzeyine karşılık daha da az etkili olduğu görülmektedir. (Bkz. Şekil 6.27.)



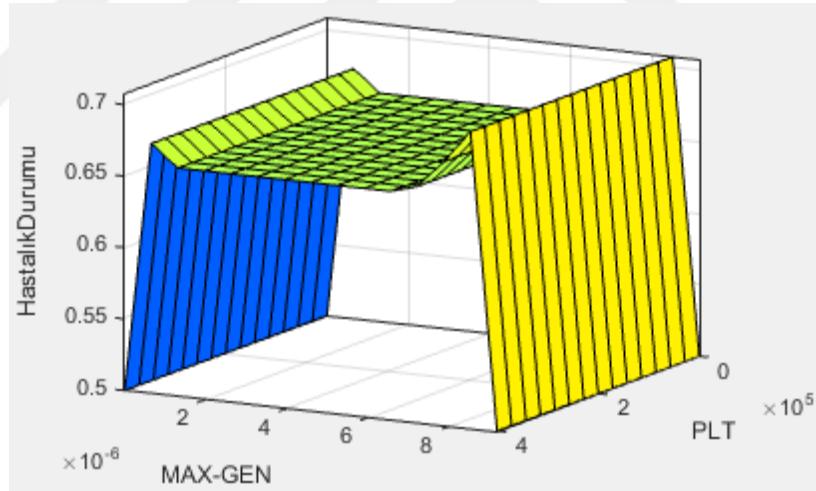
Şekil 6.28. Mamdani çıkarım yöntemi PLT-LT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu).

PLT değerinin LT ile ilişkisinin de ikisinin de artması durumunun FMS hastalığından uzaklaştırıldığı görülmüştür. (Bkz. Şekil 6.28.)



Şekil 6.29. Mamdani çıkarım yöntemi PLT-TT1 kural yüzeyi (BM araç kutusu).

PLT değerinin TT ile ilişkisinin de ikisinin de artması durumunun FMS hastalığından uzaklaştırdığı görülmüştür. Fakat LT değerinin değişim yüzeyine bakıldığında çok etkileyici olmadığı görülmektedir. (Bkz. Şekil 6.29.)



Şekil 6.30. Mamdani çıkarım yöntemi PLT-MAX Gen kural yüzeyi (BM araç kutusu).

CRP değerinin MAX-Gen ile ilişkisinde ikisinin de artması durumunun FMS hastalığından uzaklaştırdığı görülmüştür. Fakat LT değerinin değişim yüzeyine bakıldığında çok etkileyici olmadığı görülmektedir. Aynı şekilde TT değeri ile kıyaslandığında değişim yüzeyine karşılık daha da az etkili olduğu görülmektedir. (Bkz. Şekil 6.30.)

BÖLÜM 8. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında öncelikli olarak FMS hastalığının teşhisine yönelik psikolojik testlerle SSR parametreleri arasındaki ilişki bulanık mantık ile analiz edilerek araştırılmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

Testler fibromiyaljiye benzer bulguları olan hastalıkların teşhisi ve FMS'e eşlik edebilecek bozuklukların tespitine destek olmuştur.

Uzmanlar tarafından hastanın ve genel tarama testlerinden elde edilen bulgularla fibromiyaljiyi taklit edebilen hastalıkları dışlamak için başka özel testler de istenmiştir. Anormal laboratuvar test sonucu olan herhangi bir durumun genelde fibromiyaljiden başka bir sebebe bağlı olabileceği düşünülmektedir. Bu durum deneklerden elde edilen değer aralıklarında ki yakınlık ve uzman görüşleriyle kurulan bulanık mantık örgüsü ile de desteklenmektedir.

Laboratuvar bulguları FMS hastalığının teşhis yöntemlerinden biri olarak görülse de tam olarak hastalığın tespiti karşılamak adına değil diğer hastalıkları elimine etmek adına faydalı olacağı düşünülmektedir. Bu sebeple elde edilen vücudun hastalığa karşı bir tepkisi olan SSR ölçümlerinin kullanılmasının hastalığın teşhisinde uzmanlara daha değerlendirilebilir bir yöntem olduğu görüşü savunulmaktadır.

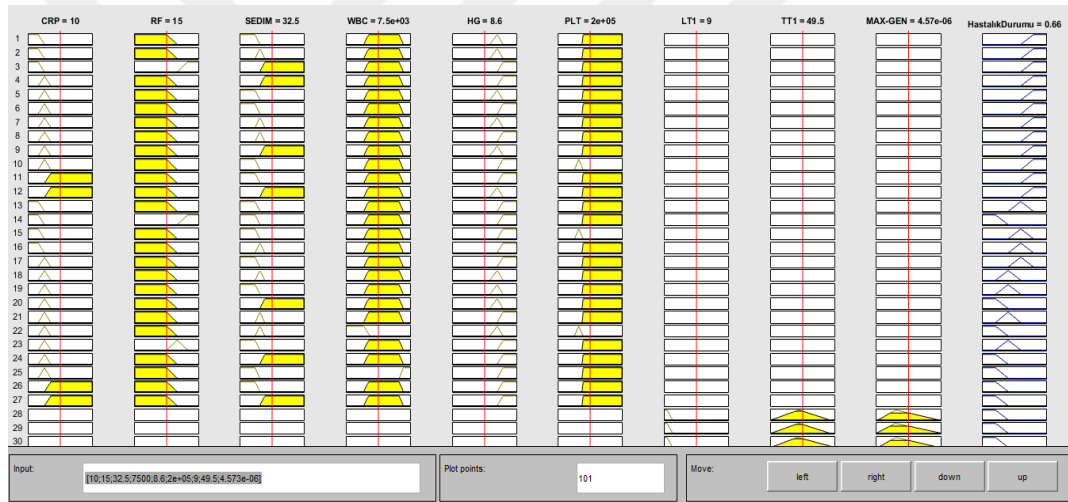
FMS'e ait tüm teşhis yöntemleri SSR parametrelerinin eklenmesi BM uygulamasında da desteklendiği üzere hasta sonuçlarına daha yakın sonuçlar vermesi sebebiyle teşhis doğruluk yüzdesini arttırmıştır.

SSR parametreleri FMS teşhisinde kolaylaştırıcı faktör olarak görülmüş, Max-Genlik, LT ve TT değerleri hastalığın teşhisini güçlendirmiş hasta sonuçları da ele alındığın

da ilişkisi olduğu görülmüştür. Bu parametreler arasında en belirleyici faktörün LT değeri olmuştur.

SSR'nin, FMS'nin teşhisinde kullanılan ve uzmanlar tarafından kabul edilen yöntemler ile birlikte değerlendirilmesi gerektiği böylece daha anlamlı sonuçlar elde edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır. BM bulanık modeli üzerinde bir hasta örneği Şekil 7.1.'de verilmiştir.

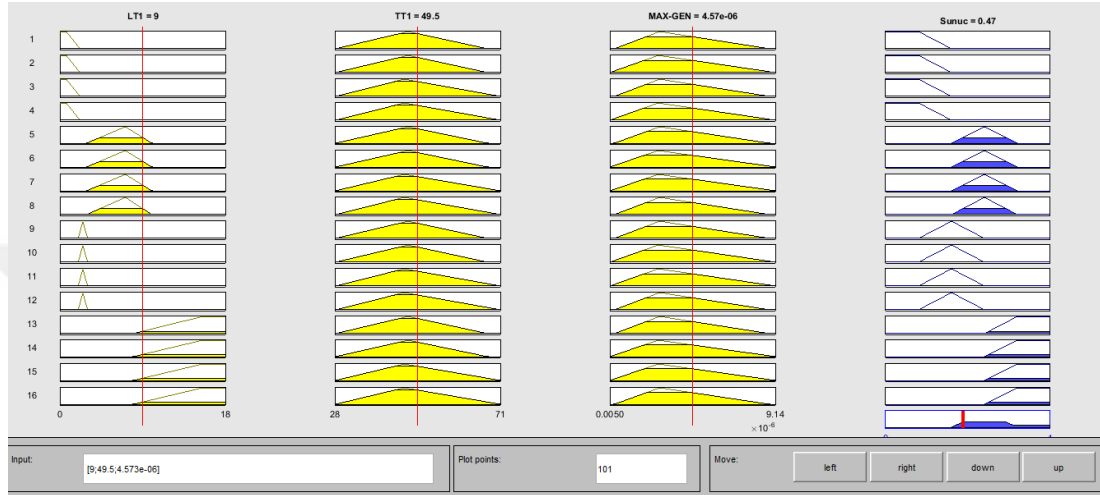
CRP, RF, SEDİM, WBC, HG, PLT, LT1, TT1 ve MAX-GEN değerleri sırasıyla, [10; 15; 32.5; 7500; 8.6;2e+05; 9;49.5; 4.573e-06] olan bir hastanın sonucunun 0.66 çıktığı hastalığa uygun, sağlıklı bir birey olmadığı görülmüştür.



Durum analizi yapıldığında CRP, normal değer aralığında değil, RF normal'in sınır değerinde, SEDİM değeri yüksek, WBC normal aralığında, HG değeri düşük, PLT değeri normal, LT değeri yalnızca sağlıklı bireylerin kümesinde değil hastalık dereci hafif olarak adlandırılan kümeye de dahil olduğu , TT ve MAX-GEN değerlerine ait üyelik derecesi hasta BM kümesine aittir. Bu durum da kişinin sağlıklı olmadığı FMS hastalığına aday olduğu düşünülmektedir.

Yalnızca laboratuvar sonuçları incelendiğinde hastalığın teşhisinde yol gösterici olmasına rağmen tam olarak FMS teşhisinde kullanılamamaktadır. Bir FMS hastasının

Şekil 7.1.'de ki örnek deneğin yalnızca SSR parametreleri değerlendirme sonucunun sağlıklı bireyler kümesinde çıkmadığı görülmüştür. Şekil 7.1.'de ki durumla kıyaslandığında sonuçların paralel çıktığı SSR'ın FMS teşhisinde kullanılması gereken fizyolojik işaret olduğu sonucuna varılmıştır. Bu deneğin sağlıklı olmadığı SSR işaretleri ile desteklenmiştir.



Şekil 7.3. Mamdani çıkarım yöntemi SSR'nin kural yüzeyi

Bu çalışma ile tıp dünyasında teşhis konulmakta kesin olunamayan FMS ile ilgili teşhis yöntemlerine SSR parametreleri etkisi incelenmiş. Bir türlü belirlenemeyen ağrılar, psikolojik etkenler ve uyku problemleri gibi birçok etkene bağlı bu hastalığın varlığın da BM kullanılarak teşhis kolaylaştırılması için yeni bir yöntem önerilmiştir. Bu hastalığın sonuçlarını destekleyen fiziksel işaret SSR'ın hastalığın teşhisinde de göz önünde bulundurulması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Dadabhoy, D., Clauw, D.J., Therapy insight: fibromyalgia-a different type of pain needing a different type of treatment. *Nat Clin Pract Rheumatol* 2006;2:364-72.
- [2] Cetin, N., Factors affecting the quality of life in patients with fibromyalgia. *Turk J Rheumatol* 2009;24:77-81.
- [3] Yunus, M.B., Masi, A.T., Fibromyalgia, Restless Legs Syndrome, Periodic Limb, Movement Disorder and Psychogenic Pain. In: McCarty D.J, Koopman W.J, editors. *Arthritis and Allied Condition*. 12th edition. Philadelphia: Lea and Febiger; 1992. p. 1383-405.
- [4] Boissevan, M.D., Mc Cain, G.A. Toward an integrated understanding of fibromyalgia syndrome, I. Medical and pathophysiological aspects. *Pain*. 1991; 45 (3): 227-38.
- [5] Carette, S., Fibromyalgia 20 years later: What have we really accomplished. *J. Rheumatol*. 1995; 22 (4): 590-2.
- [6] İnanıcı, F., Fibromiyalji Sendromu. Beyazova M, Kutsal YG, editörler. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Güncellenmiş 2. Baskı*. Ankara: Güneş Kitabevleri; 2011. s. 2365-77.
- [7] Kayhan, Ö., Fibromiyalji. Ankara: Medikomat Basın Yayım; 1995.
- [8] Toyokura, M., Takeda, H. Waveform of sympathetic skin response in diabetic patients, *Clinical Neurophysiology*, 112 (7): 1229-1236,2001.
- [9] Evren, B., Evren, C., Yapıcı, A., Güler, M.H. Fibromiyalji hastalarında ağrı şiddeti ile psikiyatrik belirtiler arasındaki ilişki, *Anadolu Psikiyatri Dergisi*, 6 (2): 69-74,2005.
- [10] Atasoy, H.T., Atasoy, N., Ünal, A.E., Sumer, M., Sympathetic skin response in migraineurs and patients with medication overuse headache, *Headache*., 44 (4): 305-310,2004.
- [11] Vertugno, R., Liguori, R., Cortelli, P., Montagna, P., Sympathetic skin response basic mechanisms and clinical applications, *Clinical Autonomic Research*, 13 (4):256-270, August 2003.

- [12] Shahani, B.T., Halperin, J.J., Boulu, P., Cohen, J., Sympathetic skin response - a method of assessing unmyelinated axon dysfunction in peripheral neuropathies, *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 47 (5):536-542,1984.
- [13] Kiylioğlu, N., Akyol, A., Güney, E., Bicerol, B., Özkul, A., Ertürk, A., Sympathetic skin response in idiopathic and diabetic carpal tunnel syndrome, *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 108 (1): 1–7, 2005.
- [14] Özkan, Ö., Yildiz, M., Bilgin, S., Köklükaya, 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, 2010.
- [15] Özkan, Ö. 2012 “Sempatik Deri Cevabı İşaretinin Yapay Sinir Ağları İle Fibromiyalji Sendromunun Teşhisinde Kullanılması”, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Doktora Tezi.
- [16] Çeliker, R., “Kronik Ağrı Sendromları-Derleme”, *Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*, 51 (2): 14- 18, 2005.
- [17] Nazlıkul, H., Fibromyalgia syndrome. *Journal of Complementary Medicine, Regulation and Neural Therapy* 2014;8 (2):1-9.
- [18] Moyano, S., Kilstein, J.G., Alegre de Miguel, C. New diagnostic criteria for fibromyalgia: Here to stay? *Reumatol Clin.* 2015;11 (4):210-4.
- [19] Koca, T.T., Cognitive Dysfunction in Fibromyalgia. *Archives Medical Review Journal* 2015; 24 (1):105-18.
- [20] Bellato, E., Marini, E., Castoldi, F. et al. Fibromyalgia syndrome: etiology, pathogenesis, diagnosis, and treatment. *Pain Res Treat* 2012;2012:426130.
- [21] Wolfe, F., Fibromyalgia wars. *J Rheumatol* 2009;36 (4):671-8.
- [22] Bass, C., Henderson M. Fibromyalgia: an unhelpful diagnosis for patients and doctors. *BMJ* 2014;348:g2168.
- [23] Wolfe, F., Smythe H.A., Yunus, M.B. et al. The American College of Rheumatology 1990 Criteria for the Classification of Fibromyalgia. Report of the Multicenter Criteria Committee. *Arthritis Rheum* 1990;33 (2):160-172.
- [24] Çakır, T., Fibromiyalji Sendromunda Tanı Kriterleri: Türkiye Klinikleri J PM&R-Special Topics 2015;8 (3): 22-7.
- [25] <https://www.doktortakvimi.com/blog/fibromiyalji4.>, Erişim Tarihi: 19.01.2020.

- [26] Wolfe, F., Clauw, D.J., Fitzcharles, M.A., et al. The American College of Rheumatology preliminary diagnostic criteria for fibromyalgia and measurement of symptom severity. *Arthr Care Res (Hoboken)* 2010;62:600-10.
- [27] Özkan, N., Complementary approach in fibromyalgia syndrome. *Journal of Complementary Medicine, Regulation and Neural Therapy* 2017;11 (1): 12-9.
- [28] Wolfe, F., Clauw, D.J., Fitzcharles, M.A. et al. Fibromyalgia criteria and severity scales for clinical and epidemiological studies: a modification of the ACR Preliminary Diagnostic Criteria for Fibromyalgia. *J Rheumatol* 2011;38 (6):1113-22.
- [29] Bennett, R., Friend, R., Marcus, D. et al. Criteria for the Diagnosis of Fibromyalgia: Validation of the Modified 2010 Preliminary ACR Criteria and the Development of Alternative Criteria. *Arthritis Care & Research* 2014 Feb; 10:1002.
- [30] Moldofsky, H., Scarisbrick, 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.
- [31] Goldenberg, D.L., Controversies in fibromyalgia and myofascial pain syndrome in Arnoff, G.M., *Evaluation and Treatment of Chronic Pain*, 2nd edn., Baltimore, MD:Williams Wilkings, 165-175,1992.
- [32] Reeves, K.D., Simon, S.M., Thomsen, K., Dittmer-Morris, J. Fibromyalgia, Myofascial Pain, Chronic Sprain and Strain: Facts, Fiction, and Favorable Future, Presented at the Fibromyalgia/Myofascial Pain Conference by Bethany Medical Cnter, Shawnee Mission North High School Auditorium, Shawnee Mission, November 11, 1995.
- [33] Arnold, L.M., Hudson, J.I., Hess, E.V. et al: Family study of fibromyalgia. *Arthritis Rheum* 2004; 50:944-952.
- [34] McBeth, J., Macfarlane, G.J., Benjamin, S. et al. The association between tender points, psychological distress, and adverse childhood experiences. *Arthritis Rheum* 1999; 42: 1397-1404.
- [35] Clauw, D.J., Fibromyalgia. In: Hochberg M.C., Silman A.J., Smolen J.S. Weinblatt M.E.; eds. *Rheumatology* 4th ed. New York Mosby Pr; 2007:701-711.
- [36] Buskila, D., Sarzi-Puttini P., Biology and therapy of fibromyalgia, genetic aspects of fibromyalgia syndrome. *Arthritis Res Ther* 2006;8:218-21.

- [37] Moldofsky, H., Scarrisbick P., Induction of neuroasthenic mus-culoskeletal pain syndrome by selective sleep stage deprivation. *Psychosom Med* 1976;38 (1):35-44.
- [38] Nihan Cüzdan Coşkun Fibromiyalji Sendromunda Klinik, Tanı, Ayrıca Tanı Türkiye Klinikleri J PM&R-Special Topics 2015;8 (3).
- [39] Moldofsky, H. Sleep and pain. *Sleep Med* 2001;5:387-98.
- [40] Diaz-Piedra, C., Di Stasi, L.L., Baldwin, C.M., Buena-Casal, G., Catena. A., Sleepdisturbances of adult woman suffering from fibromyalgia; A systematic review of observational studies. *Sleep Med Rev* 2015;21:86-99.
- [41] Ulaş, U.H., Unlu, E., Hamamcıoğlu, K., Odabaşı, Z., Cakıcı, A., Vural, O., "Dysautonomia in fibromyalgia syndrome: sympathetic skin responses and RR interval analysis", *Rheumatol Int.*, 26: 383-387, 2006.9.
- [42] Vaeroy, H., Qiao, Z.G., Mørkrid, L., Forre, O., "Altered sympathetic nervous system response in patients with fibromyalgia (fibrositis syndrome)", *J Rheumatol.*, 16 (11): 1460-1465., Nov. 1989.
- [43] Mikkelsen, M., Sourander, A., Piha, J., Salminen J.J., Psychiatric symptoms in preadolescents with musculoskeletal pain and fibromyalgia. *Pediatrics*. 1997; 100 (2): 220-7.
- [44] Kaya, E., Erden, D., Kayar, A.H., Kıralp, M.Z., Fibromiyalji Sendromu Olan Kadın Hastalarda Aleksitimi, Mizaç ve Karakter Özellikleri. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg.* 2010; 56 (3): 105-10.
- [45] Altunören, Ö., Orhan, F.Ö, Nacıtarhan V, Özer, A., Karaaslan, M.F., Altunören, Ö., Fibromiyalji Sendromlu Kadınların Depresyon ve Mizaç Karakter Özellikleri Açısından Değerlendirilmesi. *Nöropsikiyatri Arşivi*. 2011; 48 (1): 31-8.
- [46] Atagün, M.İ., Atagün, Z., Evren, C., Balaban, Ö.D., Yalçınkaya, E.Y., Öneş K., Mental symptoms are related with impact of the disease and impairment in quality of life in female patients with fibromyalgia. *Düşünen Adam: The Journal of Psychiatry and Neurological Sciences*. 2012; 25 (4): 338-44.
- [47] Hauser, W., Galek, A., Erbsloh-Moller, B., Kollner, V., Kuhn-Becker., H., Langhorst, J., et al. Posttraumatic stress disorder in fibromyalgia syndrome: Prevalence, temporal relationship between posttraumatic stress and fibromyalgia symptoms, and impact on clinical outcome. *Pain*. 2013; 154 (8): 1216-23.

- [48] Ries, A.L., Bauldoff, G.S., Carlin, B.W., Casaburi, R., Emery, C.F., Mahler, D.A., Make, B., Rochester, C.L., Zuwallack, R., Herrerias, C., Pulmonary rehabilitation: joint accp/aacvpr evidence based guidelines, *Chest.*, 131 (5):4–42, May 2007.
- [49] Perez-Higueras, A., Alvarez, L., Rossi, R., Quinones, D., Al-Assir, I., Percutaneous vertebroplasty: Long term clinical and radiological outcome, *Interventional Neuroradiology*, 44 (11):950–954, 2002.
- [50] Burckhardt, C.S., Clark, S.R., Bennett, R.M., The fibromyalgia impact questionnaire development and validation, *J. Rheumatol*, 18 (5): 728–733, 1991., [46] BENNETT, R., The fibromyalgia impact questionnaire (fiq): A review of its development current version operating characteristics and uses, *Clin. Exp. Rheumatol*, 23 (5): 154–162, 2005.
- [51] Beck, A.T., Ward, C.H., Mendelson, M., Mock, J., Erbaugh, J., An inventory for measuring depression, *Arch. Gen. Psychiatry*, 4 (6): 561–571, 1961, [49] HİSLİ, N., Beck depresyon envanterinin üniversite öğrencileri için geçerliliği, Güvenilirliği, *Psikoloji Dergisi*, 7 (23): 3–13, 1989.
- [52] Beck, A.T., Epstein, N., Brown, G., An inventory for measuring clinical anxiety: psychometric properties, *J. Consult. Clin. Psychol.*, 56 (6): 893–897, 1988.
- [53] Ulusoy, M., Şahin, N.H., Erkmen, H., Turkish version of the beck anxiety inventory: psychometric properties, *J. Cogn Psychother*, 12 (2): 163–172, 1998.
- [54] Hamilton, M., The assessment of anxiety states by rating, *Br. J. Med. Psychol.*, 32 (1): 50–55, 1959.
- [55] Yazıcı, M.K., Demir, B., Tanrıverdi, N., Karağaoğlu, E., Yolaç, P., Hamilton anksiyete değerlendirme ölçeği, değerlendiriciler arasında güvenilirlik ve geçerlik çalışması, *Türk Psikiyatri Dergisi*, 9 (2): 114–117, 1998.
- [56] Hamilton, M., A rating scale for depression, *J. Neurol Neurosurg. Psychiatry*, 23: 56–62, 1960.
- [57] Olden, M., Rosenfeld, B., Pessin, H., Breitbart, W., Measuring depression at the end of life: Is the hamilton depression rating scale a valid instrument?, *Assessment*, 16 (1): 43–54, 2009.
- [58] Taştekin, N., Birtane, M., Uzunca, K., Which of the three different tender points assessment methods is more useful for predicting the severity of fibromyalgia syndrome?, *Rheumatol Int.*, 27 (5): 447–451, 2007.

- [59] Beyinler, M., Bulanık Mantık Nedir. 2016; Available from: <https://www.muhandisbeyinler.net/bulanik-mantik-nedir/>.Erişim Tarihi: 25.05.2018.
- [60] Saday, F., Sığırlarda Bulanık Mantık Yaklaşımı İle Cinsiyet Belirleme Yöntemi Geliştirilmesi, 2019.
- [61] Zadeh, L.A., From circuit theory to system theory. Proceedings of the IRE, 1962. 50 (5): p. 856-865.
- [62] Ural, Ş., et al., Puslu (Fuzzy) Mantık. Mantık, Matematik ve Felsefe, I. Ulusal Sempozyumu, 2004: p. 26-28.
- [63] Elmas, Ç., Yapay zeka uygulamaları. Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2007: p. 379-401.
- [64] Nguyen, H.T., Walker E.A., "A First Course In Fuzzy Logic", Chapman&Hall/CRC, New York, 1999.
- [65] <http://eros.science.ankara.edu.tr/~ozbek/bulanik.>, Erişim Tarihi: 08.08.2002.
- [66] Kaynak, O. and G. Armağan, Bulanık denetim ve endüstriyel uygulamaları.TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi CAD/CAM ve Robotik Bölümü, 1993.
- [67] Ünsal, S., Alışkan İ., Mamdani ve Takagi-Sugeno Çıkarım Yöntemlerine Sahip Bulanık Mantık Denetleyicilerin Özgün Yazılım ve Araç Kutusu Performans Analizi.
- [68] Jang, J-S.R., Sun C-T., Mizutani E., Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence, New Jersey, USA, Prentice Hall, 1997.

ÖZGEÇMİŞ

Melike GÜLSEVEN, 01.02.1994'de İzmit'de doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Kocaeli'de tamamladı. 2011 yılında burslu okuduğu Özel Karşıyaka Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2016 yılında, 1 yıl yabancı dil hazırlık eğitiminden sonra Sakarya Üniversitesi yarı İngilizce Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü'nü tamamladı. 2017 yılında Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. Bir taraftan 2016 yılında başladığı profesyonel iş hayatına devam ediyor.