

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

**MULTİPLE SKLEROZ HASTALIĞININ VE
ALT GRUPLARININ BELİRLENMESİ İÇİN OPTİMUM
BİR MATEMATİKSEL MODELİN OLUŞTURULMASI**

Yeliz KARACA

**DOKTORA TEZİ
MATEMATİK ANA BİLİM DALI
TEORİK MATEMATİK PROGRAMI**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Ahmet DERNEK
II. DANIŞMAN
Doç. Dr. Onur OSMAN**

İSTANBUL 2012

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MULTİPLE SKLEROZ HASTALIĞININ VE
ALT GRUPLARININ BELİRLENMESİ İÇİN OPTİMUM
BİR MATEMATİKSEL MODELİN OLUŞTURULMASI**

Yeliz KARACA
(141203020070220)

DOKTORA TEZİ
MATEMATİK ANA BİLİM DALI
TEORİK MATEMATİK PROGRAMI

DANIŞMAN
Prof. Dr. Ahmet DERNEK
II. DANIŞMAN
Doç. Dr. Onur OSMAN

İSTANBUL 2012

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Öncelikle, tez konusunun belirlenmesinde ve vakaların sağlanmasında özverili destekleri, her aşamadaki yönlendirme ve katkıları için Sayın Prof. Dr. Rana KARABUDAK hocamıza,

Tez danışmanlarımız ve hocalarımız olan Sayın Prof. Dr. Ahmet DERNEK ve Sayın Doç. Dr. Onur OSMAN hocalarımıza teşekkür ederim. İkinci danışmanımız Sayın Doç. Dr. Onur OSMAN hocamız tezimizin sınırlarını çizmekle kalmamış kendisine ait orijinal fikirleriyle bize destek olmuştur. Kıymetli hocamıza hem hocalığı hem de dostluğu için bir kez daha teşekkür ederim.

Radyoloji kısmındaki bilgi desteği ile Sayın Prof. Dr. Ayşenur CİLA hocamıza, MS hastalarına ait olan MR görüntülerinin meşakkatli okunmasında harcadığı özverili emek ve dostluğu için Sayın Dr. Eray ATLI'ya ve Primer MR görüntüleme merkezi adına Sayın Dr. Mehmet YÖRÜBULUT'a yol göstericiliği ve Multiple Skleroz MR görüntülerinin paylaşımı için teşekkürlerimi borç bilirim.

Disiplinlerin işbirliği için ilk aşamadaki yol göstericiliği ile Sayın Prof. Dr. Aksel SİVA'ya, tez süreci boyunca Sayın Prof. Dr. Mefkûre ERAKSOY'a; zaman ayırıp engin bilgi ve fikirleriyle katkılarından dolayı müteşekkirim. Destekleri için Sayın Prof. Dr. Zafer ASLAN, Sayın Doç. Dr. Oya DAĞLAR MACAR, Sayın Prof. Dr. Mim Kemal ÖKE ve Sayın Doç. Dr. Ünsal TEKİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Gönül bağı kurmuş olduğum özel insanlar olduğuna inandığım; Sayın Prof. Dr. Rana KARABUDAK hocamızın “insan elindeki parmak izinin farklılığı kadar farklılık gösterebilen hastalık” deyişi gibi farklılıklarıyla zenginlik, öte yandan da zorluk oluşturan bu hastalıkta, disiplinlerin işbirliği ile oluşturmuş olduğum model için Multiple Skleroz hastalarına teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Ailemden sonra kazanmış olduğum en büyük değer Sayın Prof. Dr. Necdet TEKİN hocamıza bilgi ve sevgi dolu itici gücü ile yanımızda olup yarattığı güven ortamı için müteşekkirim. Eğitim hayatımda her zaman yol göstericiliği ile yanımda olan Sayın Prof. Dr. Ethem TOLGA'ya teşekkür ederim.

Son olarak, bugüne kadar her zaman içten, karşılıksız ve sınırsız destek ve sevgileri için sevgili aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Nisan, 2012

Yeliz KARACA

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT).....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
YENİLİK BEYANI.....	xi
SEMBOLLER	xii
KISALTMALAR	xiii
ŞEKİLLER	xv
TABLolar	xvii
BÖLÜM I. GİRİŞ ve AMAÇ	1
I.1 MULTİPLE SKLEROZ HASTALIĞININ MATEMATİKSEL MODELİ	1
BÖLÜM II. GENEL BİLGİLER	4
II.1 MULTİPLE SKLEROZ HASTALIĞI GENEL BİLGİLERİ.....	4
II.2 MULTİPLE SKLEROZ HASTALIĞININ KLİNİK SEYİR TİPLERİ ..	4
II.3 MULTİPLE SKLEROZ HASTALIĞINDA TANI.....	5
II.3.1 Nörolojik Muayene	6
II.3.1.1 Genişletilmiş Özürülük Durumu Ölçeği	6
II.3.2 Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG).....	9
II.3.3 Beyin Omurilik Sıvısı (BOS) İncelenmesi	9
II.3.4 Uyarılmış potansiyeller	10
II.4 MULTİPLE SKLEROZ TANISI LABORATUVAR BULGULARI.....	10
II.4.1 Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG).....	11
II.5 MULTİPLE SKLEROZ ve İLİŞKİLİ HASTALARIN TANI ve İZLEMİNDE MANYETİK REZONANS İNCELEME	12

II.6 TEZ ÇALIŞMASINDA KULLANILAN KRİTER ve HASTALIK TÜRLEİ.....	14
BÖLÜM III. İSTATİSTİKSEL TANIMLAR.....	15
III.1 KORELASYON ve REGRESYON ANALİZİ	15
III.1.1 Basit Korelasyon ve Regresyon Analizi.....	17
III.1.2 Regresyon Analizi	18
III.2 ÇOKLU KORELASYON ve REGRESYON ANALİZİ.....	19
BÖLÜM IV. MULTİPLE SKLEROZ HASTALIĞININ DOĞRUSAL MODELLENMESİ.....	21
IV.1 KORELASYON KATSAYISI.....	21
IV.2 MULTİPLE SKLEROZ KORELASYON KATSAYISI	22
IV.2.1 Hasta/Normal Korelasyon Katsayıları.....	23
IV.2.2 RRMS-SPMS/PPMS Korelasyon Katsayıları	25
IV.2.3 RRMS/SPMS Korelasyon Katsayıları.....	27
IV.2.4 PPMS Korelasyon Katsayıları	29
IV.3 KORELASYON KATSAYILARI ANALİZ SONUÇLARI	30
IV.3.1 Hasta/Normal Analiz Sonuçları.....	30
IV.3.2 RRMS-SPMS/PPMS Analiz Sonuçları	31
IV.3.3 RRMS/SPMS Analiz Sonuçları.....	32
IV.3.4 PPMS Analiz Sonuçları	33
IV.4 EN KÜÇÜK KARELER YÖNTEMİ(EKKY)	33
IV.5 EN KÜÇÜK KARELER YÖNTEMİ (EKKY) İLE LEZYON SAYILARI ANALİZ SONUÇLARI.....	34
IV.5. 1 Hasta/Sağlam Bölgesel Lezyon Sayılarının EKKY Analiz Sonuçları .	34
IV.5.2 RRMS-SPMS / PPMS Bölgesel Lezyon Sayılarının EKKY Analiz Sonuçları	35
IV.5.3 RRMS/SPMS Bölgesel Lezyon Sayılarının EKKY Analiz Sonuçları ..	36
IV.5.4 PPMS Bölgesel Lezyon Sayılarının EKKY Analiz Sonuçları	37
IV.6 EN KÜÇÜK KARELER YÖNTEMİ İLE EDSS SKORLARINA GÖRE ANALİZ SONUÇLARI.....	38
IV.6.1 MR1 de En Küçük Kareler Yöntemi ile EDSS Skorlarına Göre Analiz Sonuçları	38

IV.6.2 MR2 de En Küçük Kareler Yöntemi ile EDSS Skorlarına Göre Analiz	
Sonuçları	38
IV.6.3 MR3 de En Küçük Kareler Yöntemi ile EDSS Skorlarına Göre Analiz	
Sonuçları	39
BÖLÜM V. SAKLI MARKOV MODELLERİ	41
V.1 AYRIK (KESİKLİ) MARKOV SÜREÇLERİ	41
V.2 SAKLI MARKOV MODEL (SMM)	45
V.3 SAKLI MARKOV MODELLERİNDE ÜÇ TEMEL PROBLEMİN	
ÇÖZÜMÜ	48
V.3.1. Tanıma Problemi (Değerlendirme)	48
V.3.2. Durum Dizisinin Bulunması	51
V.4 SAKLI MARKOV MODEL SEÇİMİ	53
V.5 SÜREKLİ GÖZLEMLER	54
V.6 DURUM GEÇİŞ OLASILIKLARI	54
V.7 SAKLI MARKOV MODELDE 2 TEMEL PROBLEM	56
BÖLÜM VI. MULTİPLE SKLEROZ HASTALIĞININ TEŞHİSİ ve	
ALT GRUPLARININ SAKLI MARKOV MODEL İLE	
MODELLENMESİ	57
VI.1 GÖZLEM VEKTÖRLERİNE AİT HİSTOGRAMLARIN	
ÇIKARTILMASI	58
VI.1.1 Lezyon Sayılarına Göre Histogramlar	58
VI.1.1.1 MR1 Lezyon Sayıları Histogramı	58
VI.1.1.2 MR2 Lezyon Sayıları Histogramı	60
VI.1.1.3 MR3 Lezyon Sayıları Histogramı	62
VI.2 EDSS SKORLARINA GÖRE HİSTOGRAM	64
VI.3 GELİŞTİRİLEN SAKLI MARKOV MODEL	65
VI.3.1 Durum Geçiş Matrisi	65
VI.3.2 Gözlem Matrisleri	66
VI.3.2.1 Birinci Gözlem Matrisi	66
VI.3.2.2 İkinci Gözlem Matrisi	67
VI.3.2.3 Üçüncü Gözlem Matrisi	67
VI.3.2.4 Dördüncü Gözlem Matrisi	68

VI.3.2.5 Beşinci Gözlem Matrisi	68
VI.3.2.6 Altıncı Gözlem Matrisi	69
VI.3.2.7 Yedinci Gözlem Matrisi	69
VI.3.2.8 Sekizinci Gözlem Matrisi	70
VI.3.3 Sonuçlar	71
VI.3.3.1 İleri-yön Algoritması Hastalık Tahminleri Örnek Sonuçlar	73
VI.3.3.2 Maksimum Hastalık Tahmini Örnek Sonuçlar	102
VI.3.4 Multiple Skleroz Hastalığının Alt Gruplarının Saklı Markov Model Sonuçları	134
BÖLÜM VII. SONUÇ ve ÖNERİ	135
KAYNAKÇA	137
ÖZGEÇMİŞ.....	142

ÖZET

MULTİPLE SKLEROZ HASTALIĞININ VE ALT GRUPLARININ BELİRLENMESİ İÇİN OPTİMUM BİR MATEMATİKSEL MODELİN OLUŞTURULMASI

Matematiksel modelleme ve tıp etkileşimi konularındaki çalışmalar son yıllarda geniş ilgi uyandırmış ve uygulama alanı bulmuştur. Bu uygulama alanlarından bir tanesi de hastaların Manyetik Rezonans Görüntüleme ile hastalığının teşhisi, seyri ve alt gruplarının arasındaki ilişkiyi kuran sistemlerdir. Hastalığa doğru tanı koyabilmek, seyrini ve alt gruplarını doğru şekilde tanıyabilmek için hastalığın klinik ve laboratuvar yöntemleri ile değerlendirilmesi gerekmektedir. “Multiple Skleroz” tanısında önemli bir adım olan “Manyetik Rezonans Görüntüleme”, hastalığın teşhisi, seyri ve alt gruplarının belirlenmesinde önemli bir araçtır.

Bu tez çalışmasında Multiple Skleroz hastalığının tanısı ve alt gruplarını tahmin edebilen iki farklı matematik model oluşturulmuştur. Oluşturulan bu modellerden ilki “Doğrusal Model” olup diğeri ise manyetik rezonans görüntülemelerden elde edilen özelliklere ve klinik bulgulara göre oluşturulmuş olan “Saklı Markov Modeli” dir. Bu iki model farklı özellikler kullanılarak çeşitlendirilmiş ve en yüksek başarıyı sağlayan parametreler belirlenmiştir. Buna göre doğrusal modelde Multiple Skleroz ayırımında lezyon sayıları, minimum, maksimum, ortalama, varyansların özelliklerinin önemli olduğu belirlenmiştir.

Saklı Markov Modelde ise genişletilmiş özrürlük durumu ölçeği ve lezyon sayılarına ait çeşitli gözlem matrisleri kullanılmıştır. En iyi sonuç ise genişletilmiş özrürlük durumu ölçeği ve lezyon sayısı gözlem matrislerinin birleştirilerek elde edilen birleşik gözlem matrisidir. Bu gözlem matrisi ile %86.52’lik bir başarı elde edilmiştir. Bu çalışmada Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Ana Bilim Dalı kontrolündeki 19 birey (MS olmayan) kontrol grubu olarak; ve 120 Multiple Skleroz hastası incelenmiştir. Çalışmada, bu olguların, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı ile Primer Manyetik Rezonans Görüntüleme merkezindeki Manyetik Rezonans Görüntüleri ve Nöroloji Anabilim Dalındaki Genişletilmiş Özrürlük Durumu Ölçeği sonuçları kullanılmıştır.

Nisan, 2012

Yeliz KARACA

ABSTRACT

CONSTITUTING AN OPTIMUM MATHEMATICAL MODEL FOR THE DIAGNOSIS OF MULTIPLE SCLEROSIS

In recent years mathematical modelling have found a wide application field in medical sciences. One of these application fields is the systems that sustain the relationships among diagnosis of diseases via magnetic resonance imaging as well as the course of the diseases and sub-groups. In the diagnosis of Multiple Sclerosis and its course and monitoring its phases, “Magnetic Resonance Imaging” constitutes an essential part.

In this thesis, two different mathematical models (Linear and Hidden Markov Models) that can diagnose the disease and determine the sub-groups are put forward. These two models have been diversified by applying different properties and the parameters that guarantee the highest success rate have been determined. In accordance with this, in the Linear Model, for differing between the sick and the healthy, it is specified that maksimum, minimum, average and variance of the number of lesions are important indicators.

In the Hidden Markov Model various observation matrixes, extracted from Expanded Disability Status Scale and the number of lesions, have been utilized. The best result is the conjoint observation matrix which is obtained through combining Expanded Disability Status Scale and lesion number observation matrix. When observation matrix is applied, the success rate is 86.52%.

In this study, the patients’ Magnetic Resonance images were studied at Radiology Department of Hacettepe University Medical Faculty and the Primer MR Imaging Center. The patients were clinically followed-up at the Department of Neurology Hacettepe University Faculty of Medicine and their Expanded Disability Status Scale are rated accordigly during their follow-up.

April, 2012

Yeliz KARACA

YENİLİK BEYANI

MULTİPLE SKLEROZ HASTALIĞININ VE ALT GRUPLARININ BELİRLENMESİ İÇİN OPTİMUM BİR MATEMATİKSEL MODELİN OLUŞTURULMASI

Bu tez çalışmasında, Multiple Skleroz hastalığının tanısı ve “Tekrarlayan ve Düzelen Multiple Skleroz”, “İkincil İlerleyen Multiple Skleroz”, “Birincil İlerleyen Multiple Skleroz” alt gruplarının belirlenmesine çalışılmıştır. Manyetik Rezonans görüntülerinden beyin; beyin sapı, korpus kallozum-periventriküler, üst servikal bölgeleri için lezyon bilgileri ve ayrıca Manyetik Rezonans görüntü yıllarına ait Genişletilmiş Özürlülük Durumu Ölçeği skorlarından (Expanded Disability Status Scale (EDSS)) yararlanılarak Multiple Skleroz hastalığının tanısı ve “Tekrarlayan ve Düzelen Multiple Skleroz”, “İkincil İlerleyen Multiple Skleroz”, “Birincil İlerleyen Multiple Skleroz” alt grupları belirlenmiştir. Multiple Skleroz hastalarına ait üç farklı yıllardaki Manyetik Rezonans görüntülerindeki belirtilen üç bölge (Beyin Sapı, Korpus kallozum-periventriküler ve Üst Servikal Bölgeleri) için kullanılan lezyon bilgileri ışığında ve belirtilen yıllara ait Genişletilmiş Özürlülük Durumu Ölçeği skorlarının analizleri neticesinde elde edilen sonuçlarla “Tekrarlayan ve Düzelen Multiple Skleroz”, “İkincil İlerleyen Multiple Skleroz” ve “Birincil İlerleyen Multiple Skleroz” alt gruplarının belirlenmesi için daha önce yapılmış bir çalışma olmadığı literatür araştırması sonucunda ortaya çıkmıştır. Bu tez çalışmasında önce korelasyon katsayıları belirlenerek Lineer Modeller oluşturulmuştur. Multiple Skleroz hastalığının özelliklerini ayrıntılı bir şekilde belirledikten sonra, belirlenen özellikler histogramlara aktarılmış ve uygulanacak modellerdeki kısıtlar oluşturulmuştur. Ardından Multiple Skleroz hastalığının “Tekrarlayan ve Düzelen Multiple Skleroz”, “İkincil İlerleyen Multiple Skleroz” ve “Birincil İlerleyen Multiple Skleroz” alt gruplarının belirlenmesi Saklı Markov modelleri ile gerçekleştirilmiştir.

Nisan, 2012

Prof. Dr. Ahmet DERNEK

Yeliz KARACA

Doç. Dr. Onur OSMAN

SEMBOLLER

- A** : Durum geçiş olasılıkları matrisi
B : Gözlem olasılıkları matrisi
k : Seçilen en yakın k komşu
K : Eğitim verisindeki gözlem dizisinin sayısı
M : Ayrık gözlem dizisinin uzunluğu
N : Durum sayısı
O : Gözlem dizisi
O^k : Eğitim setindeki k. gözlem dizisi
O_t : Sistemin t anında ürettiği gözlem
q_t : Sistemin t anında bulunduğu durum
Q : Durum dizisi
r : Korelasyon katsayısı
s : Eğitim verisinde her grup üyesinden olan örnek sayısı
T : Gözlem dizisinin uzunluğu
V : Ayrık gözlem vektörünün alabileceği değerler kümesi
 $\alpha_t(i)$: İleri yön değişkeni
 $\beta_t(i)$: Geri yön değişkeni
 $\gamma_t(i)$: t anında i durumunda olma olasılığı
 λ : Saklı Markov model parametre grubu
 Π : İlk durum (başlangıç) olasılıkları vektörü

KISALTMALAR

BOS	: Beyin Omurilik Sıvısı
EDSS	: Expanded Disability Status Scale (Genişletilmiş Özürlölük Durumu Ölçeği)
EKKY	: En Küçük Kareler Yöntemi
Gd	: Gadolinyum
Gd(+)	: Pozitif Gadolinyum
Hip1-Hip2	: 1.MR daki Hiperintens çizgilenmenin 2. MR' daki Hiperintens çizgilenme farkı
Hip2-Hip3	: 2. MR' daki Hiperintens çizgilenmenin 3. MR' daki Hiperintens çizgilenme farkı
Hipintçiz1 (=Hip)	: 1. MR' daki Hiperintens çizgilenme
HipIntcız1	: 1. MR' daki Hiperintens çizgilenme
Hipintçiz2 (=HipIntcız2)	: 2. MR' daki Hiperintens çizgilenme
Hipintçiz3 (=HipIntcız3)	: 3. MR' daki Hiperintens çizgilenme
Kont.	: Kontrast tutulumu
Kont11-Kont12	: 1. MR 1. bölgedeki kontrast tutulumunun 1. MR 2. bölgedeki kontrast tutulumdan farkı
Lez Sayısı=L	: Lezyon sayısı
maks11	: 1. MR 1. bölgedeki lezyonun maksimum çapı
min11	: 1. MR 1. bölgedeki lezyonun minimum çapı
Maks	: Maksimum
Min	: Minimum
MR	: Manyetik Rezonans
MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
MS	: Multiple Skleroz
ort11	: 1. MR 1. bölgedeki lezyonların ortalama çapı
Ort	: Ortalama
OrtKont	: Kontrast tutulumu toplamının lezyon sayısına oranı
OrtKont11	: 1. MR 1. bölgedeki Kontrast tutulumu toplamının lezyon sayısına oranı

OrtKont11- OrtKont12	: 1. MR 1. bölgedeki kontrast tutulumu toplamının lezyon sayısına oranının 1. MR 2. bölgedeki kontrast tutulumu toplamının lezyon sayısına oranı farkı
PPMS	: Primer Progresif Multiple Skleroz (Birincil İlerleyen MS)
RRMS	: Relapsing-Remitting Multiple Skleroz (Tekrarlayan ve Düzelen MS)
Say11	: 1. MR 1. bölgedeki lezyon sayısı
Say12	: 1. MR 2. bölgedeki lezyon sayısı
Say13	: 1. MR 3. bölgedeki lezyon sayısı
Say21	: 2. MR 1. bölgedeki lezyon sayısı
Say22	: 2. MR 2. bölgedeki lezyon sayısı
Say23	: 2. MR 3. bölgedeki lezyon sayısı
Say31	: 3. MR 1. bölgedeki lezyon sayısı
Say32	: 3. MR 2. bölgedeki lezyon sayısı
Say33	: 3. MR 3. bölgedeki lezyon sayısı
SntYer	: Santral Yerleşim
SntYer1	: 1. MR' daki Santral Yerleşim
SntYer2	: 2. MR' daki Santral Yerleşim
SntYer3	: 3. MR' daki Santral Yerleşim
SEP	: Somatosensory Evoked Potentials (Duyusal Uyarılmış Potansiyeller)
SMM	: Saklı Markov Model
SPMS	: Sekonder Progresif Multiple Skleroz (İkincil İlerleyen MS)
SSS	: Santral Sinir Sistemi
TopKont11	: 1. MR 1. bölgedeki kontrast tutulumu toplamı
var11	: 1. MR 1. bölgedeki lezyonların varyansı
Var	: Varyans
VEP	: Visual Evoked Potentials (Görsel Uyarılmış Potansiyeller)

ŞEKİLLER

	<u>SAYFA NO</u>
Şekil II.1 MR Görüntüleme	10
Şekil II.2 Sağlıklı Bir İnsanda MR Görütüsü	11
Şekil II.3 MS Hastasının Lezyonlu Bölgelerinin MR Görüntüsü	11
Şekil III.1 İki Değişken Arasındaki Pozitif İlişki.....	17
Şekil III.2 İki Değişken Arasındaki Negatif İlişki	18
Şekil III.3 İki Değişken Arasında İlişki Olmama Durumu	18
Şekil IV.1 Korelasyon Katsayısı	21
Şekil IV.1 Normal/Hasta, RRMS, SPMS ve PPMS Korelasyon Katsayısı ile Ayrımı	22
Şekil V.1 Üç durumlu bir Markov model örneği.....	42
Şekil V.2 Sistem Bir Durumda İken Bu Durumun Tetiklediği Gözlemi.....	46
Şekil V.3 SMM, Bir Kafes Biçiminde Çizilebilir.....	47
Şekil V.4 İleri-Yön Değişkeni Gözlem Dizisini İki Parçaya Ayırır	49
Şekil V.5 İleri-Yön ve Geri-Yön Değişkenleri	50
Şekil V.6 Dört Durumlu Soldan-Sağa Saklı Markov Model Topolojisi.....	53
Şekil V.7 Gözlem Üretmeyen Başlangıç ve Son Durumları Eklenen Model	55
Şekil V.8 Farklı yıllardaki MR görüntülerinden oluşturulan gözlem dizisi	57
Şekil VI.1 MR1 Beyin Sapı Bölgesi Lezyon Sayısı Histogramı	59
Şekil VI.2 MR1 Korpus Kallozum-Periventriküler Bölgesi Lezyon Sayısı Histogramı.....	59
Şekil VI.3 MR1 Üst Servikal Bölge Lezyon Sayısı Histogramı	60
Şekil VI.4 MR1 Tüm Bölgelerdeki Lezyon Sayısı Histogramı.....	60
Şekil VI.5 MR2 Üst Servikal Bölge Lezyon Sayısı Histogramı	61
Şekil VI.6 MR2 Korpus Kallozum-Periventriküler Bölgesi Lezyon Sayısı Histogramı	61
Şekil VI.7 MR2 Üst Servikal Bölge Lezyon Sayısı Histogramı	61
Şekil VI.8 MR2 Tüm Bölgelerdeki Lezyon Sayısı Histogramı.....	62
Şekil VI.9 MR3 Üst Servikal Bölge Lezyon Sayısı Histogramı	62

Şekil VI.10 MR3 Korpus Kallozum-Periventriküler Bölgesi Lezyon Sayısı Histogramı.....	63
Şekil VI.11 MR3 Üst Servikal Bölge Lezyon Sayısı Histogramı	63
Şekil VI.12 MR3 Tüm Bölgelerdeki Lezyon Sayısı Histogramı.....	63
Şekil VI.13 MR1 EDSS Skoru Histogramı	64
Şekil VI.14 MR2 EDSS Skoru Histogramı	64
Şekil VI.15 MR3 EDSS Skoru Histogramı	65
Şekil VI.16 Tüm MR ların EDSS Skoru Histogramı	65
Şekil VI.17 MS hastalığı ve alt gruplarının dört durumlu Markov Modeli.....	65
Şekil VI.18 MS hastalığı ve alt gruplarının hastalık tahmini için birinci adım.	71
Şekil VI.19 MS hastalığı ve alt gruplarının hastalık tahmini için ikinci adım ..	72
Şekil VI.20 MS hastalığı ve alt gruplarının hastalık tahmini için üçüncü adım	72
Şekil VI.21 MS hastalığı ve alt gruplarının hastalık tahmini için dördüncü adım	73

TABLolar

SAYFA NO:

Tablo II.1 MS Tanı Kriterleri.....	12
Tablo II.2 Zamanda ve Mekanda Yayılımı Saptamak İçin MRG Kriteri	13
Tablo IV.1 MR1 de Hasta/Normal Lezyon Sayısı Korelasyon Katsayıları	23
Tablo IV.2 MR2 de Hasta/Normal Lezyon Sayısı Korelasyon Katsayıları	23
Tablo IV.3 MR3 de Hasta/Normal Korelasyon Katsayıları.....	23
Tablo IV.4 MR1, MR2, MR3 de EDSS Skorları ve Farklarının Korelasyon Katsayıları	23
Tablo IV.5 MR1, MR2, MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki Lezyon Sayılarının Korelasyon Katsayıları.....	23
Tablo IV.6 MR1, MR2,MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki Lezyon Sayıları Farklarının Korelasyon Katsayıları	24
Tablo IV.7 MR1 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki Lezyon Sayıları Min., Maks., Ort., Var. Korelasyon Katsayıları	24
Tablo IV.8 MR2 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki Lezyon Sayıları Min., Maks., Ort., Var. Korelasyon Katsayıları.....	24
Tablo IV.9 MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki Lezyon Sayıları Min., Maks., Ort., Var. Korelasyon Katsayıları.....	24
Tablo IV.10 MR1 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları	24
Tablo IV.11 MR2 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları	24
Tablo IV.12 MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları	24
Tablo IV.13 MR1, MR2 de 1.,2.,3., Bölgelerindeki Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Farkları Korelasyon Katsayıları.....	24
Tablo IV.14 MR1, MR3 de 1.,2.,3., Bölgelerindeki Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Farkları Korelasyon Katsayıları.....	24
Tablo IV.15 MR2, MR3 de 1.,2.,3., Bölgelerindeki Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Farkları Korelasyon Katsayıları.....	25

Tablo IV.16 MR1, MR2,MR3 de Hiperintens Çizgilenme ve Farkları Korelasyon Katsayıları	25
Tablo IV.17 MR1 de 1., 2., 3.Bölgelerindeki RRMS-SPMS/PPMS Lezyon Sayıları Korelasyon Katsayıları.....	25
Tablo IV.18 MR2 1., 2., 3. Bölgelerindeki RRMS-SPMS/PPMS Lezyon Sayıları Korelasyon Katsayıları.....	25
Tablo IV.19 MR3 1., 2., 3. Bölgelerindeki RRMS-SPMS/PPMS Lezyon Sayıları Korelasyon Katsayıları.....	25
Tablo IV.20 MR1, MR2, MR3 de RRMS-SPMS/PPMS EDSS Skorları ve Farkının Korelasyon Katsayıları	25
Tablo IV.21 MR1, MR2, MR3 de 1., 2., 3. Bölgelerindeki RRMS-SPMS/PPMS Lezyon Sayıları Korelasyon Katsayıları.....	26
Tablo IV.22 MR1,MR2,MR3 de 1., 2., 3.Bölge RRMS-SPMS/PPMS Lezyon Sayıları Farkının Korelasyon Katsayıları	26
Tablo IV.23 MR1 de 1., 2., 3.Bölgelerinde RRMS-SPMS/PPMS Min., Maks., Ort., Var., Lezyon Sayıları Farkının Korelasyon Katsayıları.....	26
Tablo IV.24 MR2, 1., 2., 3.Bölgelerinde RRMS-SPMS/PPMS Min., Maks., Ort., Var., Lezyon Sayıları Farkının Korelasyon Katsayıları.....	26
Tablo IV.25 MR3 de 1., 2., 3.Bölgelerinde RRMS-SPMS/PPMS Min., Maks., Ort., Var., Lezyon Sayıları Farkının Korelasyon Katsayıları.....	26
Tablo IV.26 MR1 de 1., 2., 3.Bölgelerinde RRMS-SPMS/PPMS Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları.....	26
Tablo IV.27 MR2 de 1., 2., 3.Bölgelerinde RRMS-SPMS/PPMS Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları.....	26
Tablo IV.28 MR3 de 1., 2., 3.Bölgelerinde RRMS-SPMS/PPMS, Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları.....	26
Tablo IV.29 MR1, MR2 de 1., 2., 3.Bölgelerinde RRMS-SPMS/PPMS Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları.....	27
Tablo IV.30 MR1, MR3 de 1., 2., 3.Bölge RRMS-SPMS/PPMS, Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları.....	27
Tablo IV.31 MR1, MR3 de 1., 2., 3.Bölge RRMS-SPMS/PPMS, Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları.....	27

Tablo IV.32 MR1,MR2, MR3 de Hiperintens Çizgilenme ve Farklarının Korelasyon Katsayıları	27
Tablo IV.33 MR1 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS’de Lezyon Sayılarının Korelasyon Katsayıları	27
Tablo IV.34 MR2 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS’de Lezyon Sayılarının Korelasyon Katsayıları	27
Tablo IV.35 MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS’de Lezyon Sayılarının Korelasyon Katsayıları	28
Tablo IV.36 MR1, MR2, MR3 de RRMS/SPMS EDSS skorları ve Farklarının Korelasyon Katsayıları	28
Tablo IV.37 MR1,MR2, MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS Lezyon Sayılarının Korelasyon Katsayıları	28
Tablo IV.38 MR1, MR2, MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS Lezyon Sayıları Farklarının Korelasyon Katsayıları.....	28
Tablo IV.39 MR1 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS Min., Maks., Ort., Var. Korelasyon Katsayıları	28
Tablo IV.40 MR2 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS RRMS/SPMS Min., Maks., Ort., Var. Korelasyon Katsayıları	28
Tablo IV.41 MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS RRMS/SPMS Min., Maks., Ort., Var. Korelasyon Katsayıları	28
Tablo IV.42 MR1 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları	28
Tablo IV.43 MR2 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları	29
Tablo IV.44 MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS’de Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları.....	29
Tablo IV.45 MR1, MR2 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Farklarının Korelasyon Katsayıları	29
Tablo IV.46 MR1, MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Farklarının Korelasyon Katsayıları	29
Tablo IV.47 MR2, MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Farklarının Korelasyon Katsayıları	29

Tablo IV.48 MR1, MR2, M3 de RRMS/SPMS Hiperintens Çizgilenme ve Farklarının Korelasyon Katsayıları	29
Tablo IV.49 MR1 de 1.,2.,3. Bölgelerinde PPMS Lezyon Sayılarının Korelasyon Katsayıları	30
Tablo IV.50 MR2 de 1.,2.,3. Bölgelerinde PPMS Lezyon Sayılarının Korelasyon Katsayıları	30
Tablo IV.51 MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerinde PPMS Lezyon Sayılarının Korelasyon Katsayıları	30
Tablo IV.52 MR1, MR2,MR3 de PPMS EDSS Skorları ve Farklarının Korelasyon Katsayıları	30
Tablo.VI.1 Durum Geçiş Matrisi	66
Tablo.VI.2 Birinci Gözlem Matrisi	67
Tablo.VI.2 Devam Birinci Gözlem Matrisi	67
Tablo.VI.3 İkinci Gözlem Matrisi	67
Tablo VI.4 Üçüncü Gözlem Matrisi.....	68
Tablo.VI.5 Dördüncü Gözlem Matrisi	68
Tablo VI.6 Beşinci Gözlem Matrisi	69
Tablo VI.6 Devam Beşinci Gözlem Matrisi	69
Tablo VI.7 Altıncı Gözlem Matrisi	69
Tablo VI.8 Yedinci Gözlem Matrisi	70
Tablo VI.9 Sekizinci Gözlem Matrisi	70

BÖLÜM I. GİRİŞ ve AMAÇ

Hollandalı aziz Lidwina, tekrarlayan ve düzelen MS olan ve 1433 yılında bu nedenle ölen, ilk MS hastası olarak bilinir. Multiple Skleroz patolojisi ile ilgili ilk bilgiler 1838 yılında Carswell tarafından tanımlanmakla birlikte, MS'de patolojik anatomik olarak ana süreçlerin inflamasyon, demiyelinizasyon ve akson kaybı olduğuna Jean- Martin Charcot tarafından 1868 yılında dikkat çekilmiştir. Potansiyel tedavi ve teşhis içeren çok sayıda klinik çalışma, 1980'li ve 1990'lı yıllarda gerçekleşmiştir. 2001 yılında McDonald ve arkadaşları tarafından geliştirilen ve daha sonra 2005 yılında Polman ve arkadaşları tarafından gözden geçirilen MS tanı kriterleri, 2010 yılında uluslararası panel tarafından gözden geçirilmiş olup halen bu MS tanı kriterleri kullanılmaktadır [1]. Bugün için, MS'in tam iyilik sağlayan tedavisi bulunmamakla birlikte son 20 yılda geliştirilen hastalık sürecini kontrol eden tedaviler bu alanda önemli birer köşe taşıdır.

I.1 MULTİPLE SKLEROZ HASTALIĞININ MATEMATİKSEL MODELİ

Son yıllarda matematiksel modellemenin çeşitli alanlardaki etkileşimi ile ilgili çalışmalar geniş ilgi ve uygulama alanları bulmuştur. Bu uygulama alanlarından bir tanesi de tıp olmuştur. Araştırmacılar MS ve matematik arasında etkileşimi daha kolay ve anlaşılır hale getirebilmek için akıllı arabirimler tasarlamaya çalışmaktadır. Bu arabirimler Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), Genişletilmiş Özürlülük Durumu Ölçeği (Expanded Disability Status Scale (EDSS)), Beyin Omurilik Sıvısı (BOS) vs. ile hastalığın tanısı sağlanabilmiştir. Manyetik Rezonans görüntüleri ile lezyon sayıları, büyüklükleri vs. belirlenip, EDSS skoru ölçeği ile hastanın hayat içersindeki hareket alanı kısıtı belirlenebilmektedir. Bu araçlardan elde edilen değişkenler ve matematik modelleme ile hastalığın tanısı ve türleri ile korelasyonu incelenebilmiştir.

Multiple Skleroz hastalığı, lezyon sayımı ile lezyonların zamanla davranışı Saklı Markov modelleri ile açıklanabilmiştir [2]. Diğer bir çalışmada da yapay sinir ağları ve Bayes sınıflandırıcıları karşılaştırılmış, Bayes sınıflandırıcısının genellikle daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Bu yaklaşım için tamamen klinik veri tabanı kullanılmıştır. MR görüntülerine göre lezyon yerleri ve büyüklükleri belirlenerek, 452 hastanın MRG taramaları için otomatik lezyon-algılama algoritması uygulanmıştır. Fiziksel ve bilişsel yeti yetimi lezyonların MRG deki yerlerine bağlı olduğundan, bu çalışma lineer regresyon yöntemi ile analiz edilmiştir. Fiziksel ve bilişsel yeti yitimine neden olan lezyon yerleri arasında açık bir ayrım bulunmuştur [3].

Multiple Skleroz (MS) hastalığının erken tahmini için Bayesian metodu kullanılmıştır. Burada kullanılan Bayesian modeli ile her hasta için hastalığın ilk bir yılında Bayesian Risk Tahmini puanı hesaplanmıştır [4]. Multiple Skleroz (MS) hastalarında, hastalığın doğal seyrini tahmin etmek ve uzun vadeli sonuçlarını anlamak, hastalar ve klinisyenler tarafından büyük önem taşımaktadır. Bu bilgiler tüm hastalık seyrini yansıtan verilerden elde edilmelidir. Bu çalışmada, T-testi ve Ki-kare analizleri karşılaştırılmış. MS hastalığına bağlı nedenlerden ölen hastalar olduğu belirtilmiştir [5].

MS hastalığında ilk defa lezyonların yeri ve belirlenen MS hastaları için MRG verileri ve engellilik türü arasında bir ilişki elde edilmiştir. İstatistiksel yaklaşımlarla Fuzzy metodu karşılaştırılmıştır [6]. Matematiksel bir modelde, MS hastalarının MRG görüntülerinin T2 deki yeni lezyon oluşumunun verileri uygulanarak statik ve dinamik açıdan iki süreç modeli, T2 faaliyetinin zamansal olarak değişimi ile araştırılmıştır [7]. Multiple Skleroz hastalığının uzun vadeli ilerleme belirtileri için, MR görüntüleri kullanılarak T2 de lezyonların davranışının değişimi ile zaman serisi modellemesi elde edilmiştir [8]. Multiple Skleroz hastalarının MR görüntüleri ile oluşturulmuş olan veri setine, Saklı Markov modelin uygulanmıştır ve simülasyon yoluyla modelin performansı değerlendirilmiştir [9]. Relapsing Remitting MS manyetik rezonans görüntüleme yönteminin verileri Poisson zaman serileri ile modellenmiştir [10]. MS klinik çalışmalarda, MRG tabanlı sonuçları değerlendirilmiştir. Çeşitli görüntü analiz araçları kullanılmıştır [11]. Multiple Skleroz (MS) hastalarının MR görüntülerinde, beyinde lezyon hacimlerinin doğru belirlenmesi önemli bir sorundur [12]. MS hastalarının MR görüntülerindeki

lezyonlar kullanılarak istatistiksel analizler yapılmıştır. En iyi istatistiksel dağılımı belirlemek amacı ile, hastalık takip süresi ve değişen etkisi değerlendirilmiştir. RRMS ve SPMS'in MS hastalığındaki Alt grup analizleri elde edilmiştir [13]. RRMS hastalığın ilerlemesi, tedavi etkisini tanımlamak için Saklı (Gizli) Markov modeli tarafından modellenmiştir [14].

Bugüne kadar yapılan araştırmalara bakıldığında [2-14] Multiple Skleroz (MS) ile ilgili çalışmalar olmasına rağmen MS hastalığının beynin MR görüntülerindeki belirtilen üç bölgesi beyin sapı, korpus kallozum-periventriküler ve üst servikal bölgeleri için Saklı Markov Modelleri ile MS ve alt gruplarının tanınması ile ilgili yeterli bir çalışma yoktur.

BÖLÜM II. GENEL BİLGİLER

II.1 MULTİPLE SKLEROZ HASTALIĞI GENEL BİLGİLERİ

MS inflamasyon, demiyelinizasyon ve akson hasarı ile karakterize otoimmün bir Santral Sinir Sistemi (SSS) hastalığıdır. Miyelin kılıfı, oligodendrositler ve daha az oranda akson ve sinir hücrelerinin kendisi hasarlanır. Hastalık sıklıkla genç erişkinlerde ortaya çıkar. Prevalansı coğrafi özelliklere bağlı olarak 100.000’de 2 ile 200 arasında değişmektedir. İlk olarak 1868 yılında Jean-Charcot tarafından bildirilmiştir [15].

MS kronik bir hastalıktır. Bir bölümü ataklarla seyrederken, bir bölümü baştan veya sonradan ilerleyici olarak seyreder [16].

II.2 MULTİPLE SKLEROZ HASTALIĞININ KLİNİK SEYİR TİPLERİ

Klinik seyir beş başlık altında tanımlanmaktadır;

Seyir olarak hastalığın beş tipi vardır:

1- İyi Huylu MS (Benign MS): Bu tipte ciddi sekel bırakmayan hafif seyrek ataklar ile gidiş takip eder. Zamanla biriken bir kötüleşme olmaz ve kalıcı bir hasar bırakmaz. MR da düşük lezyon yükünün saptandığı, retrospektif olarak koyulan bir tanıdır. Bu tipte ilk belirti, genellikle el ve ayaklarda uyuşmalardır. Hastalığın başlangıcından 15 yıl sonra EDSS \leq 3 olan hastalar İyi Huylu MS olarak kabul edilir. MS’li hastaların %10-15’i bu gruba dahildir. Ortalama ilk beş yılı iyi huylu geçiren hastaların gidişlerinde sonraki yıllar için iyi gidiş beklentisi yüksek orandadır [15, 17-21].

2- Tekrarlayan ve Düzelen MS (Relapsing Remitting MS) (RRMS): MS’lilerin yaklaşık %25’i bu gruba girer. Erken dönemde genellikle benign tipe benzer ve ataklardan sonra tam iyileşme olur. Akut atakları izleyen tam yada tama yakın düzelme dönemleri mevcuttur. Yine de tekrarlayan ataklar sonrası bazı sekeller kalabilir. Ataklar; hafta veya aylarca sürebilir. Ataklar arasında hastalıkta ilerleme gözlenmez [15, 17-21].

3- İkincil İlerleyen MS (Sekonder Progresif MS) (SPMS): Başlangıcı “Tekrarlayan ve Düzelen” tip gibidir. Ortalama 5-6 yıllık erken dönem sonrası ikincil ilerleyen dönemdir. Atak ve iyileşmeler ile giden bir dönemin ardından atak

sayısının azaldığı, düzelmenin az olduğu, özür lülüğün giderek arttığı tablolardır [15, 17-21].

4- İlerleyen Yineleyen MS (Progresif Relapsing MS) (PRMS): Başlangıçtan itibaren ataklarla yaşansa da sürekli bir ilerleme mevcuttur [15, 17-21].

5- Birincil İlerleyen MS (Primer Progresif MS) (PPMS): Genellikle iyileşme kaydedilmeden, başlangıçtan itibaren hastalığın yavaş ya da hızlı ilerlemesi ile seyreden bir tablodur [15, 17-21].

II.3 MULTİPLE SKLEROZ HASTALIĞINDA TANI

MS klinik bir tanıdır. Hastalığın kesin tanısı için kullanılacak bir laboratuvar yöntemi yoktur. Tanı olguların klinik özellikleri, hastalığın gidişi ve yardımcı laboratuvar yöntemleri kullanılarak koyulur [15, 18, 20].

Tanı klinik bulgulara dayanmakla birlikte para klinik testler, özellikle de MRG incelemesi tanının konulmasında çok yardımcı olmaktadır. Tanıya ulaşabilmek için nörolog, klinik parametreleri, MRG, beyin omurilik sıvısı (BOS) ve uyarılmış potansiyel incelemeleri gibi değerlendirmelerin sonuçlarını incelemelidir [15, 20].

MS'lilerin üçte biri on yıl sonra da halen fonksiyoneldir ve özür lülük derecesi düşüktür. Hastalığın daha başlangıçta nasıl seyredeceğini bilmek olanaksızdır. Çünkü seyir kişiden kişiye değişmektedir. Ancak bazı hastalık özellikleri bize bir takım ipuçları verebilir. Örneğin; kadın olmak, hastalığın ataklarla seyrediyor olması, birinci ile ikinci atak arasındaki sürenin uzun olması, ilk atakları iyileşerek atlama, hastalık başlangıç yaşının genç olması, ilk atakların dengesizlik, ellerde beceriksizlik, titreme gibi bulgularla başlamaması iyi seyir lehindedir. Kısa sürede yatağa yahut tekerlekli sandalyeye bağımlı kalmak ya da yaşam süresini kısaltmak gibi klinik tablolar çok azdır [15].

MS tanısı için;

- 1- Nörolojik muayene
- 2- Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)
- 3- Beyin omurilik sıvısı incelenmesi (BOS)
- 4- Uyarılmış potansiyeller

MS hastası olup olmadığımız, tek ve basit bir test yaparak anlaşılabilir. MS tanısı koymak zor olabilir ve bu süreç, özellikle birincil ilerleyen MS hastaları için uzun sürebilir. Doktorlar, sizin tıbbi geçmişinizle muayeneleri temel alan ve

genellikle tarama gibi çeşitli testlerle desteklenen “klinik bir tanı” koymak zorundadırlar. En önemli yönde MS’e benzer seyir gösteren, diğer nörolojik hastalıkları ayırt etmektir.

Aşağıda temel testler, bunların yapılma nedenleri ve neyi ortaya çıkarmayı hedefledikleri kısaca açıklanmıştır [15, 18, 20].

II.3.1 Nörolojik Muayene

Bu, hareketlerini, reflekslerini ve görme duyusu gibi duymusal becerilerini ne şekilde etkilendiğini kontrol etmek için yapılan fiziksel bir muayenedir. Nörolog, durumunu MS’e veya başka bir rahatsızlığa özel işaretlere sahip olup olmadığını söyler [15].

II.3.1.1 Genişletilmiş Özürülük Durumu Ölçeği

EDSS kısmen, merkezi sinir sisteminin işlevsel sistem olarak bilinen sekiz bölgenin ölçümlerine dayanır. Ölçek önce yüz ve parmaklardaki geçici hissizlikler ya da görme bozuklukları gibi bu sistemlerdeki bozukluk derecesini ölçer. Sonra da yürüme mesafesini kullanarak hareket açısından özürülülüğü ölçülür [20, 21].

EDSS ile ölçülen işlevsel sistemler :

1. piramidal – istemli hareketler
2. beyin sapı – göz hareketi, duyu, yüz hareketleri, yutma gibi işlevler
3. görme
4. beyin – bellek, konsantrasyon, mizaç
5. beyincik – hareketlerin eşgüdümü ve denge
6. duyu
7. barsak ve mesane
8. Diğer – yorgunluğu içerir.

Bu sistemler her bir bozukluğun düzeyine göre derecelendirilir. Bu dereceler normal durum için sıfırdan, bozukluğun en fazla olduğu durumda beş ya da altıya çıkabilir. Bu işlevsel sistem derecelerine hareket ve günlük yaşam kısıtlılıkları eklenerek, EDSS içindeki 20 adımı tanımlar [20].

Ölçeğin ilk adımlarında, belirti sayısındaki küçük artışlar EDSS adımlarında bir ya da daha fazla artışa neden olabilir. Bu başka bir işlevsel sistemin eklenmesini ya da tek bir işlevsel sistemde daha şiddetli bozukluk/özürülük olduğu anlamına

gelir. Dörtten sonraki adımlar için, yürüme yeteneği EDSS puanının saptanmasında anahtar faktör haline gelir. Ölçeğin bölümünde, kol hareketleri ya da bilişsel işlevler gibi diğer işlevsel sistemlerdeki değişiklikler, hastanın durumuna kesin etkileri bulunmasına rağmen EDSS puanında ek bir değişikliğe yol açmaz [20].

a) EDSS Ölçeği

EDSS ölçeğindeki temel adımlar;

EDSS 0 : Normal nörolojik bulgular

EDSS 1 : Özürlülük yok ve minimal anormal muayene bulgusu

EDSS 2 : Yalnızca bir işlev sisteminde minimal özürlülük

EDSS 3 : Yardımsız yürüyebilir, fakat bir işlev sisteminde orta derecede özürlülük mevcuttur

EDSS 4 : En az 500 metre yardımsız yürüyebilir, fakat bir işlev sisteminde şiddetli derecede özürlülük mevcuttur

EDSS 5 : En az 200 metre yardımsız yürüyebilir, fakat özürlülük işini tam olarak yapmasını engelleyecek kadar şiddetlidir

EDSS 6 : 100 metre yürümek için dinlenme olsun olmasın baston, koltuk değneği ya da diğer yardımlara gereksinim duyar

EDSS 7 : Yardımla 5 metreden fazla yürüyemez, tekerlekli sandalyeyi kullanabilir ve yardımsız gidebilir

EDSS 8 : Tekerlekli sandalyeye bağımlı, gitmek için yardıma gereksinim duyar, kollar işlevseldir

EDSS 9 : Çaresiz ve yatağa bağımlı, kollar işlevsel değil, fakat yiyebilir ve konuşabilir

EDSS 3 : MS nedeniyle ölüm (nadir görülür)

b) Tam EDSS ölçeği

EDSS 0 : Normal nörolojik bulgular (işlevsel sistemlerde tüm dereceler 0)

EDSS 1.0 : Özürlülük yok ve minimal anormal muayene bulgusu

EDSS 1.5 : Özürlülük yok; bir işlevsel sistemden daha fazlasında minimal bulgu

EDSS 2.0 : Bir işlevsel sistemde minimal özürlülük

EDSS 2.5 : İki işlevsel sistemde minimal özürlülük

EDSS 3.0 : Bir işlevsel sistemde orta derecede özürlülük ya da üç yada dört işlevsel sistemde özürlülük, tamamen yardımsız yürüyebiliyor

- EDSS 3.5 : Tamamen yardımsız yürüyebiliyor fakat bir işlevsel sistemde orta derecede özürlülük ve bir ya da iki işlevsel sistemde 2. derece; ya da iki işlevsel sistemde 3. derece; ya da beş işlevsel sistemde 2. derece (diğerleri 0 ya da 1)
- EDSS 4.0 : Tamamen yardımsız yürüyebiliyor; bir işlevsel sistemde 4. derece özürlülük olmasına rağmen, kendine yeterli ve günde 12 saat yatak dışında geçiriyor, (diğerleri 0 ve 1) ya da önceki adımlarda sınırları geçmeyen kombinasyonlar; yardımsız ya da dinlenmeden 500 metre yürüyebiliyor.
- EDSS 4.5 : Tamamen yardımsız yürüyebiliyor; günün büyük bir bölümünde ayakta; tüm gün çalışabiliyor; tüm aktiviteler açısından bazı sınırlamaları olabilir ya da minimal yardım gerekebilir; bir işlevsel sistemde 4. derece özürlülükle karakterize (diğerleri 0 ve 1) ya da önceki adımlarda sınırları geçmeyen kombinasyonlar; yardımsız ya da dinlenmeden 300 metre yürüyebiliyor.
- EDSS 5.0 : Tam gün çalışmasını da içererek tam günlük aktiviteyi engelleyecek derecede özürlülük; yardımsız ya da dinlenmeden 200 metre yürüyebilir; genel işlevsel sistemlerden birinde 5. derece (diğerleri 0 ya da 1) ya da 4. adımı geçecek biçimde daha düşük derecede bir kombinasyon
- EDSS 5.5 : Yardımsız ya da dinlenmeden 100 metre yürüyebilir; tam günlük aktiviteyi engelleyecek derecede özürlülük; genel işlevsel sistemlerden birinde 5. derece (diğerleri 0 ya da 1) ya da 4. adımı geçecek biçimde daha düşük derecede bir kombinasyon
- EDSS 6.0 : Dinlenmeli ya da dinlenmeden aralıklı ya da tek taraflı sürekli yardım ile 100 metre yürüyebilir; genel işlevsel sistemlerde iki işlevsel sistemden fazlasında 3. derecenin üzerinde özürlülük
- EDSS 6.5 : Dinlenmeden 20 metre yürümek için sürekli ve iki taraflı yardım gerekir; genel işlevsel sistemlerde iki işlevsel sistemden fazlasında 3. derecenin üzerinde özürlülük
- EDSS 7.0 : Yardımla bile yaklaşık 5 metre yürüyemez; tekerlekli sandalye ile sınırlıdır; standart tekerlekli sandalyeyi kendi yürütebilir; günde 12 saate yakın tekerlekli sandalyededir; genel işlevsel sistemlerde bir

işlevsel sistemden fazlasında 4. derecenin üzerinde özürlülük;
seyrek olarak yalnızca piramidal sistemde 5. derece

- EDSS 7.5 : Birkaç adım atamaz; tekerlekli sandalye ile sınırlıdır; ulaşım için yardıma gereksinim duyabilir; tekerlekli sandalyeyi götürebilir fakat standart bir tekerlekli sandalyede tam gün kalamaz; motorlu tekerlekli sandalye gerekebilir; genel işlevsel sistemlerde bir işlevsel sistemden fazlasında 4. derecenin üzerinde özürlülük
- EDSS 8.0 : Temel olarak yatağa, bir sandalyeye ya da tekerlekli sandalyeye bağlıdır fakat günün çoğunu yatağın dışında geçirebilir; kişisel bakım işlevlerinin birçoğunu yapabilir; kollarını etkin kullanabilir; genel işlevsel sistemlerde birkaç işlevsel sistemden fazlasında 4. derecenin üzerinde özürlülük
- EDSS 8.5 : Temel olarak günün büyük bir bölümünde yatağa bağlıdır; kişisel bakım işlevlerinin bazılarını yapabilir; kollarını bir miktar etkin kullanabilir; genel işlevsel sistemlerde birkaç işlevsel sistemden fazlasında 4. derecenin üzerinde özürlülük
- EDSS 9.0 : Çaresiz ve yatağa bağımlı; iletişim kurabilir ve yemek yiyebilir; genel işlevsel sistemlerin çoğunda en az 4. derecede özürlülük
- EDSS 9.5 : Tamamen çaresiz ve yatağa bağımlı; etkin biçimde iletişim kuramaz ya da yemek yiyemez/yutamaz; genel işlevsel sistemlerin hemen hepsinde en az 4. derecede özürlülük
- EDSS 10.0 : Solunum paralizisi, bilinmeyen nedenli koma ya da tekrarlayan epileptik nöbetler sonucu MS nedenli ölüm

II.3.2 Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

MR tarayıcısı, beynin ve omuriliğin görüntüsünü oluşturmak üzere güçlü manyetik alanlar kullanır. MR görüntüsü, merkezi sinir sisteminde iltihaplı veya zarar görmüş doku bölgelerini ortaya çıkarabilir [15, 20].

II.3.3 Beyin Omurilik Sıvısı (BOS) İncelenmesi

Beyin Omurilik Sıvısı (BOS) incelemesi artık eskisi kadar yoğun şekilde kullanılmamaktadır. Günümüzde, öykü ve diğer testler yardımıyla MS tanısı doğrulanamadığında beyin omurilik sıvısı (BOS) incelemesi yapılabilir. Bel

kemiğinden su alınması olarak da bilinen bel ponksiyonu, beyinle omuriliği çevreleyen omurilik sıvısından örnek alabilmek amacıyla gerçekleştirilir. MS hastalarından alınan bu sıvılarda, genellikle bağışıklık sisteminin merkezi sinir sistemi lokal immünolojik mekanizmalarla etkilediğinin ipucu olarak kabul edilen antikorlara (diğer bir deyişle oligoklonal bantlar) rastlanır [15, 20-22].

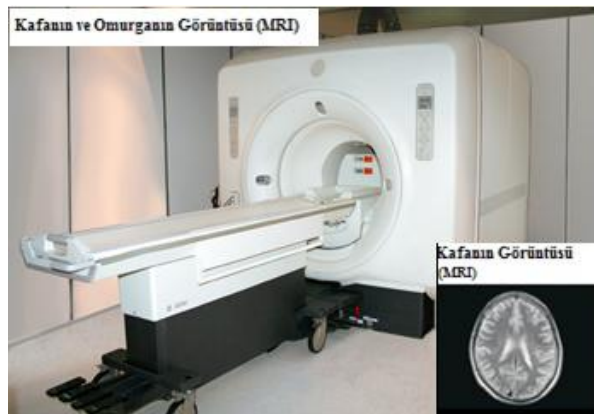
II.3.4 Uyarılmış potansiyeller

Bu testler, elektrik sinyallerinin beyin ile görme, işitme, duyu ile ilgili organlar arasında ne hızda iletildiğini ve bu yollarda bir bozukluk olup olmadığını gösterir [17].

II.4 MULTİPLE SKLEROZ TANISI LABORATUVAR BULGULARI

Öykü ve nörolojik muayene bulguları ile RRMS, SPMS, PPMS tanısı konulsa bile laboratuvar bulguları ile bu tanının desteklenmesi gerekir. Fakat sadece laboratuvar bulgularına dayanarak MS tanısı konulamaz. Hastalık tanısında eskiden beri kullanılan Poser ve arkadaşlarının tanı kriterleri artık terk edilmiş, bunun yerini McDonald ve arkadaşlarının tanı kriterleri almıştır.

Manyetik rezonans görüntüleme incelemesi, uygulamada sağlığa zarar vermemekte, fakat eziyetlidir çünkü muayene olan kişi tamamen hareketsiz şekilde bir tüp içerisinde hareket eden bir masanın üzerinde yatmak zorunda kalmaktadır. MR tüpünün içerisi dar ve gürültülüdür. Kontrast maddesi yardımıyla aktif lezyonlar erken bir inflamasyon evresinde görüntülenebilmektedir [23].

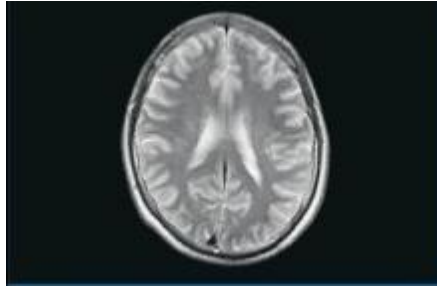


Şekil II.1 MR Görüntüleme

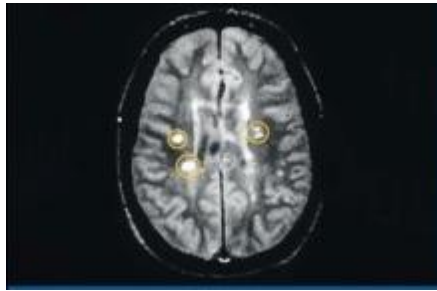
II.4.1 Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

Nörolojik incelemelerin yanı sıra rutin olarak da MR çekimleri yapılmaktadır. MR çekimi sadece tek bir tetkik olmasına, beyinde ve omurilikte (lezyonlar) inflamasyon gösteren bölgeleri görüntüleyebilmesine rağmen sonuçları kesin bir tanıya ulaştırmaz. Özellikle hastalığın erken bir evresinde manyetik tarama tüm lezyonları görüntülemeyebilir. Bunun dışında farklı hastalık tabloları da sinir sisteminde benzer lezyonlara sebebiyet verebilmektedir [15, 20].

MR görüntüleri beyin ve omurilikte MS hastalığının yarattığı lezyonların boyutlarını, miktarını ve dağılımını gösterdiği, ayrıca zaman içerisinde değişimleri belgelendirdiği için çok değerli bir inceleme yöntemidir. Öykü özellikleri, nörolojik inceleme sonuçları ve MR çekimleri MS hastalığı için güvenilir birer göstergedir. Şekil II.1’de bir MR görüntüleme cihazı gösterilmekte Şekil II.2 ve Şekil II.3’de sırası ile sağlıklı bir insana ait ve bir MS hastasına ait MR görüntüleri verilmiştir. Şekil II.3’de lezyon bölgeleri işaretlenmiştir [24].



Şekil II.2 Sağlıklı Bir İnsanda MR Görüntüsü



Şekil II.3 MS Hastasının Lezyonlu Bölgelerinin MR Görüntüsü

II.5 MULTİPLE SKLEROZ ve İLİŞKİLİ HASTALARIN TANI ve İZLEMİNDE MANYETİK REZONANS İNCELEME

MS veya MS ilişkili durumlarda, MR görüntülemenin önemi artmıştır. MR, lezyonları saptamada duyarlı bir incelemedir ama kesin tanı koyulmasında bazı kriterlerin kullanılma gerekliliği ortaya çıkmıştır. “McDonald Kriterleri” nde, MS tanısı koyarken, demiyelinizan lezyonların sinir siteminin farklı yerlerinde, farklı zamanlarda oluştuğunun (“zaman, beyin ve omurilikteki yayılım” diye bilinen özelliklerin) gösterilmesinde, MR’ın değeri vurgulanmaktadır [15, 19, 20].

Tablo II.1 ve Tablo II.2’de sırası ile MS tanı kriterleriyle, zamanda, beyin ve omurilikteki yayılımı saptamak için MRG kriterleri kullanılmaktadır [15, 20].

Tablo II.1 MS Tanı Kriterleri

Klinik (atak)	Muayene Bulgusu	MS tanısı için gerekli ek kanıtlar
≥ 2	≥ 2	Ek kanıtı gerek yok. Tercihen paraklinik kanıtlar
≥ 2	1	MRG’de değişik yerleşimli lezyonlar veya BOS (+) ve MS ile uyumlu MRG lezyonu veya yeni farklı alan ile uyumlu atağı beklemek
1	≥ 2	MGR’de değişik zamanlı lezyonlar veya yeni atağı beklemek
1	1	MRG’de değişik yerleşimli lezyonlar veya ile uyumlu MRG lezyonu ve BOS (+) ile birlikte yeni atağı beklemek
Başlangıçtan İtibaren Progressif seyir	1	BOS(+) ve MRG’de değişik yerleşimli lezyonlar (MRG kanıtı: 9 beyin lezyonu; Veya ≥ 2 spinal kord lezyonu; Veya 4-8 beyin ve 1 spinal kord lezyonu; Veya (+) VEP ve MRG’de 4-8 beyin lezyonu; Veya (+) VEP ve MRG’de 4 beyin +1 spinal lezyon Ve MRG’de değişik zamanlı lezyonların gözlenmesi Veya bir yıl süre ile klinik ilerlemenin sürmesi

Tablo II.2 Zamanda ve Mekanda Yayılımı Saptamak İçin MRG Kriteri

	Mekanda yayılım	Zamanda yayılım
McDonald 2001	<p>Aşağıda tariflenen dört kriterin üçünün pozitif olması:</p> <ul style="list-style-type: none">• 1 gadolinyum pozitif Gd(+) lezyon veya 9 T2 hiperintens lezyon• ≥ 1 juksakortikal lezyon• ≥ 3 periventriküler lezyon• ≥ 1 infratentörial lezyon <p>Not:1 spinal lezyon, beyin lezyonlarından birinin yerine geçer (spinal lezyon: 2 vertebra segment; enine (transvers) kısmi spinal tutulum)</p>	<p>İlk klinik ataktan en az 3 ay sonra yapılan MRG’de atakla ilişkisiz yerleşimli- Gd(+) lezyon; Bu MRG’de Gd(+) lezyon yoksa en az 3 ay sonra yinelenen yeni MRG’de Gd(+) lezyon/yeni T2 lezyon; MRG ilk atağı izleyen 3 ay içerisinde yapılmışsa, ikincisi en az 3 ay sonra yapılmak üzere yukarıdaki MRG kriterlerine uyum</p>
McDonald 2005	<p>Aşağıda tariflenen dört kriterin üçünün pozitif olması</p> <ul style="list-style-type: none">• 1 Gd (+) lezyon ve 9 T2 hiperintens lezyon• ≥ 1 jukstakortikal lezyon• ≥ 3 periventriküler lezyon• ≥ 1 infatentoriyal lezyon <p>ya da spinal kord lezyonu</p> <p>Not: Spinal lezyon infratentöriyal lezyon olarak kabul edilir. Tüm spinal lezyonlar toplam lezyon sayısı içerisinde sayılır</p>	<p>İlk klinik ataktan 3 ay sonra yapılan MRG’de –atakla ilişkisiz yerleşimli-yeni Gd(+) lezyon; Ya da ilk MRG’den bir ay sonra yinelenen MRG’den bir ay sonra yinelenen MRG’de yeni T2 lezyon</p>
Yeni Kriterler	<p>Aşağıda tariflenen alanların ≥ 2’sinde ≥ 1 lezyon: Periventriküler, jukstatortikal, perteriorfossa, spinal kord</p>	<p>İlk MRG’den sonra yapılan (süre kısıtlaması yok) takip MRG’lerinde yeni T2 lezyon saptanması</p>

II.6 TEZ ÇALIŞMASINDA KULLANILAN KRİTER ve HASTALIK TÜRLEİ

Bu tez çalışmasında Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji ve Radyoloji Anabilim Dalları ile Primer Manyetik Rezonans Görüntüleme merkezinde takip edilen, McDonald kriterlerine göre kesin klinik MS hastası olan, 20 ile 55 yaşları arasında, RRMS, SPMS, PPMS olan 120 hasta ve 19 birey (MS olmayan) kontrol grubu olarak herhangi bir yakınması ile ilaç kullanımı öyküsü olmayan ve MR görüntüsünün sonucunda MS hastası olmadığına karar verilmiş 19 sağlıklı birey alındı. MS olgularının özürölülük dereceleri Özürölülük Durum Ölçeği (EDSS) kullanılarak belirlendi. MR görüntüleri 1.5-Tesla (T) gücündeki (Magnetom, Siemens Medical Systems, Erlangen, Almanya, Intera, Achieva, Philips, Hollanda ya da GE Healthcare, Milwaukee, Wisconsin, ABD) MR cihazlarında çekildi. Hacettepe hastanesi dışında elde olunan MR'ler kompakt diskler (CD) aracılığı ile PACS'a (Picture Archiving and Communication System-Görüntü Arşivleme ve İletişim Sistemi) yüklendi. Lezyonlar, T2 ağırlıklı turbo spin eko (TSE) sekansları kullanılarak milimetre (mm) birimi ölçütlerinde sayıldı. Beyin sapı, korpus kallozum-periventriküler bölge, üst servikal bölge olmak üzere üç bölgedeki lezyon bilgileri alındı. Üç bölge için okunan MR bilgileri yıllar içerisinde lezyon değişimleri (sayıca artımları/azalımları, büyüklükleri) karşılaştırıldı, belirlenen yıllar içerisinde klinik olarak MS teşhislerine göre EDSS skorlarının değişimleri karşılaştırıldı. MS hastalarında hastalık süresi izlenirken 1. MR ile 2. MR'lar arasında minimum üç yıl, 2.MR ile 3.MR arasında maksimum 8 yıl bulunmaktadır.

İstatistiksel değerlendirmede; hasta ve kontrol grubu arasında MR bilgileri ve EDSS skoru ile karşılaştırmak için korelasyon katsayıları hesaplandı. Hastalığın tanısı ve alt gruplarının korelasyonlarının analiz sonuçları elde edildi. Matlab'de yazılmış olan algoritma ile *En Küçük Kareler Yöntemi*, değerlendirildi. *Histogramlar* oluşturularak gözlem matrisleri elde edildi böylece *Saklı Markov* süreçleri ile hastalığın alt gruplarının tanısının optimum matematiksel modelleri oluşturuldu.

BÖLÜM III. İSTATİSTİKSEL TANIMLAR

III.1 KORELASYON ve REGRESYON ANALİZİ

İki ya da daha çok değişken arasında ilişki olup olmadığını, ilişki varsa yönünü ve gücünü inceleyen korelasyon analizi ile değişkenlerden birisi belirli bir birim değiştiğinde diğersinin nasıl bir değişim gösterdiğini inceleyen regresyon analizi sağlık bilimlerinde çok kullanılan istatistiksel bir yöntemdir [25, 26].

Korelasyon ve regresyon analizinin sağlık bilimlerinde kullanımına birkaç örnek verelim [25]:

1. Hastaya tanı konurken: hastanın kişisel bilgileri, öyküsü, gösterdiği hastalık belirtileri, fizik muayene ve laboratuvar tetkiklerinden elde edilen bulgular arasındaki ilişkiler incelenerek karar verilir.
2. Hastalığın başlangıcıyla doktora başvurma arasında geçen süre ile iyileşme süresi arasındaki, yine ilacın dozu ile iyileşme süresi arasındaki ilişkilerden yararlanılarak tedaviye başlama, dozunu ayarlama ve tedaviyi bitirmeye karar verilir.
3. Sigara içme ile koroner kalp hastalığına yakalanma arasında nedensel bir ilişki saptanırsa sigara içme koroner kalp hastalığına yakalanma ortadan kaldırılabılır.
4. Değişkenler arasındaki ilişkilerden yararlanılarak geliştirilecek matematiksel modeller yardımıyla tahminler yapılabilir.
 - a. Yaş ile boy arasında bir model geliştirilirse bir çocuğun belirli yaşlarda boyunu kaç cm olacağı,
 - b. Doğum sayısı ile hemoglobin düzeyi arasında bir model geliştirilirse belirli sayıda doğum yapacak bir kadının hemoglobin değerinin ne olacağı,
 - c. Belirli bir hastalıkta kullanılan bir ilacın dozu ile iyileşme süresi arasında bir model geliştirilirse verilen doza göre hastanın ne kadar sürede iyileşebileceği tahmin edilebilir.

Bu tür örnekler olabildiğince çoğaltılabilir.

Korelasyon ve regresyon analizi ile bireylere ait değişkenlerin kendi aralarındaki ilişkileri değil, aynı zamanda bireylere ait değişkenlerde bazı çevresel

değişkenlerin ilişkileri ya da çevresel değişkenlerin kendi aralarındaki ilişkileri incelenebilir. Bununla ilgili birkaç örnek aşağıda verilmiştir [25].

1. Yaş ile boy ve vücut ağırlığı arasında,
2. Günde içilen sigara sayısı ile bir kış döneminde solunum sisteminden yakınma sayısı arasında,
3. Gebelik ya da doğum sayısı ile kandaki hemoglobin miktarı arasında,
4. Günde alınan kalori miktarı ile kilo kazanma arasında,
5. Canlı doğum sırası ile çocuğun zekâ düzeyi arasında,
6. Yaş ile kan basıncı (tansiyon) ölçümü arasında
7. Suya atılan klor miktarıyla sudaki koliform bakterileri sayısı arasında

İlişki aranabilir. Bu örnekler de olabildiğince çoğaltılabilir.

Korelasyon ve regresyon analizinde önemli nokta şudur: Korelasyon ve regresyon analizi değişkenler arasındaki ilişkinin neden-sonuç ilişkisi olup olmadığını göstermez. Gerçekte iki değişken arasında ilişki olmamasına rağmen analiz sonucunda bu iki değişken arasında varmış gibi bir sonuç elde edilebilir. Bunun nedeni bu iki değişkenin de başka bir değişkenden etkilenmeleridir. Bunu bir örnekle açıklamak gerekirse: Kadınlarda kandaki hemoglobin miktarını etkileyebilecek değişkenlerden birisi eğitim düzeyi, bir diğeri doğum sonrası olabilir. Buna karşın bulaşıcı hastalıklar bilgi puanı ile hemoglobin düzeyi arasında bir ilişki olamaması gerekir. Oysa bu konuda bir araştırma yapılırsa bulaşıcı hastalıklar bilgi puanı ile hemoglobin düzeyi arasında pozitif yönde güçlü bir ilişki elde edilebilir. Bu ilişkinin neden-sonuç ilişkisi olup olmadığını inceleyen bir araştırmacı “ Bulaşıcı hastalıklar konusundaki bilgileri arttırılırsa kadınların hemoglobin düzeyleri de artar” gibi yanlış bir karara varacaktır. Bulaşıcı hastalıklar bilgi puanıyla hemoglobin düzeyi arasında elde edilen bu ilişki neden-sonuç ilişkisi değildir. Her ikisi de doğrudan kadınların eğitim düzeyi ile ilgilidir. Kadının eğitim düzeyi yüksek olduğu için bulaşıcı hastalık bilgi puanı yüksektir. Yine kadının eğitim düzeyi yüksek olduğu için hemoglobin değeri yüksektir. Bu nedenle korelasyon ve regresyon analizinde iki değişken arasında ilişki saptanırsa bu ilişkinin neden-sonuç ilişkisi olup olmadığı mutlaka incelenmelidir [25].

İki değişken arasında ilişkinin incelenmesine basit korelasyon analizi, ikiden çok değişken arasında ilişkinin incelenmesine ise çoklu korelasyon-regresyon analizi adı verilir.

Bir değişkeni etkileyen değişkenlere bağımsız değişkenler denir ve “x” ile gösterilir. Bağımsız değişkenlerden etkilenen değişkene ise bağımlı değişken denir ve “y” ile gösterilir [25, 26].

III.1.1 Basit Korelasyon ve Regresyon Analizi

Basit korelasyon analizi ile iki değişken arasındaki ilişkinin yönü ve gücü incelenir.

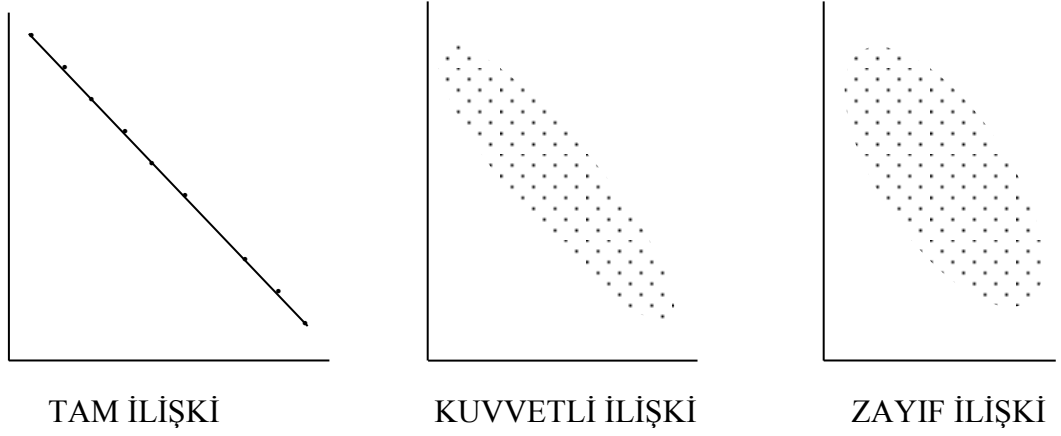
İki değişken arasındaki ilişki üç şekilde ortaya çıkabilir

1. İki değişken arasında pozitif bir ilişki vardır: Bir değişken artarken diğeri de artıyorsa ya da biri azalırken diğeri de azalıyorsa bu iki değişken arasında pozitif bir ilişki vardır. İlişkinin kuvvetine göre pozitif ilişkinin grafik üzerinde görünümü Şekil III.1’de verilmiştir [25].



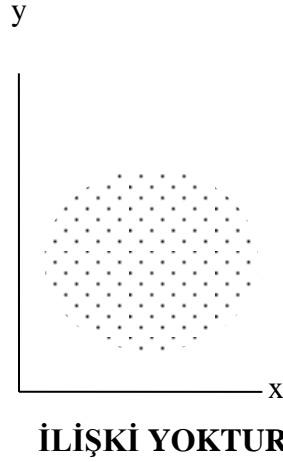
Şekil III.1 İki Değişken Arasındaki Pozitif İlişki

2. İki değişken arasında negatif bir ilişki vardır: Bir değişken artarken diğeri de azalıyorsa ya da biri azalırken diğeri artıyorsa bu iki değişken arasında negatif bir ilişki vardır. İlişkinin kuvvetine göre negatif ilişkinin grafik üzerinde görünümü aşağıda verilmiştir [25].



Şekil III.2 İki Değişken Arasındaki Negatif İlişki

3. İki değişken arasında lineer bir ilişki yoktur: İki değişken arasında kovaryans sıfır olabileceği gibi birbirinden tamamen bağımsız da olabilir. Değişkenlerden biri yüksek değer alırken diğeri yüksek ya da düşük bir değer alabilmektedir. İki değişken arasında ilişki yoksa grafikte noktalar daire, kare ya da dikdörtgene benzer şekilde dağılım gösterirler (Şekil III.3) [25].



İLİŞKİ YOKTUR
Şekil III.3 İki Değişken Arasında İlişki Olmama Durumu

III.1.2 Regresyon Analizi

İki değişken arasında belirgin bir ilişki olduğunda, bu ilişkinin dağılım grafiğindeki noktalar arasından geçen uygun bir doğru ile tanımlanabilir. Bu doğruya regresyon doğrusu denir ve matematiksel olarak bir denklem ile gösterilebilir. Bu $r=(\pm 1)$ denkleme de regresyon denklemi (eşitliği) denir. Regresyon denklemi yardımı ile bağımsız değişkene verilen herhangi bir değere karşı bağımlı değişkenin alacağı değer hesaplanabilir. İki değişken arasında tam bir ilişki varsa dağılımdaki bütün noktalar regresyon doğrusu üzerine düşer. Böyle bir

durumda iki değişken arasındaki gerçek ilişki regresyon denklemi ile ifade edilen ilişki ile uygunluk sağlar. Ancak iki değişken arasındaki ilişki nadiren tam bir ilişkidir. Çoğu kez regresyon doğrusu bütün noktaların üzerinden geçemez ve dağılımı yaklaşık olarak temsil edebilir [25-27, 29].

“x” değerlerine karşı “y” değerleri bir grafik üzerinde noktalandıktan sonra ilişkinin bir doğru ile tanımlanması istenirse doğrunun göz kararı ile çizilmesi isabetli olamaz. Noktaları en iyi temsil eden doğru En Küçük Kareler Yöntemi (EKKY) ile çizilir [25-28].

Regresyon doğrusunun denklemi:

$$y = a + bx \quad (III.1)$$

Denklemdede;

y : Bağımlı değişken

a : Doğrunun y eksenini kestiği nokta

b : Regresyon katsayısı

x : Bağımsız değişken

III.2 ÇOKLU KORELASYON ve REGRESYON ANALİZİ

Bazı durumlarda incelenen bağımlı değişkeni sadece bir değişken etkileyebilir. Bu iki değişken arasında ilişki basit korelasyon ve regresyon analizi ile incelenir. Bazı durumlarda ise incelenen bağımlı değişkeni birden çok sayıda değişken etkileyebilir. Bu değişkenler arasındaki ilişkiler ise çoklu korelasyon ve regresyon analiziyle incelenir [25]. Birkaç rnek verelim:

1. Bir hastalığa yakalanan bir hastanın iyileşme süresini (bağımlı değişken); ilacın dozu, tedavi süresi, hastalığın ağırlık derecesi, hastanın yaşı, hastalığın başlangıcından tedaviye kadar geçen süre gibi birkaç değişken etkileyebilir [25].

2. Doğan bebeğin doğumdaki ağırlığının (bağımlı değişken); gebelik haftası, anne yaşı, annenin gebelik süresince beslenme durumu, gebelik sayısı, canlı doğum sırası, annenin sosyo-ekonomik- kültürel özellikleri gibi birçok değişken etkileyebilir [25].

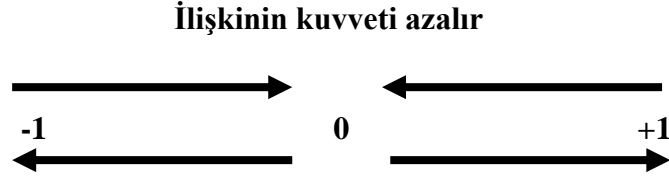
Çoklu korelasyon ve regresyon analizinin hesaplanma işlemleri elde yapılamayacak kadar g ve zaman alıcıdır. Özellikle çok sayıda bağımsız değişken üzerinde çalışıldığında hesaplamaların elle yapılması olanaksızlaşır. Bilgisayarların

geliştiği ve çoğaldığı günümüzde bu hesaplamaların elle yapılmaya çalışılmasının bir yararı yoktur [25].

BÖLÜM IV. MULTİPLE SKLEROZ HASTALIĞININ DOĞRUSAL MODELLENMESİ

IV.1 KORELASYON KATSAYISI

İki değişken arasındaki ilişkinin gücünü gösteren ölçü korelasyon katsayısıdır. “r” sembolü ile gösterilir. Değişkenler arasındaki ilişki pozitif ise işaret artı, negatif ise eksi olur. Korelasyon katsayısı -1 ile +1 arasında herhangi bir değer alabilir ($-1 \leq r \leq 1$). Hiçbir zaman -1’den küçük, +1’den büyük olamaz. Şekil IV.1’de gösterildiği gibi her iki yönde sıfırdan 1’e yaklaştıkça ilişkinin kuvveti artar, 1’den sıfıra doğru yaklaştıkça ilişkinin kuvveti azalır, sıfıra gelince kaybolur [25-27].



Şekil IV.1 Korelasyon Katsayısı

İki değişken arasında pozitif tam bir ilişki varsa korelasyon katsayısı +1, negatif tam bir ilişki varsa -1, ilişki yoksa sıfır olur. Korelasyon katsayısı 0.0-0.20 arasında ise ilişkinin zayıf, 0.20-1.0 arasında ise göz önüne alınan yeterli sayıda veri olduğunda ilişkinin kuvvetli olduğu kabul edilir.

Korelasyon katsayısını hesaplama formülü ve açılım formülleri aşağıda verilmiştir.

$$(Korelasyon Katsayısı) \quad r = \frac{\sum dx dy}{\sqrt{\sum dx^2 \cdot \sum dy^2}}$$

(IV.1)

$$\sum dx dy = \sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n} \quad (IV.2)$$

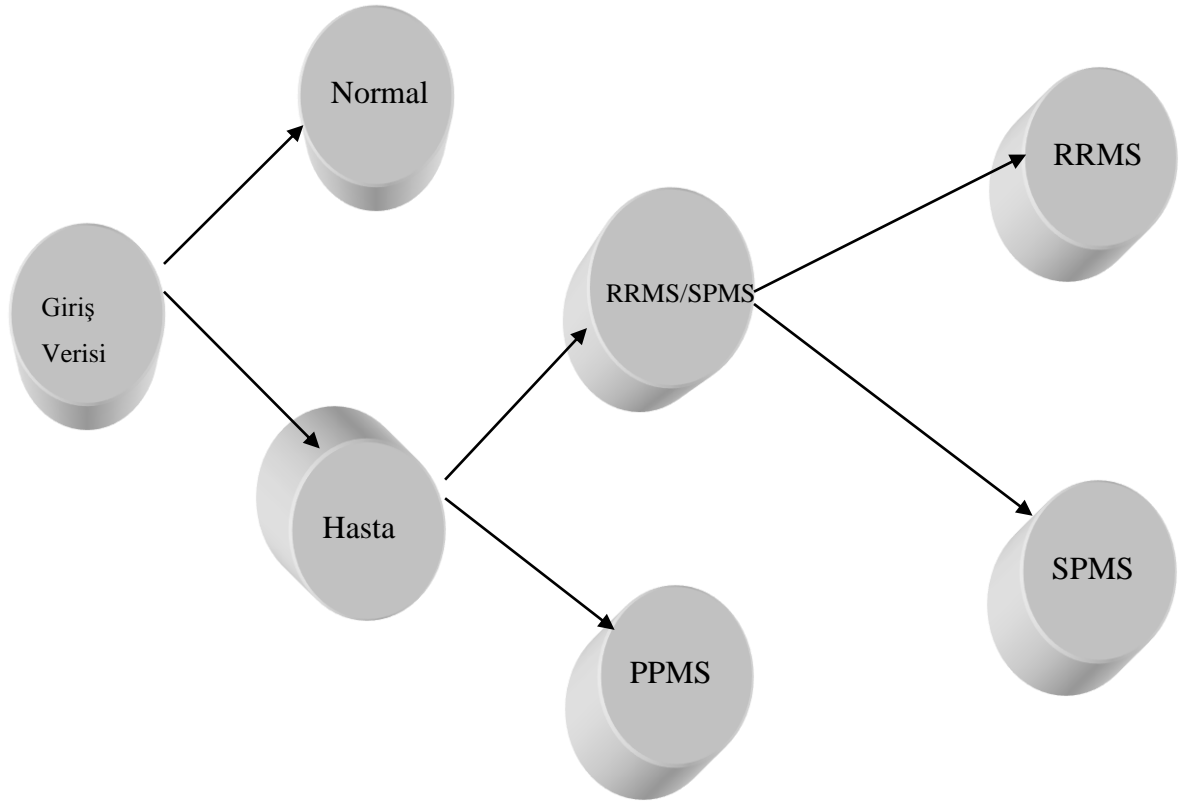
$$\sum dx^2 = \sum x^2 - \left| \frac{\sum x^2}{n} \right| \quad (IV.3)$$

$$\sum dy^2 = \sum y^2 - \left| \frac{\sum y^2}{n} \right| \quad (IV.4)$$

$$r = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sqrt{\left(\sum x^2 - \frac{\sum x^2}{n} \right) \left(\sum y^2 - \frac{\sum y^2}{n} \right)}} \quad (IV.5)$$

IV.2 MULTİPLE SKLEROZ KORELASYON KATSAYISI

Doğrusal model Şekil IV.1’de gösterildiği gibi gerçekleştirilirken öncelikle Normal/Hasta ayrımı yapılacaktır. Sonrasında hastalığın sınıflandırılması için RRMS-SPMS/ PPMS olarak iki ayrı sınıflandırma yapılacaktır. Son olarak RRMS, SPMS ve PPMS olarak üçer ayrı sınıflandırma ile ayrımları modellenecektir.



Şekil: IV.1 Normal/Hasta, RRMS, SPMS ve PPMS Korelasyon Katsayısı ile Ayrımı

Bu modelin kurulabilmesi için gerekli korelasyon katsayıları aşağıdaki tablolarda verilmiş ve gerekli analizler yapılmıştır.

IV.2.1 Hasta/Normal Korelasyon Katsayıları

MR1’de 139 bilgisi bilinen (120) hasta ve (19) normal kişi ($\alpha = 0,01$ güven aralığında [30]), MR2’de 87 bilgisi bilinen (68) hasta ve (19) normal kişi ($\alpha = 0,01$ güven aralığında [30]), MR3’de 57 bilgisi bilinen, (38) hasta ve (19) normal kişi ($\alpha = 0,05$ güven aralığında [30]) bulunan MR görüntülerinin değişkenleri ve EDSS skorlarının korelasyon katsayıları Normal/Hasta ayrımı için aşağıda Tablo IV.1-Tablo IV.16 hesaplanılmıştır.

Tablo IV.1 MR1 de Hasta/Normal Lezyon Sayısı Korelasyon Katsayıları

MR1			
Beyin Sapı Bölgesi Lezyon Sayısı	Korpus kallozum-periventriküler Bölgesi Lezyon Sayısı	Üst Servikal Bölgesi Lezyon Sayısı	Toplam Lezyon
0,36902	0,48029	0,18534	0,488

Tablo IV.2 MR2 de Hasta/Normal Lezyon Sayısı Korelasyon Katsayıları

MR2			
Beyin Sapı Bölgesi Lezyon Sayısı	Korpus kallozum-periventriküler Bölgesi Lezyon Sayısı	Üst Servikal Bölgesi Lezyon Sayısı	Toplam Lezyon
0,588	0,669	0,278	0,683

Tablo IV.3 MR3 de Hasta/Normal Korelasyon Katsayıları

MR3			
Beyin Sapı Bölgesi Lezyon Sayısı	Korpus kallozum-periventriküler Bölgesi Lezyon Sayısı	Üst Servikal Bölgesi Lezyon Sayısı	Toplam Lezyon
0,543	0,726	0,331	0,706

Tablo IV.4 MR1, MR2, MR3 de EDSS Skorları ve Farklarının Korelasyon Katsayıları

EDSS 1	EDSS2	EDSS3	EDSS1 - EDSS2	EDSS1 - EDSS3	EDSS2 - EDSS3
0,583	0,778	0,758	-0,305	-0,317	-0,018

Tablo IV.5 MR1, MR2, MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki Lezyon Sayılarının Korelasyon Katsayıları

Say 11	Say 12	Say 13	Say 21	Say 22	Say 23	Say 31	Say 32	Say 33
0,369	0,480	0,185	0,588	0,669	0,278	0,183	0,228	0,112

Tablo IV.6 MR1, MR2,MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki Lezyon Sayıları Farklarının Korelasyon Katsayıları

Say11-Say21	Say11-Say31	Say21-Say31	Say12-Say22	Say12-Say32	Say22-Say32	Say13-Say23	Say13-Say33	Say23-Say33
-0,226	-0,295	-0,036	0,590	-0,255	-0,805	-0,050	-0,124	-0,246

Tablo IV.7 MR1 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki Lezyon Sayıları Min., Maks., Ort., Var. Korelasyon Katsayıları

min11	maks11	ort11	var11	min12	maks12	ort12	var12	min13	maks13	ort13	var13
0,460	0,446	0,485	0,268	0,578	0,549	0,597	0,343	0,215	0,222	0,222	0,110

Tablo IV.8 MR2 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki Lezyon Sayıları Min., Maks., Ort., Var. Korelasyon Katsayıları

min21	maks21	ort21	var21	min22	maks22	ort22	var22	min23	maks23	ort23	var23
0,725	0,793	0,825	0,462	0,701	0,724	0,767	0,482	0,324	0,315	0,343	0,115

Tablo IV.9 MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki Lezyon Sayıları Min., Maks., Ort., Var. Korelasyon Katsayıları

min31	maks31	ort31	var31	min32	maks32	ort32	var32	min33	maks33	ort33	var33
0,640	0,732	0,757	0,400	0,767	0,703	0,814	0,385	0,379	0,392	0,391	0,251

Tablo IV.10 MR1 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları

TopKnt11	OrtKnt11	TopKnt12	OrtKnt12	TopKnt13	OrtKnt13
0,092	0,071	0,150	0	0,0727	0,071

Tablo IV.11 MR2 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları

TopKnt21	OrtKnt21	TopKnt22	OrtKnt22	TopKnt23	OrtKnt23
0,167	0,159	0,2324	0,245	0,123	0,115

Tablo IV.12 MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları

TopKnt31	OrtKnt31	TopKnt32	OrtKnt32	TopKnt33	OrtKnt33
0,133	0,160	0,336	0,304	0,101	0,101

Tablo IV.13 MR1, MR2 de 1.,2.,3., Bölgelerindeki Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Farkları Korelasyon Katsayıları

Knt11-Knt21	OrtKnt11-OrtKnt21	Knt12-Knt22	OrtKnt12-OrtKnt22	Knt13-Knt23	OrtKnt13-OrtKnt23
-0,096	-0,055	-0,193	-0,227	-0,022	-0,019

Tablo IV.14 MR1, MR3 de 1.,2.,3., Bölgelerindeki Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Farkları Korelasyon Katsayıları

Knt11-Knt31	OrtKnt11-OrtKnt31	Knt12-Knt32	OrtKnt12-OrtKnt32	Knt13-Knt33	OrtKnt13-OrtKnt33
-0,133	-0,160	0,090	-0,242	-0,101	-0,101

Tablo IV.15 MR2, MR3 de 1.,2.,3., Bölgelerindeki Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Farkları Korelasyon Katsayıları

Knt21-Knt31	OrtKnt21-OrtKnt31	Knt22-Knt32	OrtKnt22-OrtKnt32	Knt23-Knt33	OrtKnt23-OrtKnt33
-0,102	-0,121	0,192	0,213	0,115	0,120

Tablo IV.16 MR1, MR2,MR3 de Hiperintens Çizgilenme ve Farkları Korelasyon Katsayıları

HipIntCz1	HipIntCz2	HipIntCz3	Hip1-Hip2	Hip1-Hip3	Hip2-Hip3
0,084	0,172	0,144	-0,06	0,136	0,178

IV.2.2 RRMS-SPMS/PPMS Korelasyon Katsayıları

MR1’de 139 bilgisi bilinen (120) hasta ve (19) normal kişi ($\alpha = 0,01$ güven aralığında [30]), MR2’de 87 bilgisi bilinen (68) hasta ve (19) normal kişi ($\alpha = 0,01$ güven aralığında [30]), MR3’de 57 bilgisi bilinen, (38) hasta ve (19) normal kişi ($\alpha = 0,05$ güven aralığında [30]) bulunan MR görüntülerinin değişkenleri ve EDSS skorlarının korelasyon katsayıları RRMS-SPMS/PPMS ayrımı için aşağıda Tablo IV.17-Tablo IV.32 hesaplanılmıştır.

Tablo IV.17 MR1 de 1., 2., 3.Bölgelerindeki RRMS-SPMS/PPMS Lezyon Sayıları Korelasyon Katsayıları

MR1			
Beyin Sapı Bölgesi Lezyon Sayısı	Korpus kallozum-periventriküler Bölgesi Lezyon Sayısı	Üst Servikal Bölgesi Lezyon Sayısı	Toplam Lezyon
-0,09	-0,188	-0,070	-0,174

Tablo IV.18 MR2 1., 2., 3. Bölgelerindeki RRMS-SPMS/PPMS Lezyon Sayıları Korelasyon Katsayıları

MR2			
Beyin Sapı Bölgesi Lezyon Sayısı	Korpus kallozum-periventriküler Bölgesi Lezyon Sayısı	Üst Servikal Bölgesi Lezyon Sayısı	Toplam Lezyon
0,004	-0,052	0,016	-0,032

Tablo IV.19 MR3 1., 2., 3. Bölgelerindeki RRMS-SPMS/PPMS Lezyon Sayıları Korelasyon Katsayıları

MR3			
Beyin Sapı Bölgesi Lezyon Sayısı	Korpus kallozum-periventriküler Bölgesi Lezyon Sayısı	Üst Servikal Bölgesi Lezyon Sayısı	Toplam Lezyon
-0,095	-0,145	-0,017	-0,136

Tablo IV.20 MR1, MR2, MR3 de RRMS-SPMS/PPMS EDSS Skorları ve Farkının Korelasyon Katsayıları

EDSS 1	EDSS2	EDSS3	EDSS1-EDSS2	EDSS1-EDSS3	EDSS2-EDSS3
-0,058	-0,277	-0,385	0,221	0,335	0,184

Tablo IV.21 MR1, MR2, MR3 de 1., 2., 3. Bölgelerindeki RRMS-SPMS/PPMS Lezyon Sayıları Korelasyon Katsayıları

Say 11	Say 12	Say 13	Say 21	Say 22	Say 23	Say 31	Say 32	Say 33
-0,091	-0,188	-0,070	0,004	-0,052	0,0167	-0,014	-0,006	-0,003

Tablo IV.22 MR1,MR2,MR3 de 1., 2., 3. Bölge RRMS-SPMS/PPMS Lezyon Sayıları Farkının Korelasyon Katsayıları

Say11-Say21	Say11-Say31	Say21-Say31	Say12-Say22	Say12-Say32	Say22-Say32	Say13-Say23	Say13-Say33	Say23-Say33
-0,201	-0,235	0,010	-0,293	-0,199	0,117	-0,096	-0,075	0,021

Tablo IV.23 MR1 de 1., 2., 3. Bölgelerinde RRMS-SPMS/PPMS Min., Maks., Ort., Var., Lezyon Sayıları Farkının Korelasyon Katsayıları

min11	maks11	ort11	var11	min12	maks12	ort12	var12	min13	maks13	ort13	var13
-0,044	-0,136	-0,092	-0,125	0,028	-0,102	0,032	-0,046	-0,109	-0,100	-0,106	-0,063

Tablo IV.24 MR2, 1., 2., 3. Bölgelerinde RRMS-SPMS/PPMS Min., Maks., Ort., Var., Lezyon Sayıları Farkının Korelasyon Katsayıları

min21	maks21	ort21	var21	min22	maks22	ort22	var22	min23	maks23	ort23	var23
-0,085	-0,068	-0,077	-0,038	0,080	-0,130	0,017	-0,157	0,012	0,023	-0,011	0,030

Tablo IV.25 MR3 de 1., 2., 3. Bölgelerinde RRMS-SPMS/PPMS Min., Maks., Ort., Var., Lezyon Sayıları Farkının Korelasyon Katsayıları

min31	maks31	ort31	var31	min32	maks32	ort32	var32	min33	maks33	ort33	var33
-0,113	-0,016	-0,037	0,134	-0,004	-0,130	0,013	-0,041	0,116	0,119	0,107	0,122

Tablo IV.26 MR1 de 1., 2., 3. Bölgelerinde RRMS-SPMS/PPMS Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları

TopKnt11	OrtKnt11	TopKnt12	OrtKnt12	TopKnt13	OrtKnt13
0,057	0,044	-0,099	0	0,045	0,044

Tablo IV.27 MR2 de 1., 2., 3. Bölgelerinde RRMS-SPMS/PPMS Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları

TopKnt21	OrtKnt21	TopKnt22	OrtKnt22	TopKnt23	OrtKnt23
0,108	0,102	-0,200	-0,326	0,079	0,073

Tablo IV.28 MR3 de 1., 2., 3. Bölgelerinde RRMS-SPMS/PPMS, Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları

TopKnt31	OrtKnt31	TopKnt32	OrtKnt32	TopKnt33	OrtKnt33
0,059	0,080	-0,213	-0,317	0,0616	0,0616

Tablo IV.29 MR1, MR2 de 1., 2., 3. Bölgelerinde RRMS-SPMS/PPMS Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları

Knt11-Knt21	OrtKnt11-OrtKnt21	Knt12-Knt22	OrtKnt12-OrtKnt22	Knt13-Knt23	OrtKnt13-OrtKnt23
-0,115	-0,110	0,004	0,139	-0,103	-0,096

Tablo IV.30 MR1, MR3 de 1., 2., 3. Bölge RRMS-SPMS/PPMS, Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları

Knt11-Knt31	OrtKnt11-OrtKnt31	Knt12-Knt32	OrtKnt12-OrtKnt32	Knt13-Knt33
-0,059	-0,080	-0,207	0,330	-0,061

Tablo IV.31 MR1, MR3 de 1., 2., 3. Bölge RRMS-SPMS/PPMS, Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları

OrtKnt13-OrtKnt33	Knt21-Knt31	OrtKnt21-OrtKnt31	Knt22-Knt32	OrtKnt22-OrtKnt32	Knt23-Knt33	OrtKnt23-OrtKnt33
-0,061	-0,040	-0,057	-0,036	-0,064	0,0701	0,073

Tablo IV.32 MR1,MR2, MR3 de Hiperintens Çizgilenme ve Farklarının Korelasyon Katsayıları

HipIntCz1	HipIntCz2	HipIntCz3	Hip1-Hip2	Hip1-Hip3	Hip2-Hip3
0,052	0,111	0,088	0	0,083	0,109

IV.2.3 RRMS/SPMS Korelasyon Katsayıları

MR1’de 139 bilgisi bilinen (120) hasta ve (19) normal kişi ($\alpha = 0,01$ güven aralığında [30]), MR2’de 87 bilgisi bilinen (68) hasta ve (19) normal kişi ($\alpha = 0,01$ güven aralığında [30]), MR3’de 57 bilgisi bilinen, (38) hasta ve (19) normal kişi ($\alpha = 0,05$ güven aralığında [30]) bulunan MR görüntülerinin değişkenleri ve EDSS skorlarının korelasyon katsayıları RRMS-SPMS ayrımı için aşağıda Tablo IV.33-Tablo IV.48 hesaplanılmıştır.

Tablo IV.33 MR1 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS’de Lezyon Sayılarının Korelasyon Katsayıları

MR1			
Beyin Sapı Bölgesi Lezyon Sayısı	Korpus kallozum-periventriküler Bölgesi Lezyon Sayısı	Üst Servikal Bölgesi Lezyon Sayısı	Toplam Lezyon
-0,281	-0,001	-0,167	-0,133

Tablo IV.34 MR2 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS’de Lezyon Sayılarının Korelasyon Katsayıları

MR2			
Beyin Sapı Bölgesi Lezyon Sayısı	Korpus kallozum-periventriküler Bölgesi Lezyon Sayısı	Üst Servikal Bölgesi Lezyon Sayısı	Toplam Lezyon
-0,114	0,011	-0,323	-0,076

Tablo IV.35 MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS'de Lezyon Sayılarının Korelasyon Katsayıları

MR3			
Beyin Sapı Bölgesi Lezyon Sayısı	Korpus kallozum-periventriküler Bölgesi Lezyon Sayısı	Üst Servikal Bölgesi Lezyon Sayısı	Toplam Lezyon
-0,110	-0,046	0,034	-0,070

Tablo IV.36 MR1, MR2, MR3 de RRMS/SPMS EDSS skorları ve Farklarının Korelasyon Katsayıları

EDSS 1	EDSS2	EDSS3	EDSS1-EDSS2	EDSS1-EDSS3	EDSS2-EDSS3
-0,782	-0,512	-0,478	-0,040	0,016	0,087

Tablo IV.37 MR1,MR2, MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS Lezyon Sayılarının Korelasyon Katsayıları

Say 11	Say 12	Say 13	Say 21	Say 22	Say 23	Say 31	Say 32	Say 33
-0,281	-0,001	-0,167	-0,114	0,011	-0,323	0,183	0,298	0,200

Tablo IV.38 MR1, MR2, MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS Lezyon Sayıları Farklarının Korelasyon Katsayıları

Say11-Say21	Say11-Say31	Say21-Say31	Say12-Say22	Say12-Say32	Say22-Say32	Say13-Say23	Say13-Say33	Say23-Say33
0,202	0,082	-0,212	-0,046	-0,200	-0,004	0,066	-0,098	-0,108

Tablo IV.39 MR1 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS Min., Maks., Ort., Var. Korelasyon Katsayıları

min11	maks11	ort11	var11	min12	maks12	ort12	var12	min13	maks13	ort13	var13
-0,244	-0,364	-0,345	-0,280	-0,299	-0,347	-0,408	-0,364	-0,137	-0,202	-0,176	-0,273

Tablo IV.40 MR2 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS RRMS/SPMS Min., Maks., Ort., Var. Korelasyon Katsayıları

min21	maks21	ort21	var21	min22	maks22	ort22	var22	min23	maks23	ort23	var23
-0,015	-0,239	-0,207	-0,155	-0,333	-0,386	-0,419	-0,393	0,030	-0,143	-0,041	-0,272

Tablo IV.41 MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS RRMS/SPMS Min., Maks., Ort., Var. Korelasyon Katsayıları

min31	maks31	ort31	var31	min32	maks32	ort32	var32	min33	maks33	ort33	var33
-0,173	-0,413	-0,246	-0,364	-0,658	-0,532	-0,657	-0,445	0,254	0,263	0,256	0,185

Tablo IV.42 MR1 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları

TopKnt11	OrtKnt11	TopKnt12	OrtKnt12	TopKnt13	OrtKnt13
-0,111	0,050	0,067	0	0,074	0,089115744

Tablo IV.43 MR2 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları

TopKnt21	OrtKnt21	TopKnt22	OrtKnt22	TopKnt23	OrtKnt23
0,191	0,182	-0,021	-0,052	0,139	0,130

Tablo IV.44 MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS’de Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Korelasyon Katsayıları

TopKnt31	OrtKnt31	TopKnt32	OrtKnt32	TopKnt33	OrtKnt33
-0,460	-0,405	-0,299	-0,298	0,079	0,079

Tablo IV.45 MR1, MR2 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Farklarının Korelasyon Katsayıları

Knt11-Knt21	OrtKnt11-OrtKnt21	Knt12-Knt22	OrtKnt12-OrtKnt22	Knt13-Knt23	OrtKnt13-OrtKnt23
-0,149	-0,142	-0,097	-0,081	-0,133	-0,124

Tablo IV.46 MR1, MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Farklarının Korelasyon Katsayıları

Knt11-Knt31	OrtKnt11-OrtKnt31	Knt12-Knt32	OrtKnt12-OrtKnt32	Knt13-Knt33	OrtKnt13-OrtKnt33
0,460	0,405	0,025	0,217	-0,079	-0,079

Tablo IV.47 MR2, MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerindeki RRMS/SPMS Toplam ve Ortalama Kontrast Tutulumu Farklarının Korelasyon Katsayıları

Knt21-Knt31	OrtKnt21-OrtKnt31	Knt22-Knt32	OrtKnt22-OrtKnt32	Knt23-Knt33	OrtKnt23-OrtKnt33
0,476	0,419	0,101	0,130	0,091	0,095

Tablo IV.48 MR1, MR2, M3 de RRMS/SPMS Hiperintens Çizgilenme ve Farklarının Korelasyon Katsayıları

HipIntCz1	HipIntCz2	HipIntCz3	Hip1-Hip2	Hip1-Hip3	Hip2-Hip3
0,087	0,025	0,114	0	0,108	0,142

IV.2.4 PPMS Korelasyon Katsayıları

MR1’de 139 bilgisi bilinen (120) hasta ve (19) normal kişi ($\alpha = 0,01$ güven aralığında [30]), MR2’de 87 bilgisi bilinen (68) hasta ve (19) normal kişi ($\alpha = 0,01$ güven aralığında [30]), MR3’de 57 bilgisi bilinen, (38) hasta ve (19) normal kişi ($\alpha = 0,05$ güven aralığında [30]) bulunan MR görüntülerinin değişkenleri ve EDSS skorlarının korelasyon katsayıları PPMS ayırımı için aşağıda Tablo IV.49-Tablo IV.52 hesaplanılmıştır.

Tablo IV.49 MR1 de 1.,2.,3. Bölgelerinde PPMS Lezyon Sayılarının Korelasyon Katsayıları

MR1			
Beyin Sapı Bölgesi Lezyon Sayısı	Korpus kallozum-periventriküler Bölgesi Lezyon Sayısı	Üst Servikal Bölgesi Lezyon Sayısı	Toplam Lezyon
0,091	0,188	0,070	0,174

Tablo IV.50 MR2 de 1.,2.,3. Bölgelerinde PPMS Lezyon Sayılarının Korelasyon Katsayıları

MR2			
Beyin Sapı Bölgesi Lezyon Sayısı	Korpus kallozum-periventriküler Bölgesi Lezyon Sayısı	Üst Servikal Bölgesi Lezyon Sayısı	Toplam Lezyon
-0,004	0,052	-0,016	0,0326

Tablo IV.51 MR3 de 1.,2.,3. Bölgelerinde PPMS Lezyon Sayılarının Korelasyon Katsayıları

MR3			
Beyin Sapı Bölgesi Lezyon Sayısı	Korpus kallozum-periventriküler Bölgesi Lezyon Sayısı	Üst Servikal Bölgesi Lezyon Sayısı	Toplam Lezyon
0,095	0,145	0,017	0,136

Tablo IV.52 MR1, MR2,MR3 de PPMS EDSS Skorları ve Farklarının Korelasyon Katsayıları

EDSS 1	EDSS2	EDSS3	EDSS1-EDSS2	EDSS1-EDSS3	EDSS2-EDSS3
0,058	0,277	0,385	-0,221	-0,335	-0,184

IV.3 KORELASYON KATSAYILARI ANALİZ SONUÇLARI

IV.3.1 Hasta/Normal Analiz Sonuçları

Korelasyon katsayısını hesaplamak için (Hasta:+1; Normal:-1) olarak alınmıştır. MR1, MR2 ve MR3'ler de Korpus kallozum-periventriküler bölgesi ile bu bölgede bulunan plakların sayıları arasında yüksek bir ilişki görünüyor. MR31(= 0,543), MR32(=0,726), MR33(=0,331), MR11(=0,369), MR12(=0,480), MR13(=0,185) den yani MR3'ün MR1'den daha yüksek bir korelasyona sahiptir. Yani birinci önemli olan bölge; Korpus kallozum-periventriküler bölgesidir. İkinci önemli olan bölge; beyin sapı bölgesidir. Üst Servikal Bölge bunlardan daha az önemlidir. Toplam lezyon sayısı (MR3= 0,708) ve EDSS (MR2=0,778) skoru ile korelasyon çok yüksektir. En yüksek korelasyon katsayılarının sıralaması ile (MR1, MR2 için $\alpha = 0,01$ ve MR3 için $\alpha = 0,05$ güven aralığında [30]);

- 1- EDSS skoru (=0,778)(MR2) ve (0,583 ile 0,778 arasında)
- 2- Korpus kallozum-periventriküler bölgesi lezyon sayısı (MR32=0,726) ve (0,480 ile 0,726 arasında)
- 3- Toplam lezyon sayısı (MR3= 0,706) ve (0,488 ile 0,706 arasında)
- 4- Beyin sapı bölgesi lezyon sayısı(MR31=0,543) ve (0,369 ile 0,588 arasında)
- 5- Üst servikal bölge lezyon sayısı (MR33=0,331) ve (0,185 ile 0,331 arasında)

Hasta olanların lezyon sayılarında ve diğer özelliklerde değişiklik olduğu fakat normal olanlarda bu tür değişikliğe rastlanmadığı için MR sayısı fazla olan hastaların hastalıkla ilgili korelasyonu daha yüksek çıkmıştır. MR1 ve MR2’de lezyon sayılarının min., maks., ort., var. değerleri ile hasta/normal arasındaki korelasyon değerleri incelenince en yüksek korelasyon 2. bölgede daha sonra 1. bölgede en sonda 3. bölgede olduğu gözlemlenmiştir. Bu tablolara göre MR1, MR2 ve MR3’de min., maks., ort.’nın korelasyon değerleri 0.8 civarına kadar yükseldiği 3. bölgede ise; 0.4 kadar yükseldiği görülmektedir. Varyansın korelasyonu ise biraz daha düşük kalmaktadır. Kontrast tutulumu ile ilgili değişkenlerin korelasyon katsayıları genellikle düşük kalmaktadır. Fakat MR32’deki değişkenlere ilişkin korelasyon katsayıları 0.3’ün üzerine çıkmıştır. Burada genel olarak 2. bölgedeki kontrast tutulumunun önemi görülmektedir. Tablo IV.13- IV.15’deki kontrast tutulumu farkları ile ilgili olan değişkenlerin korelasyonu oldukça düşük olduğu görülmektedir. Yalnız 2. bölgeye değişkenlerin korelasyonunun 0.2 mertebesine gelebildiği görülmektedir. Tablo IV.17’de Hiperintens çizgilenme ile ilgili değişkenlerin korelasyon katsayılarının düşük olduğu görülmüştür.

IV.3.2 RRMS-SPMS/PPMS Analiz Sonuçları

Korelasyon katsayısını hesaplamak için (RRMS-SPMS:+1; PPMS:-1) olarak alınmıştır.

En yüksek korelasyon katsayılarının sıralaması ile (MR1, MR2 için $\alpha = 0,01$ ve MR3 için $\alpha = 0,05$ güven aralığında [30]);

- 1- En yüksek korelasyon katsayısı EDSS skoru(= -0,385) gösteriyor.
- 2- Korpus kallozum-periventriküler bölgesi lezyon sayısı (MR12= -0,188)
- 3- Beyin sapı bölgesi lezyon sayısı (%10 nun altında)
- 4- Üst servikal bölgesi lezyon sayısı (etkilemiyor denilebilir.)

EDSS1-EDSS3 ($=0,335$ yani %30 etkili) farklarının artması demek; RRMS-SPMS' in negatif olması demek PPMS'i gösteriyor demektir. EDSS1-EDSS3 >0 demek; EDSS1'in EDSS3'ten yüksek olduğunu gösterir. O zaman da EDSS skorunda azalmayı gösteriyor.

OrtKont22 ($= -0,326$) , OrtKont32 ($= -0,317$) demek; 2. bölgedeki yani Korpus kallozum-periventriküler bölgesindeki ortalama kontrast tutulumu RRMS-SPMS/PPMS ayırımında önemli rol oynar. OrtKont tutulumunun artması RRMS/SPMS olma olasılığını arttırır. 1.MR ve 3.MR'ların 2. bölgesindeki ortalama kontrast tutulum farkı da yüksek korelasyona sahiptir.

IV.3.3 RRMS/SPMS Analiz Sonuçları

Korelasyon katsayısını hesaplamak için (RRMS;+1, SPMS;-1) olarak alınmıştır.

EDSS ($-0,782$) nin artması demek -1 yani SPMS dir. EDSS skorunun artması SPMS olma olasılığını arttırır.

En yüksek korelasyon katsayılarının aşağıdaki gibi sıralanır (MR1, MR2 için $\alpha = 0,01$ ve MR3 için $\alpha = 0,05$ güven aralığında [30]);

- 1- MR2'de Üst servikal bölgesi lezyon sayısı (MR23= $-0,323$)
- 2- MR1'de Beyin sapı bölgesi lezyon sayısı (MR11= $-0,208$)
- 3- MR3'de Beyin sapı bölgesi lezyon sayısı (MR31= $-0,110$)

Sıralamaya göre gitgide azalıyor. SPMS lerde lezyon sayısı daha fazla görünüyor.

1.Bölge; Say11- Say21= $0,20 >0$ RRMS

2.Bölge; Say12- Say32= $-0,20 <0$ SPMS

3.Bölge; Say23- Say33= $-0,10 <0$ SPMS

Min, maks, ort ve var en yüksek korelasyon katsayılarına göre bölge sıralaması ile;

- 1- Korpus kallozum-periventriküler bölge
- 2- Beyin sapı bölgesi
- 3- Üst servikal bölgedir.

Minimum, maksimum, ortalama ve varyans değerlerinin yüksek çıkması SPMS olma olasılığını arttırır. RRMS olanların lezyon çaplarının minimum, maksimum ortalama ve varyansları SPMS olanlarından daha az çıkmaktadır (Tablo IV.39–IV.42). Kontrast tutulumu ile ilgili değişkenlerin korelasyonlarından en yüksekinin 1. bölge ardından 2. bölge ve en düşük olanıda 3. bölge olduğu gözlenmiştir. Aynı

zamanda MR3'ler deki kontrast tutulumuna ilişkin korelasyon katsayılarının önceki MR'lardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum genellikle 3. MR görüntülerinin hastalığı ilerlemiş hastalara uygulanmış olması ile açıklanabilir.

IV.3.4 PPMS Analiz Sonuçları

Tüm değerler EDSS skoru ile karşılaştırılarak PPMS hastalarının EDSS skorları ile diğer değişkenleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. EDSS skorlarına ilişkin korelasyon katsayılarının farklı ilerleyen yıllara göre çekilen MR sayısı ile arttığı görülmektedir. Bununda hastalığın ilerlemesi ile EDSS'nin artması arasında doğrusal bir korelasyon olduğu anlaşılmaktadır. Diğer değişkenlerle olan korelasyon katsayılarının oldukça düşük olduğu gözlenmiştir.

IV.4 EN KÜÇÜK KARELER YÖNTEMİ (EKKY)

En küçük kareler yöntemi, birbirine bağlı olarak değişen iki fiziksel büyüklük arasındaki matematiksel bağlantıyı, mümkün olduğunca gerçeğe uygun bir denklem olarak yazmak için kullanılan, standart bir regresyon yöntemidir. Bir başka deyişle bu yöntem, ölçüm sonucu elde edilmiş veri noktalarına “mümkün olduğu kadar yakın” geçecek bir fonksiyon eğrisi bulmaya yarar. Gauss-Markov Teoremi'ne göre en küçük kareler yöntemi, regresyon için optimal yöntemdir [25, 27].

Basit bir örnek vermek gerekirse, aralarında doğrusal (lineer) bir bağlantı olan, x ve y adında iki fiziksel büyüklük düşünelim [25]. (Mesela, x belli bir ağaç türünün yaşı, y aynı tür ağacın gövde çapı olabilir.) y 'yi x 'in fonksiyonu olarak yazmak istiyoruz. Bu iki büyüklük arasındaki bağlantı doğrusal olduğuna göre denklem (III.1) ile ifade edilebilir.

Bizim aradığımız şey, bu denklemdeki a ve b sayıları için mümkün olan en doğru değerlerdir. Bu değerleri belirlemek için bir dizi ölçüm yaptığımızı düşünelim. (Ağaç örneğine dönersek, ilgilendiğimiz türden pek çok ağacın yaşını ve gövde çapını ölçelim.) Bu ölçümler bize bir dizi (x_i, y_i) çifti verecektir. Bir kartezyen düzlem üzerinde bu çiftlere karşılık gelen noktaları tek tek işaretlersek, kabaca düz bir çizgi üzerinde yayılmış bir “noktalar bulutu” elde ederiz. Noktalar, çeşitli sebeplerden dolayı (ölçüm hataları, istisnai durumlar, modele katılmayan dış etkiler, vs.) kusursuz bir çizgi üzerinde çıkmayacaktır [25].

x ve y arasındaki bağlantıyı tek bir doğrusal denklem olarak ifade etmek istiyorsak, bu noktalara mümkün olduğunca yakın geçecek bir çizgi bulmalıyız. Bir başka deyişle, yukarıdaki denklemde a ve b'yi öyle seçmeliyiz ki, ortaya çıkan çizgi veri noktalarına mümkün olduğunca yakın olsun [25].

En küçük kareler yöntemi, denklemin verdiği (teorik) y değerleri ile ölçümlerin verdiği (gerçek) y değerleri arasındaki farkların karelerinin toplamını küçültme fikrine dayanır. Bu yöntem, denklemdeki a ve b sayılarını, bahsedilen kareler toplamını en küçük yapacak şekilde seçer (ve adını da buradan alır).

Genel olarak n tane değişkenli doğrusal model olarak

$y = a_0 + a_1x_1 + \dots + a_n x_n$ alınır. Elimizdeki veriler için karesel hatayı minimize ederek a_0, a_1, \dots, a_n katsayıları Matlab'de yazılan bir programla belirlenmiştir.

IV.5 EN KÜÇÜK KARELER YÖNTEMİ (EKKY) İLE LEZYON SAYILARI ANALİZ SONUÇLARI

MR1'de 139 bilgisi bilinen (120) hasta ve (19) normal kişi, MR2'de 87 bilgisi bilinen (68) hasta ve (19) normal kişi, MR3'de 57 bilgisi bilinen, (38) hasta ve (19) normal kişi bulunan MR görüntülerinin değişkenleri analizler de kullanılmıştır.

IV.5.1 Hasta/Sağlam Bölgesel Lezyon Sayılarının EKKY Analiz Sonuçları

i. **Sadece MR1 lezyon sayısı :**

Verileri kullanılarak elde edilen 3 öznitelik (Say11 Say12 Say13) bilgisine göre 139 hastadan 138'ini doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %99,3 olarak elde edilmiştir.

ii. **Sadece MR3 lezyon sayısı :**

Verileri kullanılarak elde edilen 3 öznitelik (Say31 Say32 Say33) bilgisine göre 54 hastadan 54'ünü doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %100 olarak elde edilmiştir.

iii. **MR1, MR2, MR3'de lezyon sayısı farklılıkları :**

Verileri kullanılarak elde edilen 6 öznitelik sayısı (Say11-Say31, Say21-Say31, Say12-Say32, Say22-Say32, Say13-Say33, Say23-Say33) bilgisine göre 54 hastadan 40'nı doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %74,07 olarak elde edilmiştir.

- iv. **Tüm MR1 lezyon sayısı bilgilerinin min., maks., ort., var. bilgilerine göre:**
Verileri kullanılarak elde edilen 12 öznitelik sayısı bilgisine göre 139 hastadan 138 doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %99,28 olarak elde edilmiştir.
- v. **Tüm MR2 lezyon sayısı bilgilerinin min., maks., ort., var. bilgilerine göre:**
Verileri kullanılarak elde edilen 12 öznitelik bilgisine göre 69 hastadan 69 doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %100 olarak elde edilmiştir.
- vi. **Tüm MR3 lezyon sayısı bilgilerinin min., maks., ort., var. bilgilerine göre:**
Verileri kullanılarak elde edilen 12 öznitelik bilgisine göre 54 hastadan 54 doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %100 olarak elde edilmiştir.

IV.5.2 RRMS-SPMS / PPMS Bölgesel Lezyon Sayılarının EKKY Analiz

Sonuçları

- i. **Sadece MR1 lezyon sayısı verilerini göre:**
Verileri kullanılarak elde edilen 3 öznitelik sayısı (Say11 Say12 Say13) bilgisine göre 120 hastadan 113'ünü doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %94,17 olarak elde edilmiştir.
- ii. **Sadece MR3 lezyon sayısı verilerini göre:**
Verileri kullanılarak elde edilen 3 öznitelik sayısı (Say31 Say32 Say33) bilgisine göre 38 hastadan 31'ni doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %81,58 olarak elde edilmiştir.
- iii. **Tüm MR'ların lezyon sayısı farklılıklarına göre:**
Verileri kullanılarak elde edilen 6 öznitelik sayısı (Say11-Say31, Say21-Say31, Say12-Say32, Say22-Say32, Say13-Say33, Say23-Say33) bilgisine göre 38 hastadan 21'ni doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %55,26 olarak elde edilmiştir.
- iv. **Tüm MR1 lezyon sayısı bilgilerin min., maks., ort., var. bilgilerine göre:**
Verileri kullanılarak elde edilen 12 öznitelik sayısı (Say11-Say31, Say21-Say31, Say12-Say32, Say22-Say32, Say13-Say33, Say23-Say33) bilgisine göre 120 hastadan 113'ünü doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %94,17 olarak elde edilmiştir.

- v. **Tüm MR2 lezyon sayısı bilgilerinin min., maks., ort., var. bilgilerine göre:**
Verileri kullanılarak elde edilen 12 öznitelik sayısı bilgisine göre 68 hastadan 47'ni doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %69,12 olarak elde edilmiştir.
- vi. **Tüm MR3 lezyon sayısı bilgilerinin min., maks., ort., var. bilgilerine göre:**
Verileri kullanılarak elde edilen 12 öznitelik sayısı bilgisine göre 38 hastadan 32'ni doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %84,21 olarak elde edilmiştir.

IV.5.3 RRMS/SPMS Bölgesel Lezyon Sayılarının EKKY Analiz Sonuçları

139 bilgisi bilinen (120) hasta ve (19) normal kişi bulunmaktadır.

- i. **Sadece MR1 lezyon sayısı verilerini göre:**
Verileri kullanılarak elde edilen 3 öznitelik sayısı (Say11 Say12 Say13) bilgisine göre 120 hastadan 78'ini doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %65 olarak elde edilmiştir.
- ii. **Sadece MR3 lezyon sayısı verilerini göre:**
Verileri kullanılarak elde edilen 3 öznitelik sayısı (Say31 Say32 Say33) bilgisine göre 38 hastadan 28'ini doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %73,68 olarak elde edilmiştir.
- iii. **Tüm MR'ların lezyon sayısı farklılıklarına göre**
Verileri kullanılarak elde edilen 6 öznitelik sayısı (Say11-Say31, Say21-Say31, Say12-Say32, Say22-Say32, Say13, Say33, Say23-Say33) bilgisine göre 38 hastadan 18'ini doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %47,37 olarak elde edilmiştir.
- iv. **Tüm MR1 lezyon sayısı bilgilerinin min., maks., ort., var. bilgilerine göre :**
Verileri kullanılarak elde edilen 12 öznitelik sayısı bilgisine göre 120 hastadan 82'ni doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %68,33 olarak elde edilmiştir.
- v. **Tüm MR2 lezyon sayısı bilgilerinin min., maks., ort., var. bilgilerine göre:**
Verileri kullanılarak elde edilen 12 öznitelik sayısı bilgisine göre 68 hastadan 39'ni doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %57,35 olarak elde edilmiştir.

- vi. Tüm MR3 lezyon sayısı bilgilerin min., maks., ort., var. bilgilerine göre:**
Verileri kullanılarak elde edilen 12 öznitelik sayısı bilgisine göre 38 hastadan 30'nu doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %78,95 olarak elde edilmiştir.

IV.5.4 PPMS Bölgesel Lezyon Sayılarının EKKY Analiz Sonuçları

- i. PPMS Tüm MR lardaki bölgesel lezyon sayıları bilgilerine göre:**
Verileri kullanılarak elde edilen 9 öznitelik sayısı bilgisine göre 120 hastadan 114'nü doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %95 olarak elde edilmiştir.
- ii. Sadece MR1 lezyon sayısı verilerini göre:**
Verileri kullanılarak elde edilen 3 öznitelik sayısı (Say11 Say12 Say13) bilgisine göre 120 hastadan 114'nü doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %95 olarak elde edilmiştir.
- iii. Sadece MR3 lezyon sayısı verilerini göre:**
Verileri kullanılarak elde edilen 3 öznitelik sayısı (Say31 Say32 Say33) bilgisine göre 38 hastadan 31'ni doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %81,58 olarak elde edilmiştir.
- iv. MRlarm lezyon sayısı farklılıklarına göre:**
Verileri kullanılarak elde edilen 6 öznitelik sayısı (Say11-Say31, Say21-Say31, Say12-Say32, Say22-Say32, Say13-Say33, Say23-Say33) bilgisine göre 38 hastadan 21'ni doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %55,26 olarak elde edilmiştir.
- v. Tüm MR1 lezyon sayısı bilgilerin min., maks., ort., var. bilgilerine göre:**
Verileri kullanılarak elde edilen 12 öznitelik sayısı bilgisine göre 120 hastadan 114'nü doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %95 olarak elde edilmiştir.
- vi. Tüm MR2 lezyon sayısı bilgilerin min., maks., ort., var. bilgilerine göre:**
Verileri kullanılarak elde edilen 12 öznitelik sayısı bilgisine göre 68 hastadan 47'ni doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %69,12 olarak elde edilmiştir.
- vii. Tüm MR3 lezyon sayısı bilgilerin min., maks., ort., var. bilgilerine göre:**
Verileri kullanılarak elde edilen 12 öznitelik sayısı bilgisine göre 38 hastadan 32'ni doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %84,21 olarak elde edilmiştir.

IV.6 EN KÜÇÜK KARELER YÖNTEMİ İLE EDSS SKORLARINA GÖRE ANALİZ SONUÇLARI

IV.6.1 MR1 de En Küçük Kareler Yöntemi ile EDSS Skorlarına Göre Analiz Sonuçları

139 bilgisi bilinen (120) hasta ve (19) normal kişi bulunmaktadır.

i. MR1 EDSS Skorları ile Hasta/Normal EKKY Analiz Sonuçları :

Verileri kullanılarak elde edilen 1 öznitelik sayısı (MR1 için EDSS skoru) bilgisine göre 139 hastadan 138'ni doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %99,28 olarak elde edilmiştir.

ii. MR1 EDSS Skorları ile PPMS EKKY Analiz Sonuçları :

Verileri kullanılarak elde edilen 1 öznitelik sayısı (MR1 için EDSS skoru) bilgisine göre 120 hastadan 114'nü doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %95 olarak elde edilmiştir.

iii. MR1 EDSS Skorları ile RRMS-SPMS/PPMS EKKY Analiz Sonuçları :

Verileri kullanılarak elde edilen 1 öznitelik sayısı (MR1 için EDSS skoru) bilgisine göre 120 hastadan 113'nü doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %94,17 olarak elde edilmiştir.

iv. MR1 EDSS Skorları ile RRMS/SPMS EKKY Analiz Sonuçları :

Verileri kullanılarak elde edilen 1 öznitelik sayısı (MR1 için EDSS skoru) bilgisine göre 120 hastadan 38'ni doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %31,67 olarak elde edilmiştir.

IV.6.2 MR2 de En Küçük Kareler Yöntemi ile EDSS Skorlarına Göre Analiz Sonuçları

87 bilgisi bilinen (68) hasta ve (19) normal kişi vardır.

i. MR2 EDSS Skorları ile Hasta/Normal EKKY Analiz Sonuçları:

Verileri kullanılarak elde edilen 1 öznitelik sayısı (MR2 için EDSS skoru) bilgisine göre 87 hastadan 86'nı doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %98,85 olarak elde edilmiştir.

ii. MR2 EDSS Skorları ile PPMS EKKY Analiz Sonuçları:

Verileri kullanılarak elde edilen 1 öznitelik sayısı (MR2 için EDSS skoru) bilgisine göre 68 hastadan 63'nü doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %92,65 olarak elde edilmiştir.

iii. MR2 EDSS Skorları ile RRMS-SPMS/PPMS EKKY Analiz Sonuçları:

Verileri kullanılarak elde edilen 1 öznitelik sayısı (MR2 için EDSS skoru) bilgisine göre 68 hastadan 62'ni doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %91,18 olarak elde edilmiştir.

iv. MR2 EDSS Skorları ile RRMS/SPMS EKKY Analiz Sonuçları :

Verileri kullanılarak elde edilen 1 öznitelik sayısı (MR2 için EDSS skoru) bilgisine göre 68 hastadan 44'nü doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %64,71 olarak elde edilmiştir.

IV.6.3 MR3 de En Küçük Kareler Yöntemi ile EDSS Skorlarına Göre Analiz Sonuçları

57 bilgisi bilinen, (38) hasta ve (19) normal kişi bulunmaktadır.

i. MR3 EDSS Skorları ile Hasta/Normal EKKY Analiz Sonuçları :

Verileri kullanılarak elde edilen 1 öznitelik sayısı (MR3 için EDSS skoru) bilgisine göre 57 hastadan 56'nı doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %98,25 olarak elde edilmiştir.

ii. MR3 EDSS Skorları ile PPMS EKKY Analiz Sonuçları :

Verileri kullanılarak elde edilen 1 öznitelik sayısı (MR3 için EDSS skoru) bilgisine göre 38 hastadan 34'nü doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %89,47 olarak elde edilmiştir.

iii. MR3 EDSS Skorları ile RRMS-SPMS /PPMS EKKY Analiz Sonuçları :

Verileri kullanılarak elde edilen 1 öznitelik sayısı (MR3 için EDSS skoru) bilgisine göre 38 hastadan 34'nü doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %89,47 olarak elde edilmiştir.

iv. MR3 EDSS Skorları ile RRMS/SPMS EKKY Analiz Sonuçları :

Verileri kullanılarak elde edilen 1 öznitelik sayısı (MR3 için EDSS skoru) bilgisine göre 38 hastadan 12'ni doğru olarak hesaplanmıştır. Doğruluk oranı %31,58 olarak elde edilmiştir.

Lezyon sayıları ve lezyon sayılarının maks., min., var., ort. değerlerine göre yapılan doğrusal modelde %100'lük bir başarıml elde edilmiştir. Hasta olanlardan RRMS/SPMS, PPMS ayırımı için lezyon sayılarının min., maks., ort., var. değerlerine göre yapılan doğrusal modelde %94'e kadar başarıml elde edilmiştir. Yine aynı değişkenler kullanılarak RRMS/SPMS ayırımı yapılmak istendiğinde doğrusal model %78,94'e kadar başarıml sağlanmaktadır. Hastaların PPMS olup olmadıkları ise bu değişkenlerle %95'lik bir başarıml ile elde edilmiştir. EDSS skorları göz önünde bulundurularak yapılan doğrusal modelde hasta normal ayırımında %99 başarıya ulaşılmıştır. RRMS/SPMS, PPMS ayırımı için yapılan modelde %94 başarıml, RRMS/SPMS ayırım %64, PPMS ayırımı ise %95 başarıml ile yapılmıştır.

BÖLÜM V. SAKLI MARKOV MODELLERİ

Geçmişte ortaya çıkan birden fazla olaya dayanarak geleceği öngörmeye yönelik problemler için, genelleştirilmiş kurallar elde edilmesi oldukça zordur. Bu nedenle, geçmişteki tüm deney sonuçlarını kullanmak yerine, sadece tek bir deney sonucundan yararlanarak, bir sonraki deney çıkışı hakkında sistematik bir öngöründe bulunmanın mümkün olabileceğini beklemek daha uygun olacaktır. Yaklaşık 100 yıl önce Markov bir deney sonucundan yararlanarak bir sonraki deney çıkışının öngörülmesi temeline dayanan bir rastgele süreç tipini incelemiştir [29].

Bu bölümde, bu tür özelliklere sahip özelliklerin sınıflandırılmasında başarılı sonuçlar veren Saklı Markov Modellerinin temel özellikleri anlatılacaktır.

V.1 AYRIK (KESİKLİ) MARKOV SÜREÇLERİ

Her zaman, N tane ve farklı S_1, S_2, \dots, S_N ile gösterdiğimiz durumdan birinde olan bir sistem düşünelim, sistemin t anındaki durumu q_t ile sembolize edilmek üzere, $q_t = S_i$ yazdığımızda, sistemin t anında S_i durumunda olduğunu gösterir. (V.1)'de verilen, sabit aralıklı ayrik zaman diliminde sistemin bir durumdan diğer bir duruma geçmesi olasılığı önceki durumların ne olduğuna bağlıdır [31-33]:

(Bir “saatin” her vuruşunda geçmişteki durumlarına bağlı olarak belirli bir olasılıkla başka bir duruma geçer:) [31].

$$P(q_{t+1} = S_j | q_t = S_i, q_{t-1} = S_k, \dots) \quad (V.1)$$

Birinci dereceden bir Markov modelinde, $t+1$ anında durum sadece t anındaki duruma bağlı olduğu varsayılır [31].

$$P(q_{t+1} = S_j | q_t = S_i, q_{t-1} = S_k, \dots) = P(q_{t+1} = S_j | q_t = S_i) \quad (V.2)$$

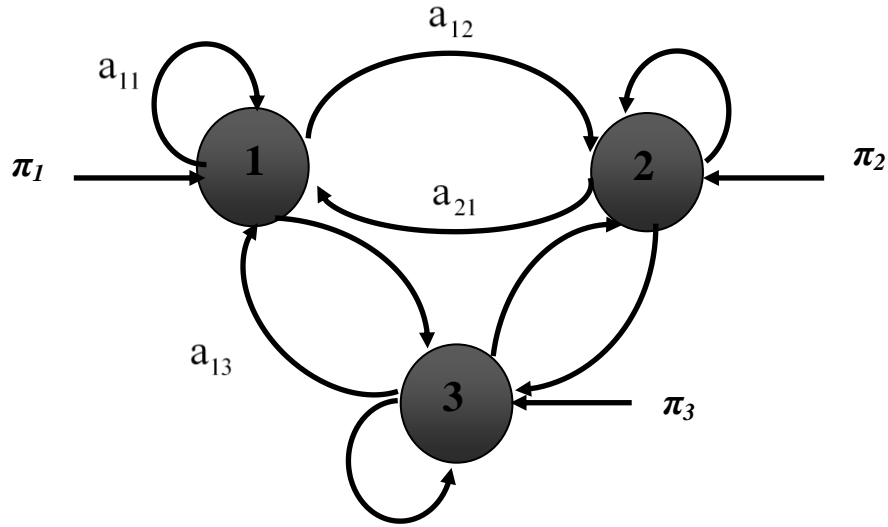
Şu an verildiğinde gelecek geçmişten bağımsızdır. “Bugün, kalan hayatımızın ilk günüdür”. Goethe'nin deyişinde kastedilen tam da budur [31, 33].

İkinci varsayımda modeli düzenliileştirmek (basitleştirmek) için, (V.3)'de ifade edilen durum geçiş olasılıklarının zamandan bağımsız olduğudur [31].

$$a_{ij} \equiv P(q_{t+1}=S_j | q_t=S_i), a_{ij} \geq 0 \text{ ve } \sum_{j=1}^N a_{ij}=1 \quad (\text{V.3})$$

Geçiş olasılıklar negatif olamaz. Bir durumdan olası tüm öteki durumlara geçme olasılıklarının toplamı 1 olmak zorundadır. Yukarıda belirtilen 2. varsayıma dayanarak S_i durumundan S_j durumuna geçiş olasılığının her zaman aynı olduğu söylenebilir. Bu da demek oluyor ki, sistemin hangi durumlarda olduğunu gösteren gözlem dizisinde, bu geçişin dizinin hangi sırasında gerçekleştiği ile a_{ij} arasında bir bağlantı yoktur. Durum geçiş olasılıkları $N \times N$ boyutundaki $A=[a_{ij}]$ matrisinde verilir [31, 33-35].

Bu model Şekil (V.1)'de gösterilen bir olasılıksal makine olarak düşünülebilir. Şekil (V.1)'de üç durumlu Markov model örneği verilmiştir. Bu örnekle π_i (matrisi) s_i durumundan başlama olasılığını, a_{ij} ise S_i durumundan S_j durumuna geçiş olasılığını gösterir [31].



Şekil V.1 Üç durumlu bir Markov model örneği

(V.4)'te sistemin ilk anda hangi durumda olacağını π_i ile gösterir [31].

$$\pi_i \equiv P(q_1=S_i), \quad \sum_{i=1}^N \pi_i=1 \quad (\text{V.4})$$

Bu olasılıklar, N elemanlı ve elemanların toplamı 1'e eşit olan $\Pi=[\pi_i]$ ilk durum (başlangıç) olasılıkları vektörü ile verilir. Gözlenebilir bir Markov modelinde, durumlar, yani sistemin hangi durumda olduğu gözlenebilir. Herhangi bir t anında q_t 'nin ne olduğu, bir başka deyişle sistemin hangi durumdan hangi duruma geçtiği (arka arkaya gelen bu durum değerleri) gözlem dizisi olarak verilir. Gözlem dizisini, sistemi olabileceği durumlar oluşturur. Bu durumda belirtilmesi gereken bir nokta da şudur ki sistemin bulunduğu her durum gözlenebilir fiziksel bir olayı (örn: Atılan zarın 2 ya da 4 gelme) ifade eder. Durum dizisine denk gelen gözlem dizisi $O = O_1O_2...O_T = Q = \{q_1q_2...q_T\}$ ile verilirse, modelde bu gözlemin (durumun) gerçekleşme olasılığı dizideki durumların görülme olasılıklarının çarpımıdır [31, 35]:

$$P(O=Q|A, \Pi)=P(q_1)P(q_2|q_1)P(q_3|q_2)...P(q_T|q_{T-1})$$

$$P(O=Q|A, \Pi)=P(q_1)\prod_{t=2}^T P(q_t|q_{t-1}) \quad (V.5)$$

$$P(O=Q|A, \Pi)=\pi_{q_1} a_{q_1q_2} \dots a_{q_{T-1}q_T}$$

olarak hesaplanır. π_{q_1} ilk durumunun q_1 olma olasılığının, $a_{q_1q_2}$ sisteminin q_1 durumundan q_2 durumuna geçme olasılığını verir, geri kalan bu şekilde devam eder. Tüm gözlem dizisinin meydana gelme olasılığını bulabilmek için bu olasılıkların çarpılması yeterlidir. Sistem parametreleri Π vektörü ile A matrisi verildiğinde, rastgele gözlem (durum) dizileri oluşturabilir. Tabii olarak, burada önemli olan, sistemin ürettiği gözlem dizileri verildiğinde sistem parametrelerini hesaplayabilmektedir [31, 35].

Modelin meydana getiren parametrelerin (A ve Π) hesaplanabilmesi için, T uzunluğundaki K tane gözlem dizisinin meydana getirdiği eğitim verisi kullanılabilir [31, 35]. Bu durumda ilk durum olasılık vektörü

$$\hat{\pi} = \frac{\sum_{k=1}^K 1(q_i^k = S_i)}{K} \quad (V.6)$$

ile hesaplanır. (V.6)'dan da anlaşıldığı üzere $1(b)$, b doğru olduğunda 1, değilse 0 değerini alan $1(\cdot)$ işlevidir. Sistemin S_i durumuyla başlayan gözlem dizisi üretme olasılığının, S_i durumu ile başlayan gözlem dizisi sayısının tüm gözlem dizisi

sayısına oranı ile hesaplanabilir [29, 31, 35]. Durum geçiş olasılıkları matrisi elemanı a_{ij} ise, verilen \mathbf{K} gözlem dizisi içinde S_i 'den S_j 'ye geçişlerin sayısının S_i 'den tüm durumlara geçiş sayısına oranı ile hesaplanabilir (V.7) [31].

$$a_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^{T_k-1} P(q_t^k = S_i, q_{t+1}^k = S_j)}{\sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^{T_k-1} P(q_t^k = S_i)} \quad (\text{V.7})$$

Şimdi bir örnek verelim [31]. Elimizde N tane kap var ve her kapta farklı bir renkte toplar olsun; bir kapta kırmızı toplar, bir başkasında mavi toplar, vs. Bir cin, bir kaptan bir top çekip bize gösterilsin, sonra ötekine geçip, ondan bir top çekilsin, vs. q_t , t anında çekilen topun rengini gösterebilir. Diyelim ki üç kabımız (durumumuz) var:

S_1 : Kırmızı, S_2 : Mavi, S_3 : Yeşil

Başlangıç olasılıkları

$$\Pi = 0.5, \quad 0.2, \quad 0.3^T$$

Ve geçiş olasılıkları verilmiş olsun:

$$A = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.3 & 0.3 \\ 0.2 & 0.6 & 0.2 \\ 0.1 & 0.1 & 0.8 \end{bmatrix}$$

a_{ij} burada, j renginde (j kabından) bir top çektikten sonra i renginde bir top çekmek için i kabına geçme olasılığına karşılık gelir [31].

Π ve A bilindiğinde, K tane, her biri T uzunluğunda rastsal dizin üretmek kolaydır. Verilmiş bir dizinin olasılığını nasıl hesaplayacağımızı düşünelim: İlk dört topun rengi “kırmızı, kırmızı, yeşil, yeşil,” olsun. Bu, $O = \{S_1, S_2, S_3\}$, gözlem dizisine karşılık gelir. Olasılığı da birer birer gözlemlerin olasılıklarının çarpımına eşittir [31]:

$$\begin{aligned}
P(O|A, \Pi) &= P(S_1) \cdot P(S_2|S_1) \cdot P(S_3|S_2) \cdot P(S_3|S_3) \\
&= \pi \cdot a_{11} \cdot a_{13} \cdot a_{33} \\
&= 0.5 \times 0.4 \times 0.3 \times 0.8 = 0.048
\end{aligned}$$

Şimdi de, K tane, her biri T uzunluğunda örnek dizi verildiğinde parametrelerin, yani, Π ve A değerlerinin, nasıl hesaplanabileceğini (öğrenilebileceğini) bulalım. Başlangıç olasılıkları, K tane diziden kaç tanesinin o durumla başladığıyla kestirilir [31]:

{ S_i ile başlayan diziler}

$$\hat{\pi}_i = \frac{\#\{S_i \text{ ile başlayan diziler}\}}{\#\{\text{tüm diziler}\}} = \frac{\sum_k 1(q_1^k = S_i)}{K}$$

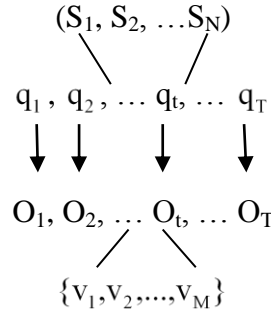
Burada $1(b)$, b doğru olduğunda 1, değilse 0 değerini alan $1(\cdot)$ işlevidir. a_{ij} geçiş olasılığı için kestirimimiz S_i durumundan tüm geçişler içinde S_j durumuna geçişlerin oranıdır:

$$\hat{a}_{ij} = \frac{\#\{S_i \text{ den } S_j \text{ 'ye geçişler}\}}{\#\{S_i \text{ den tüm geçişler}\}} = \frac{\sum_k \sum_{t=1}^{T-1} 1(q_t^k = S_i \text{ ve } q_{t+1}^k = S_j)}{\sum_k \sum_{t=1}^{T-1} 1(q_t^k = S_i)}$$

Örneğin \hat{a}_{12} , bütün dizi ve anlar içinde, kırmızı top seçilen durumların kaç tanesinde ardından mavi topun seçildiği durumların oranıdır [31].

V.2 SAKLI MARKOV MODEL (SMM)

Gözlenebilir Markov sürecinden farklı olarak, Saklı Markov modelde sistemin her hangi bir t anında hangi durumda olduğu bilinmez, ancak sistem bir durumda iken bu durumun tetiklediği gözlemi ortaya çıkarır.



Şekil V.2 Sistem Bir Durumda İken Bu Durumun Tetiklediği Gözlem

Gözlenebilir Markov modelde sistem S_i durumunda iken eldeki gözlem sadece sistemin i . durumda olduğudur. Saklı markov modelde ise, sistem bir durumda iken, M tane farklı gözlemden $\{v_1, v_2, \dots, v_M\}$ bir tanesi, olasılık fonksiyonuna bağlı olarak elde edilir. Bu olasılık $b_j(m)$ ile gösterilir ve sistemin S_i durumunda iken v_m gözlemini üretme olasılığını verir. Sistemin olabileceği durumlar $\{S_1, S_2, \dots, S_N\}$ ile elde edilebilecek gözlemler $\{v_1, v_2, \dots, v_M\}$, $m=1, \dots, M$ arasındaki bağıntıyı $N \times M$ boyutundaki $\mathbf{B}=[b_j(m)]$ gözlem matrisini verir (V.8) [31, 33, 35].

$$b_j(m) \equiv P(O_t = v_m | q_t = S_j), \quad b_j(m) \geq 0 \text{ ve } \sum_{m=1}^M b_j(m) = 1 \quad (\text{V.8})$$

Gözlenebilir Markov model hatırlanırsa, gözlem dizisi, sistemin her t anı için bulunduğu durumdur. Saklı markov modelde ise gözlem dizisi $O = O_1 O_2 \dots O_T$ 'yi, gözlem olasılık matrisindeki değerlere göre her t anı için sistemin ürettiği gözlemler meydana getirir ve durum dizisi Q belirgin değildir [32, 34]. Zaten saklı Markov modelde saklı denilmesinin nedeni de sistemin bulunduğu durumların bilinmemesidir. Bununla birlikte, elde edilen gözlemler sayesinde sistemin hangi durumda olabileceği tahmin edilebilir. Burada bir O gözlem dizisini, çok farklı sayıda Q durum dizisinin meydana getirebileceği aşikârdır, tabii önemli olan bu durum dizilerinden olabilirlik olasılığı en yüksek olanı belirlemektir. Saklı Markov modelinde, biri bir durumdan ötekine geçişte, öteki de bir durumdan gözlem oluşturmakta olmak üzere iki tane rastsallık kaynağı vardır [31].

Örneğimize geri dönelim [31]: Eğer kapların içinde farklı renklerde toplar olabilirse ve topun hangi kaptan çekildiğini değil, yalnızca rengini görebiliyorsak bu, Saklı Markov modeliyle betimlenebilir bir uygulama olur. Bu durumda, $b_j(m)$ değeri

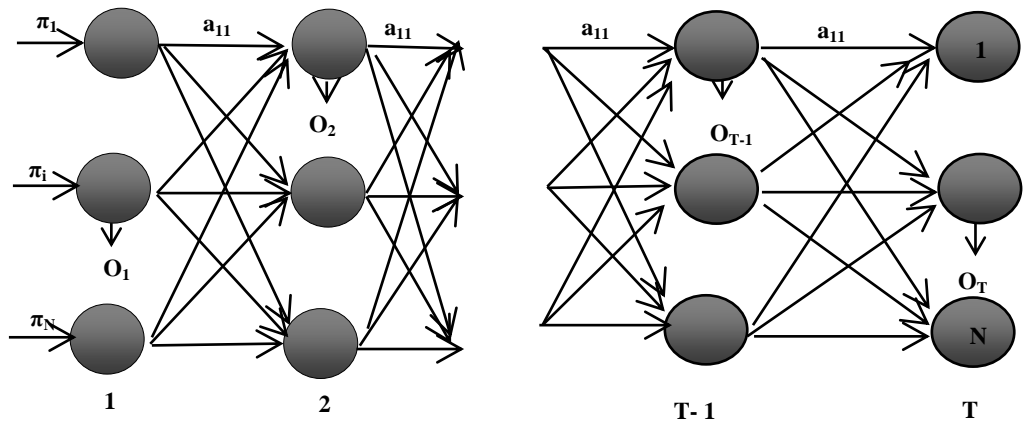
j kabından m renge bir top çekme olasılığına karşılık gelir. Cinimiz yine bir kaptan başlayıp rastgele bir kaptan ötekine geçiyor ve her kapta rastgele bir top seçiyor, ama artık kaplar bir perde arkasında saklıyor ve kabı görünmeden seçtiği topu bize gösteriyor. Gösterdikten sonra da olasılıkları değiştirmemek için kaba geri koyuyor. Bu saklı durumda olası renk (simge) sayısının kap (durum) sayısından farklı olabileceğini görebiliriz. Örneğin üç kap ve dört renkle bir gözlem dizisi oluşabilir:

$$O = \{\text{kırmızı}, \text{kırmızı}, \text{yeşil}, \text{mavi}, \text{sarı}\} \text{ ve } Q = \{S_1, S_2, S_1, S_3, S_1\}$$

Gözlenebilir modelde, gözlemi (topun rengini) bildiğimizde durumu (kabı) da biliyoruz, çünkü kap kadar renk var ve bir renkteki topların sayısı hep aynı kaptan gelmek zorunda. Bu biçimde baktığımızda gözlenebilir modelin saklı modelin özel bir hali olduğunu söyleyebiliriz: $M=N$ ve $b_j(m)$, $j=m$ olduğunda 1, değilse 0. Ama Saklı modelde, (her kapta her renkten en az bir top olduğunu varsayarsak) bir top herhangi bir kaptan seçilmiş olabilir ve bu yüzden verilmiş bir O gözlem dizisi birden çok olası Q durum dizisi tarafından türetilmiş olabilir (Şekil V.3) [31].

Bir Markov model aşağıdaki elamanları oluşturur [31, 33]:

1. N , modeldeki durum sayısı: $S = \{S_1, S_2, \dots, S_N\}$
2. M , elde edilebilecek farklı gözlem sayısı: $V = \{v_1, v_2, \dots, v_M\}$
3. A , durum geçiş olasılıkları matrisi $\mathbf{A} = [a_{ij}]$, $a_{ij} \equiv P(q_{t+1} = S_j | q_t = S_i)$
4. B , gözlem olasılıkları matrisi: $\mathbf{B} = [b_j(m)]$, $b_j(m) \equiv P(O_t = v_m | q_t = S_i)$



Şekil V.3 SMM, Bir Kafes Biçiminde Çizilebilir.

5- Π , ilk durum (başlangıç) olasılıkları vektörü: $\Pi = [\pi_i]$, $\pi_i \equiv P(q_1 = S_i)$

N ve M belirlendikten sonra, sistem parametreleri $\lambda=(A, B, \Pi)$ saklı Markov modeli oluşturur. λ verildiğinde, herhangi bir uzunlukta, herhangi sayıda gözlem dizisi üretilebilir. Burada amaçlanan, eğitim seti verildiğinde parametrelerin (λ) tahmin edilmesi yani kestirilebilmesidir.

V.3 SAKLI MARKOV MODELLERİNDE ÜÇ TEMEL PROBLEMİN ÇÖZÜMÜ

Bir λ modelinin ürettiği çok sayıda gözlem dizisi verildiğinde çözümlenmesi gereken üç problem vardır [33]:

1. λ verildiğinde, bu modelin gözlem dizisi $O=O_1O_2\dots O_T$ 'yi üretme olasılığı, $P(O|\lambda)$.
2. λ ve O verildiğinde, bu gözlem dizisini oluşturma ihtimali en yüksek olan durum dizisinin $Q=q_1,q_2,\dots,q_T$ bulunma olasılığı, $P(Q|O, \lambda)$.
3. Gözlem dizilerinden oluşan eğitim seti $X=\{O^k\}_{k=1}^K$ verildiğinde, bu eğitim setini en yüksek oranda gerçekleyen model parametreleri λ 'nın hesaplanması, $P(X|\lambda)$.

Bu problemler sırasıyla aşağıda incelenecektir.

V.3.1. Tanıma Problemi (Değerlendirme)

λ ile sembolize edilen bir Saklı Markov modelin ürettiği gözlem dizisi $O=O_1O_2\dots O_T$ verildiğinde, bu gözlem dizisini gerçekleyen N^T tane farklı durum dizisi $Q=q_1q_2\dots q_T$ olabilir [28]. Bu nedenle O 'nun elde edilme olasılığı

$$P(O|\lambda)=\sum_{\text{OLASI TUM Q'LAR}} P(O,Q|\lambda) \quad (\text{V.9})$$

ile hesaplanır. Ancak burada olası durum dizisi sayısı çok fazla olduğu için işlem karmaşıklığı açısından uygun bir çözüm değildir [31]. Bu nedenle $P(O|\lambda)$ hesaplaması için ileri-yön (Forward) ve geri-yön (Backward) algoritması kullanılır. (V.10)'da belirtilen ileri-yön değişkeni $\alpha_t(i)$, t anına kadar (O_1,O_2,\dots,O_t) kısmi gözlem dizisinin elde edilme ve t anında durumun S_i olması olasılığıdır. Böylece gözlem dizisi $1\dots t$ ve $t+1\dots T$ olmak üzere ikiye ayrılır [31, 35]. (Şekil V.4)



Şekil V.4 İleri-Yön Değişkeni Gözlem Dizisini İki Parçaya Ayırır

$$\alpha_t(i) \equiv P(O_1 \dots O_t, q_t = S_i | \lambda) \quad (\text{V.10})$$

İleri-yön algoritması yinelemeli olarak çalışır ve işlem karmaşıklığı $\phi(N^2T)$ 'dir.

İleri-yön algoritma adımları aşağıda verilmektedir [31]:

1) İlk değer atama (Başlangıç):

$$\begin{aligned} \alpha_1(i) &\equiv P(O_1, q_1 = S_i | \lambda) \\ \alpha_1(i) &= P(O_1 | q_1 = S_i, \lambda) P(q_1 = S_i) \\ \alpha_1(i) &= \pi_i b_i(O_1), \quad t=1 \text{ ve } i=1, \dots, N \end{aligned} \quad (\text{V.11})$$

2) Yineleme:

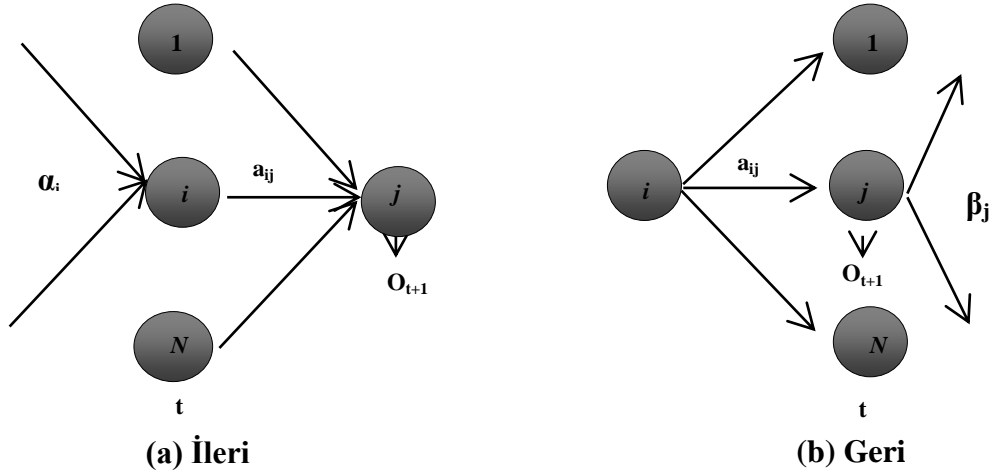
$$\begin{aligned} \alpha_{t+1}(j) &\equiv P(O_1 \dots O_{t+1}, q_{t+1} = S_j | \lambda) \\ &= P(O_1 \dots O_{t+1} | q_{t+1} = S_j, \lambda) P(q_{t+1} = S_j | \lambda) \\ &= P(O_1 \dots O_t | q_{t+1} = S_j, \lambda) P(O_{t+1} | q_{t+1} = S_j, \lambda) P(q_{t+1} = S_j | \lambda) \\ &= P(O_1 \dots O_t, q_{t+1} = S_j | \lambda) P(O_{t+1} | q_{t+1} = S_j, \lambda) \\ &= P(O_{t+1} | q_{t+1} = S_j, \lambda) \sum_i P(O_1 \dots O_t, q_t = S_i, q_{t+1} = S_j | \lambda) \\ &= P(O_{t+1} | q_{t+1} = S_j, \lambda) \sum_i P(O_1 \dots O_t, q_{t+1} = S_j | q_t = S_i, \lambda) P(q_t = S_i | \lambda) \\ &= P(O_{t+1} | q_{t+1} = S_j, \lambda) \\ &= \sum_i P(O_1 \dots O_t, q_t = S_i, \lambda) P(q_{t+1} = S_j | q_t = S_i, \lambda) P(q_t = S_i | \lambda) \\ &= P(O_{t+1} | q_{t+1} = S_j, \lambda) \\ &= \sum_i P(O_1 \dots O_t, q_t = S_i | \lambda) P(q_{t+1} = S_j | q_t = S_i, \lambda) \end{aligned}$$

$$= \left[\sum_{i=1}^N \alpha_t(i) a_{ij} \right] b_j(O_{t+1}) \quad (V.12)$$

3) Son adım:

$$P(O|\lambda) = \sum_{i=1}^N \alpha_T(i) \quad (V.13)$$

(V.12)'de verilen ifadede, $\alpha_t(i)$ ilk t gözlemi ve sistemin S_i durumunda olmasını, a_{ij} S_i durumuna geçişi, $b_j(O_{t+1})$ ise $t+1$ anında O_{t+1} gözleminin elde edilmesi olasılığını ifade eder. Her t anı için tüm durumların ileri-yön değerlendirmeleri hesaplandıktan sonra (V.13)'te verilen ifade ile gözlemin model tarafından üretilme olasılığı hesaplanır. İleri-yön değişimine benzer şekilde, geri-yön değişimine $\beta_t(i)$ 'yi tanımlanarak (Şekil V.5a) aynı olasılık hesaplanabilir [31, 36-46].



Şekil V.5 İleri-Yön ve Geri-Yön Değişkenleri

(V.14)'te verilen $\beta_t(i)$, t anında S_i durumunda olma ve $(O_{t+1} \dots O_T)$ kısmi gözlemini elde etme olasılığını verir [31].

$$\beta_t(i) \equiv P(O_{t+1} \dots O_T | q_t = S_i, \lambda) \quad (V.14)$$

Geri-yön algoritmasının adımları aşağıda verilmiştir [31]:

1) İlk değer atama (Başlangıç):

$$\beta_{T-1}(i) = \sum_{j=1}^N a_{ij} b_j(O_{t+1}) \quad i=1, \dots, N \quad (V.15)$$

2) Yineleme:

$$\begin{aligned}
\beta_t(i) &\equiv P(O_{t+1}\dots O_T|q_t=S_i,\lambda) \\
&= \sum_j P(O_{t+1}\dots O_T, q_{t+1}=S_j|q_t=S_i,\lambda) \\
&= \sum_j P(O_{t+1}\dots O_T|q_{t+1}=S_j, q_t=S_i,\lambda)P(q_{t+1}=S_j|q_t=S_i,\lambda) \\
&= \sum_j P(O_{t+1}|q_{t+1}=S_j, q_t=S_i,\lambda)P(O_{t+2}\dots O_T|q_{t+1}=S_j, q_t=S_i,\lambda)P(q_{t+1}=S_j|q_t=S_i,\lambda) \\
&= \sum_j P(O_{t+1}|q_{t+1}=S_j,\lambda)P(O_{t+2}\dots O_T|q_{t+1}=S_j,\lambda)P(q_{t+1}=S_j|q_t=S_i,\lambda) \\
&= \sum_j a_{ij}b_j(O_{t+1})\beta_{t+1}(j) \quad i=1,\dots,N
\end{aligned} \tag{V.16}$$

3) Son adım:

$$P(O|\lambda) = \sum_{i=1}^N \beta_1(i)\pi_i b_i(O_1) \tag{V.17}$$

(V.16)'da verilen ifadede a_{ij} , S_i durumunda iken sonraki N olası S_j durumuna geçmeyi ve $b_j(O_{t+1})$, S_j durumunda iken O_{t+1} gözlemini elde etme olasılığını belirtir. $\beta_{t+1}(j)$ ise $t+1$ anından sonraki tüm gözlemlere karşı gelir ve bu bağlantıyı Şekil V.5b' de verildiği gibi ifade edilebilir [31, 33].

V.3.2. Durum Dizisinin Bulunması

Saklı Markov modelinin ikinci problemi modelin ürettiği gözlem dizisi $O=O_1O_2\dots O_T$ verildiğinde, bu gözlem dizisini oluşturma ihtimali en yüksek olan durum dizisi $Q=\{q_1q_2\dots q_T\}$ 'yi bulma işleminin çözümlenmesidir. (V.18)'de verilen $\gamma_t(i)$, t anında sistemin S_i durumunda olma olasılığını verir [31, 34, 35].

$$\begin{aligned}
\gamma_t(i) &\equiv P(q_t=S_i|O,\lambda) \\
&= \frac{P(O|q_t=S_i,\lambda)P(q_t=S_i|\lambda)}{P(O|\lambda)} \\
&= \frac{P(O_1\dots O_t|q_t=S_i,\lambda)P(O_{t+1}\dots O_T|q_t=S_i,\lambda)P(q_t=S_i|\lambda)}{\sum_{j=1}^N P(O, q_t=S_j|\lambda)}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{P(O_1 \dots O_t, q_t = S_i | \lambda) P(O_{t+1} \dots O_T | q_t = S_i, \lambda)}{\sum_{j=1}^N P(O, q_t = S_j | \lambda) P(q_t = S_j | \lambda)} \\
&= \frac{\alpha_t(i) \beta_t(i)}{\sum_{j=1}^N \alpha_t(j) \beta_t(j)} \tag{V.18}
\end{aligned}$$

Burada $\alpha_t(i)\beta_t(i)$ çarpımı tüm gözlem dizisini 2 parçaya bölüp tamamını taramaktadır ve bu çarpım normalize edilerek her t anında $\sum_{i=1}^N \gamma_t(i)=1$ olması sağlanır. Elde edilen olasılıklardan her t anı için olabirlik olasılığı en yüksek olanı (V.19) alınarak durum dizisi oluşturulabilir [31, 35].

$$\hat{q}_t = \arg \max_i \gamma_t(i) \tag{V.19}$$

Ancak sadece bu olasılığa bakmak, $a_{ij} = 0$ olduğu durumda bile t anında sistemin S_i 'den S_j 'ye geçtiği sonucunu doğurabilir. Bu nedenle hesaplamalara durum geçiş olasılıklarını katan Viterbi algoritması kullanılır. (V.20)'de verilen $\delta_t(i)$ değişkeni, t anına kadar olabirlik derecesi en yüksek olan durum dizisini ifade eder ve t anında, S_i durumuna erişilir [31, 35].

$$\delta_t(i) \equiv \max_{q_1 q_2 \dots q_{t-1}} p(q_1 q_2 \dots q_{t-1} = S_i, O_1 \dots O_t | \lambda) \tag{V.20}$$

t=1 anından başlanarak, yinelemeli olarak her t anı için en optimum yol bulunur, Viterbi algoritmasının adımları aşağıda verilmiştir [31, 44].

1) İlk değer verme:

$$\delta_1(i) = \pi_i b_i(O_1), \quad i=1, \dots, N$$

$$\Psi_1(i)=0$$

2) Yineleme:

$$\delta_t(j) = \max_i \delta_{t-1}(i) a_{ij} \cdot b_j(o_t) \quad i=1, \dots, N$$

$$\Psi_t(j) = \arg \max_i \delta_{t-1}(i) a_{ij}$$

3) T anı için:

$$\hat{\text{path}} = \underset{i}{\text{maks}} \delta_T(i), \quad i=1, \dots, N$$

$$\hat{q}_T = \arg \underset{i}{\text{maks}} \delta_T(i)$$

4) Geriye doğru giderek $t = T-1, T-2, \dots, 1$

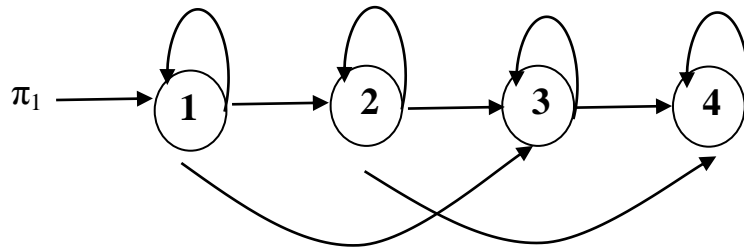
$$\hat{q}_t = \Psi_{t+1}(\hat{q}_{t+1})$$

Viterbi algoritması bölüm V.3.1’de verilen ileri-yön algoritmasına çok benzer, ancak Viterbi algoritmasında t anında j . durum için hesap yapılırken bu durumun öncesi olabilecek tüm i . durumlarını hesaba katmak yerine sadece en büyük olasılığa sahip olan durum katılır [31].

V.4 SAKLI MARKOV MODEL SEÇİMİ

Saklı Markov model topolojisinin karmaşıklığı eldeki verinin özelliklerine göre seçilmelidir. Şekil V.1’de verilen tüm durumlar arasında karşılıklı geçişlerin olduğu ergodik modelde \mathbf{A} matrisinin tüm elemanları sıfırdan farklı olacağından hesaplamalar için gereken işlem karmaşıklığı yüksektir. Bu nedenle, uygulamaya göre model seçilirken geçişlerin sınırlı olduğu topolojiler tercih edilir. Böylece ileri-geri yön algoritmasının karmaşıklığı düşürülmüş olur [31].

Zaman ilerledikçe durum indis numarasının artmasına ya da aynı kalmasına olanak sağlayan geçişlere izin veren soldan-sağa Saklı Markov model kullanılır.



Şekil V.6 Dört Durumlu Soldan-Sağa Saklı Markov Model Topolojisi

Bu kısıtlama, özellikleri zaman boyunca değişen ses, görüntü gibi gözlem dizilerinin modellenmesini kolaylaştırmaktadır. Soldan-sağa modelde, $j < i$ olduğunda $a_{ij} = 0$ şartını sağlayacak şekilde, durumların kendileri dışında sadece indis numarası

daha büyük olan durumlara geçmesini izin verilir ve model adını bu özelliğinden alır [31, 33].

Modelin karmaşıklığını belirleyen bir diğer nokta da durum sayısı N 'dir. Durum dizisi saklı olduğu için durum sayısı da bilinemez ama modeli eğitmeye başlamadan önce verinin karakteristik özelliğine göre N deneme yanılma yapılarak seçilmelidir [33].

V.5 SÜREKLİ GÖZLEMLER

Şuana kadar bahsedilen durumlarda Saklı Markov modelin ürettiği gözlemlerin ayrık olduğu, yani üretilen gözlemlerin $\{v_1, v_2, \dots, v_M\}$ gibi bir kümenin elemanı olduğu varsayımı yapılmıştır. Ancak hastalığın alt gruplarının belirlenmesi uygulamasında seçilen özelliklerin sürekli değerler alması kuvvetle muhtemeldir. Bu sorunu aşmak için bir vektör kuantalama yöntemi kullanarak değerlerin sürekli halden ayrık hale dönüştürülmesi sağlanır ya da Saklı Markov Modelin parametreleri sürekli değer alabilen gözlemlerle çalışabilir duruma getirilir. Tabii bu durumda Saklı Markov Modelin temel iki problemine cevap olan ileri-geri yön ve Viterbi algoritmalarının da yeniden gözden geçirilmesi gerekir [31, 33, 35].

V.6 DURUM GEÇİŞ OLASILIKLARI

Doğal ve toplumsal olaylarda karşılaşılan rastgele değişkenlerden birçoğunun normal dağılıma uyması istatistiğin merkez limit teoremi ile açıklanabilir [31, 35]. Bu bağlamda, modelin ürettiği gözlemlerin olasılık yoğunluk fonksiyonlarının (V.21)'de verilen normal dağılıma uygun olduğu varsayılmıştır [31, 37].

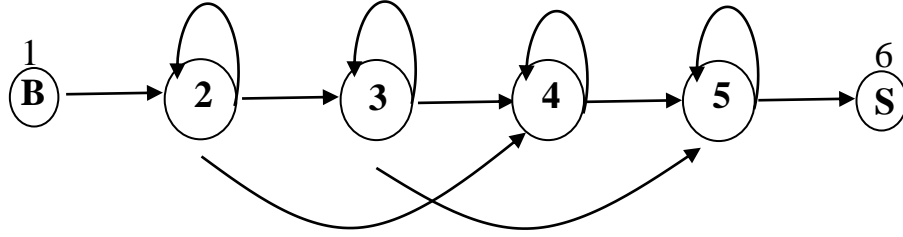
$$N(\mathbf{O}; \boldsymbol{\mu}, \boldsymbol{\Sigma}) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^n |\boldsymbol{\Sigma}|}} e^{-\frac{1}{2}(\mathbf{O}-\boldsymbol{\mu})\boldsymbol{\Sigma}^{-1}(\mathbf{O}-\boldsymbol{\mu})} \quad (\text{V.21})$$

Olabilecek gözlem sayısı (ya da gözlemin alabileceği değer) sonsuz sayıda olduğu için, \mathbf{B} gözlem olasılıkları matrisi yerine (V.22)'de verilen gözlem olasılıkları dağılım fonksiyonu kullanılır [31, 46].

$$b_j(\mathbf{O}_t) = N(\mathbf{O}_t; \boldsymbol{\mu}_j, \boldsymbol{\Sigma}_j) \quad (\text{V.22})$$

$b_j(O_t)$, t anında S_j durumunun O_t gözlemini üretme olasılığını verir. S_j durumuna ait olan ortalama vektörü μ_j ile kovaryans matrisi Σ_j parametreleri eğitim sürecinde hesaplanır.

(V.4)'te verilen ilk durum olasılığı vektörü Π , modele gözlem üretmeyen başlangıç ve son durumları eklenerek (Şekil V.7), A durum geçiş olasılıkları matrisinin ilk satırını oluşturabilir [31, 46].



Şekil V.7 Gözlem Üretmeyen Başlangıç Ve Son Durumları Eklenen Model

Şekil V.8'den de anlaşılacağı üzere yeni durum geçiş olasılıkları son satırı sıfırlardan oluşur. Eğitim seti olarak, $X=\{O^k\}_{k=1}^K$ kullanılarak yeni geçiş olasılıkları matrisinin elemanlarını kestirilir [31].

$$\hat{a}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^K \frac{1}{P_k} \sum_{t=1}^{T_k-1} \alpha_t^k(i) a_{ij} b(O_{t+1}^k) \beta_{t+1}^k(j)}{\sum_{k=1}^K \frac{1}{P_k} \sum_{t=1}^{T_k-1} \alpha_t^k(i) \beta_t^k(i)}, \quad 1 < i < N \text{ ve } 1 < j < N \quad (\text{V.23})$$

Burada P_k , O^k gözleminin tamamının model tarafından üretilme olasılığı $P(O^k | \lambda)$ 'ya karşı gelir. Gözlem üretmeyen başlangıç durumundan, gözlem üreten düğümlere geçiş olasılıklarını hesaplamak için (V.24) kullanılır. Burada elde edilen değerler ilk durum olasılıkları vektörüne denk gelmektedir [31].

$$\hat{a}_{1j} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \frac{1}{P_k} \alpha_1^k(j) \beta_1^k(j), \quad 1 < j < N \quad (\text{V.24})$$

Gözlem üretmeyen son duruma geçiş olasılıkları ise (V.25) yardımıyla elde edilir.

$$\hat{a}_{iN} = \frac{\sum_{k=1}^K \frac{1}{P_k} \alpha_T^k(i) \beta_T^k(i)}{\sum_{k=1}^K \frac{1}{P_k} \sum_{t=1}^{T_k} \alpha_t^k(i) \beta_t^k(i)}, \quad 1 < i < N \quad (\text{V.25})$$

V.7 SAKLI MARKOV MODELDE 2 TEMEL PROBLEM

Bölüm V.3'te ayrıntılı olarak incelenen iki temel problemin çözümü olan ileri-geri yön, Viterbi sürekli algoritmalarında gözlem vektörleri ile uyumlu hale getirilmesi gerekir. Bu noktadaki esas sorun (V.22)'de verilen modeli oluşturan her duruma ait kovaryans matrisi ile ortalama vektörünün (Σ_j, μ_j) nasıl hesaplanacağıdır [29, 47]. Model tek bir durumdan oluşmuş olsa, hesaplamalar çok kolaylaşacak basitçe (V.26) ve (V.27)'deki ifadeler kullanılabilir [31].

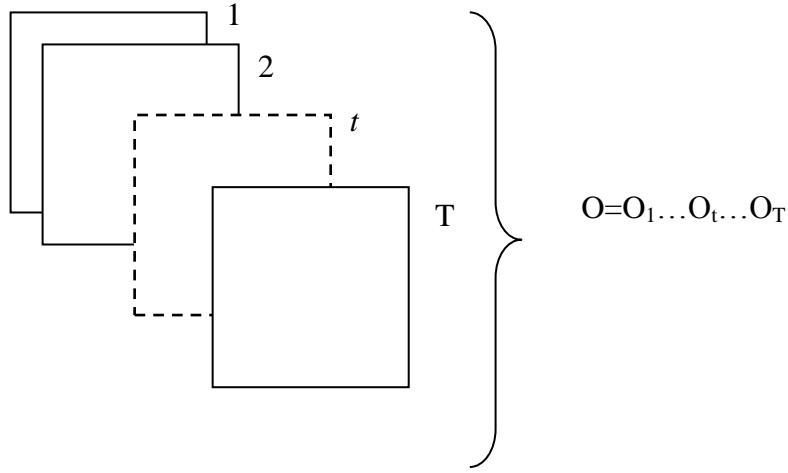
$$\hat{\mu}_j = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T O_t, \quad 1 < j < N \quad (\text{V.26})$$

$$\hat{\Sigma}_j = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (O_t - \mu_j)(O_t - \mu_j)', \quad 1 < j < N \quad (\text{V.27})$$

Oysaki pratikte modelin birden fazla durum içereceği aşikârdır ve gözlem vektörlerinin durumlara direkt atanması, durum dizisinin saklı olmasından ötürü mümkün değildir [48]. Fakat kovaryans matrisine ve ortalama vektörüne en azından başlangıç değerlerinin atanabilmesi için bazı varsayımlar yapılır. Gözlem vektörleri modelin durum sayısına göre gruplara ayrılıp, (V.26) ve (V.27) kullanılarak (Σ_j, μ_j) için başlangıç değerleri elde edilir [31, 36]. Daha sonra başlangıç değerleri ile Viterbi algoritması kullanılarak olasılığı en yüksek durum dizisi belirlenip Σ_j, μ_j 'in değerleri güncellenir. Bu işleme kestirilen değerler değişmeyene kadar devam edilir. İleri-yön ve geri-yön algoritmalarında gözlem olasılıkları matrisinin elemanları yerine, doğrudan gözlem olasılık yoğunluk fonksiyonu kullanılarak çözüm sağlanır.

BÖLÜM VI. MULTİPLE SKLEROZ HASTALIĞININ TEŞHİSİ ve ALT GRUPLARININ SAKLI MARKOV MODEL İLE MODELLENMESİ

Hastalığı sınıflandırmak için Saklı Markov model 4 adet EDSS skoruna ait gözlem matrisi, 3 adet lezyon sayılarına ait gözlem matrisi ve 1 adet hem EDSS skoruna hem de lezyon sayılarına bağlı gözlem matrisi olmak üzere 8 farklı gözlem matrisi için gerçekleştirilmiştir. Herhangi bir MR görüntüsüne karşı gelen hastalığın teşhisi, gözlem dizisi $O=O_1O_2...O_T$ den elde edilir.



Şekil V.8 Farklı yıllardaki MR görüntülerinden oluşturulan gözlem dizisi

Dizideki O_t elemanı, t anında çekilmiş MR görüntülerinden çıkartılmış özellikleri içeren gözlem vektörüdür. Burada şu belirtilmelidir ki, uygulamaya göre özelliklerin sayısı ve aldığı değerler değişebilir. Eğer gözlem vektörünün elemanları $V=\{v_1,v_2,...,v_M\}$ gibi bir kümeden sınırlı değerler alıyorsa, gözlem vektörü ayrıkır denir. Şayet görüntü çerçevesinden elde edilen özellikler sürekli değerli ise mutlaka bir kuantalama metodu ile bu değerler ayrık hale getirilmelidir. Bölüm V.6'da incelenen Saklı Markov model kullanılmalıdır. Bu çalışmada Saklı Markov model kullanılarak MR görüntülerindeki lezyon sayıları ve EDSS skorları kullanılarak MS hastalığının alt gruplarının belirleme çalışması yapılmıştır. G ayrık saklı Markov eğitilip model parametreleri belirlenmiştir. O gözlem dizisinin hangi MR

görüntüsüne karşılık geldiğini anlamak için sistemin tanıdığı hastalık alt grubuna karşılık gelen G farklı saklı markov modelin bu gözlemi üretme olasılıkları $P(O|\lambda_i)$ $i=1, \dots, G$ ileri-yön ya da geri-yön algoritmaları ile hesaplanır. En büyük olasılığı sağlayan durum dizisinin model tarafından üretildiği kabul edilir ve O gözlemine modele karşılık gelen hastalık alt grupları denilir.

VI.1 GÖZLEM VEKTÖRLERİNE AİT HİSTOGRAMLARIN ÇIKARTILMASI

Histogram sürekli değişkenler için çizilir. Sürekli değişkenlerde sınıflar birbirine geçişli olduğu için çubuklar bitişik olarak çizilir. Az sayıda denek üzerinde çalışıldığı ve sınıf aralıkları eşit olduğu zaman normal çubuk grafikler gibi çizilir ve çubuğun yüksekliği frekansı gösterir. Çok sayıda denek üzerinde çalışıldığında ya da aralıkları eşit olmadığında çubuğun yüksekliği değil alanı önem kazanır. Bu durumda çubuğun kapladığı alan frekansı gösterir ve çubuğun yüksekliği, frekansın sınıf aralığına bölünmesiyle bulunur.

Elimizdeki verileri (tekrarlı sayılardan oluşan), uygulanan işlemlerden sonra önce tabloya, tablodan yararlanarak grafiğe aktarılması yani veri gruplarının grafiğinin dikdörtgen sütunlar halinde(histogram) gösterildi.

Histogramı oluşturup çizmek için şu aşamalar takip edildi:

- 1) Önce veriler EDSS skorları ve lezyon sayıları sıralanır.
- 2) Frekansları bulunur.
- 3) Veri grubunun genişliği frekansı ile ölçülür
- 4) Veri grubunun genişliği bulunur.
- 5) Oluşturulan gruplar ve karşısındaki veri sayıları tabloya aktarılır.
- 6) Tabloya bakarak verilerin histogram grafiği çizilir.

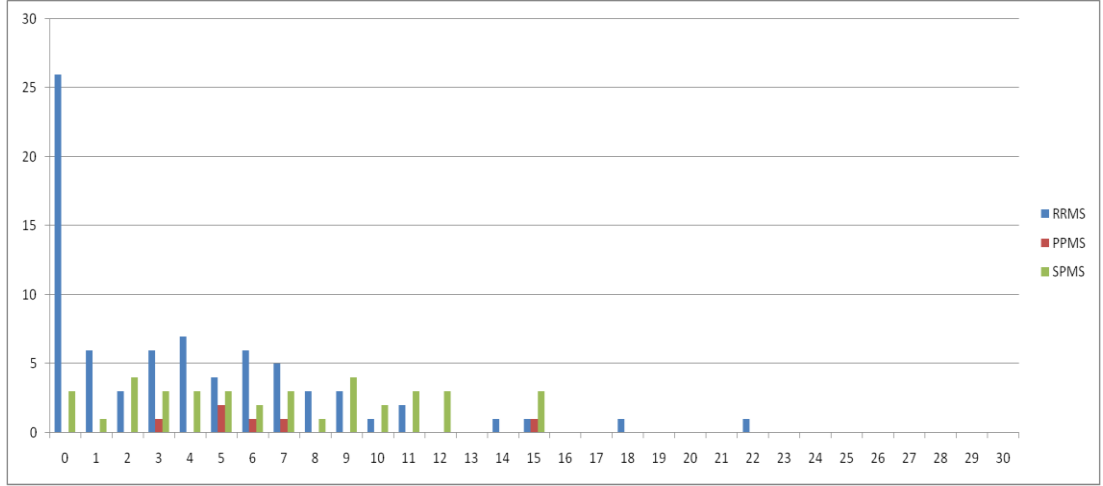
VI.1.1 Lezyon Sayılarına Göre Histogramlar

MR1, MR2, MR3'ün 1., 2. ve 3. bölgelerdeki lezyon sayılarının ve bunların toplamının histogramları Şekil VI.1- VI.12'de gösterilmiştir.

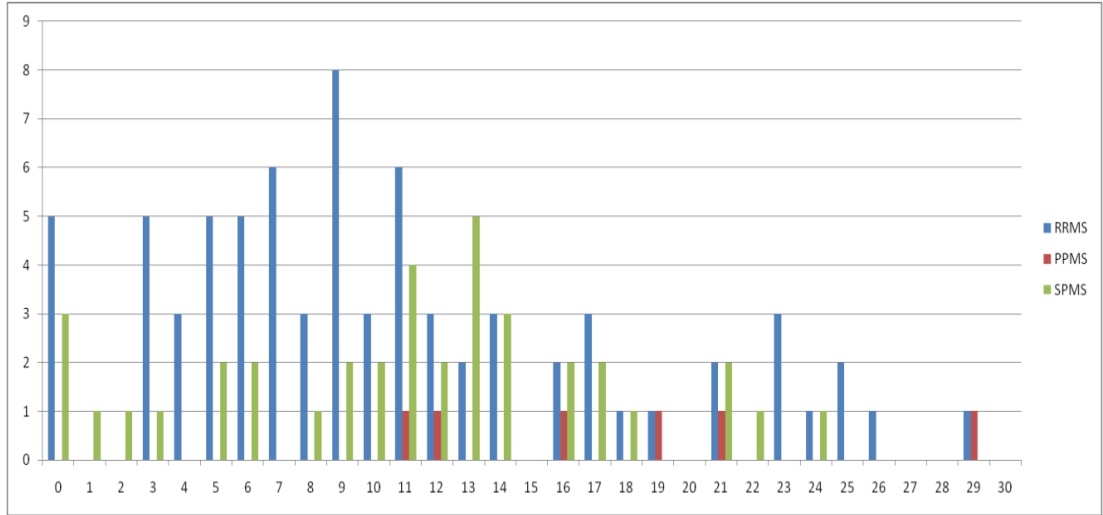
VI.1.1.1 MR1 Lezyon Sayıları Histogramı

1. MR'ın 1., 2. ve 3. bölgelerdeki lezyon sayılarının ve bunların toplamının histogramları Şekil VI.1-VI.4'de gösterilmiştir. 1. MR'ların 3 bölgesine de

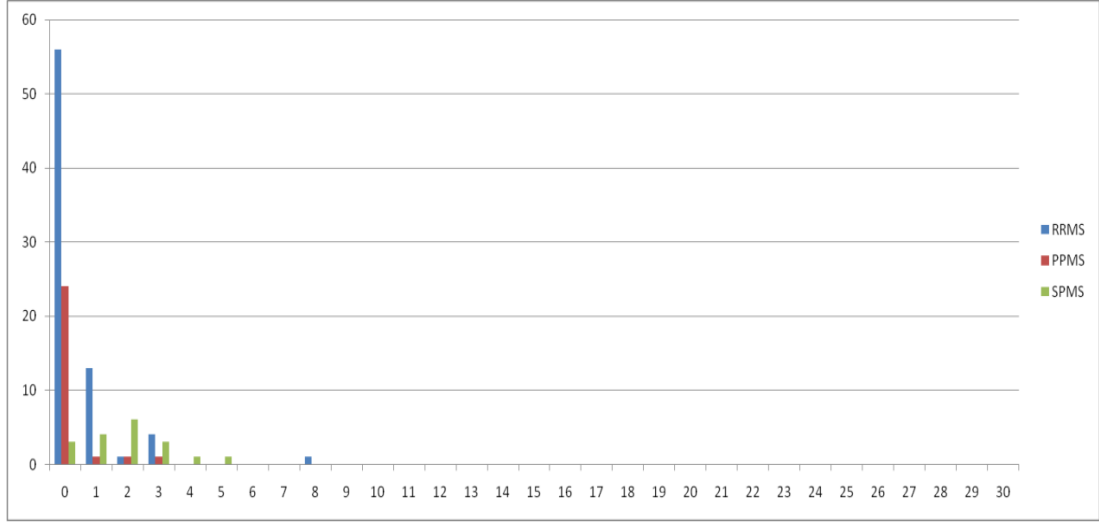
bakıldığında 2. bölgedeki lezyon sayılarının 1. ve 3. bölgeye göre oldukça farklı değerler alabildiği, 3. bölgede ise lezyon sayılarının 1. ve 2. bölgeye göre çok az olduğu gözlemlenmiştir. 1. ve 2. bölgelere ait histogramlara bakıldığında RRMS'in sola yaslı ve geniş bir spektruma sahip olduğu, SPMS'in de yine geniş bir spektruma sahip olduğu, PPMS' inde daha çok histogramın sağ tarafına yakın bölgelerde yoğunlaştığı görülmektedir.



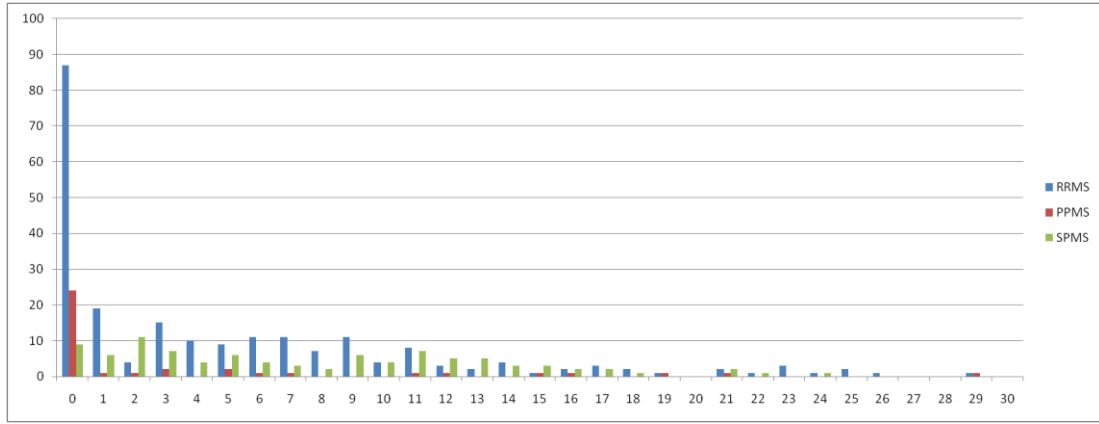
Şekil VI.1 MR1 Beyin Sapı Bölgesi Lezyon Sayısı Histogramı



Şekil VI.2 MR1 Korpus Kallozum-Periventriküler Bölgesi Lezyon Sayısı Histogramı



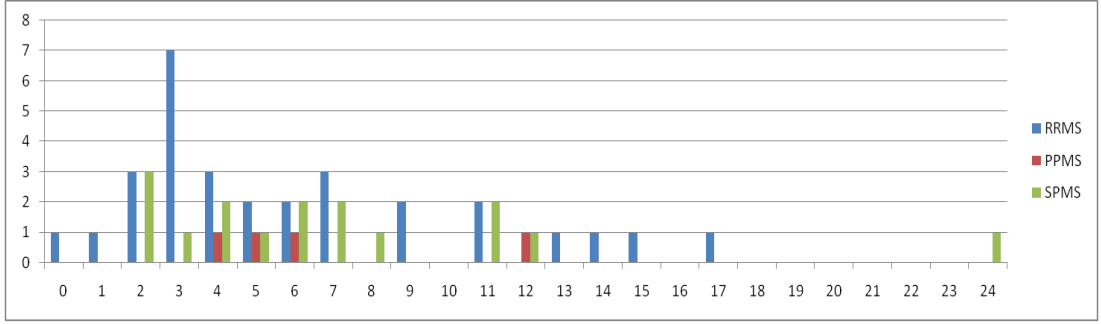
Şekil VI.3 MR1 Üst Servikal Bölge Lezyon Sayısı Histogramı



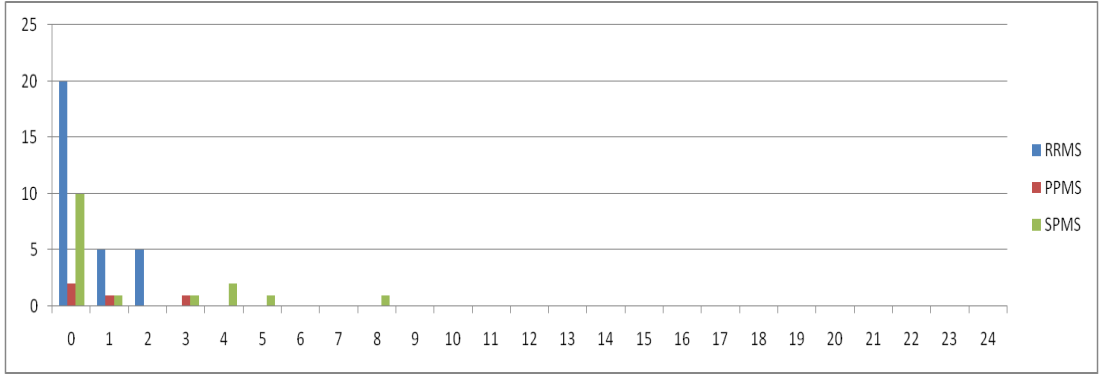
Şekil VI.4 MR1 Tüm Bölgelerdeki Lezyon Sayısı Histogramı

VI.1.1.2 MR2 Lezyon Sayıları Histogramı

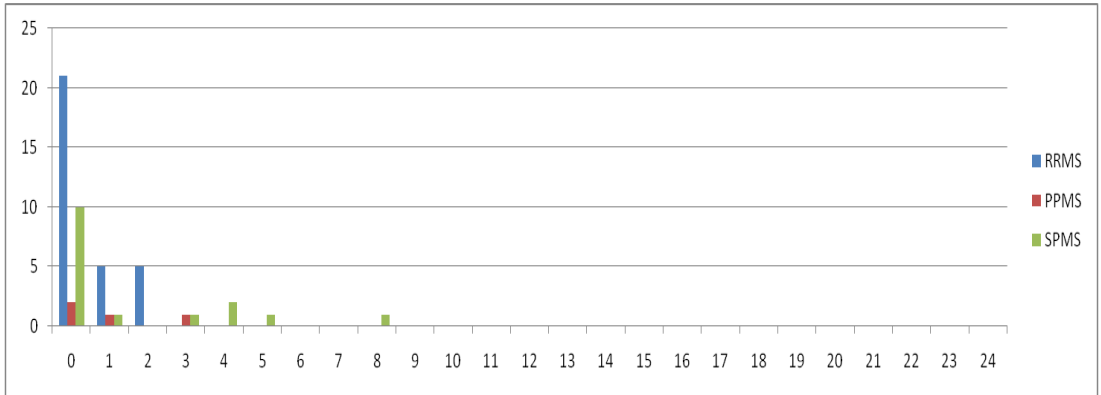
2. MR'ın 1., 2. ve 3. bölgelerdeki lezyon sayılarının ve bunların toplamının histogramları Şekil VI.5-VI.8'de gösterilmiştir. 2. MR'lara ait histogramlar incelendiğinde 1.MR'lardaki benzer olarak lezyon dağılımlarının sola yaslı olduğu görülmektedir. PPMS ve SPMS'de lezyon sayılarının RRMS'e göre daha çok olduğu ve SPMS'in daha geniş bir dağılıma sahip olduğu gözlenmiştir.



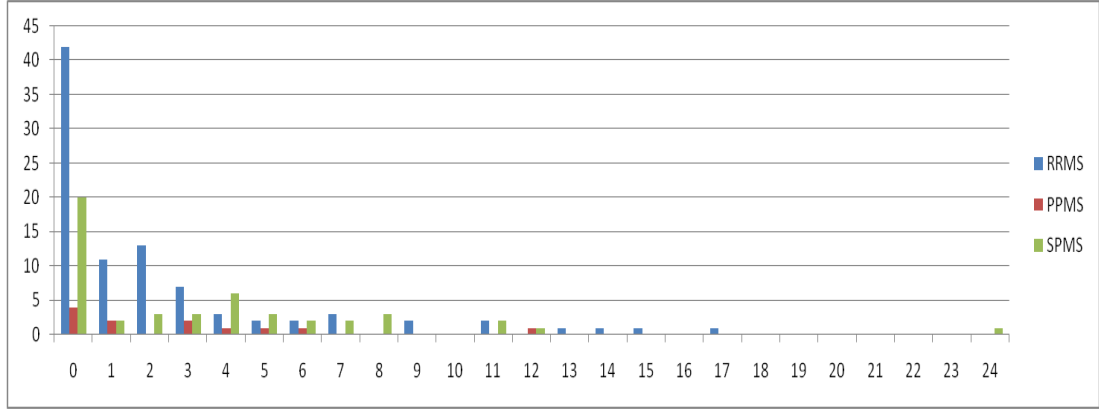
Şekil VI.5 MR2 Üst Servikal Bölge Lezyon Sayısı Histogramı



Şekil VI.6 MR2 Korpus Kallozum-Periventriküler Bölgesi Lezyon Sayısı Histogramı



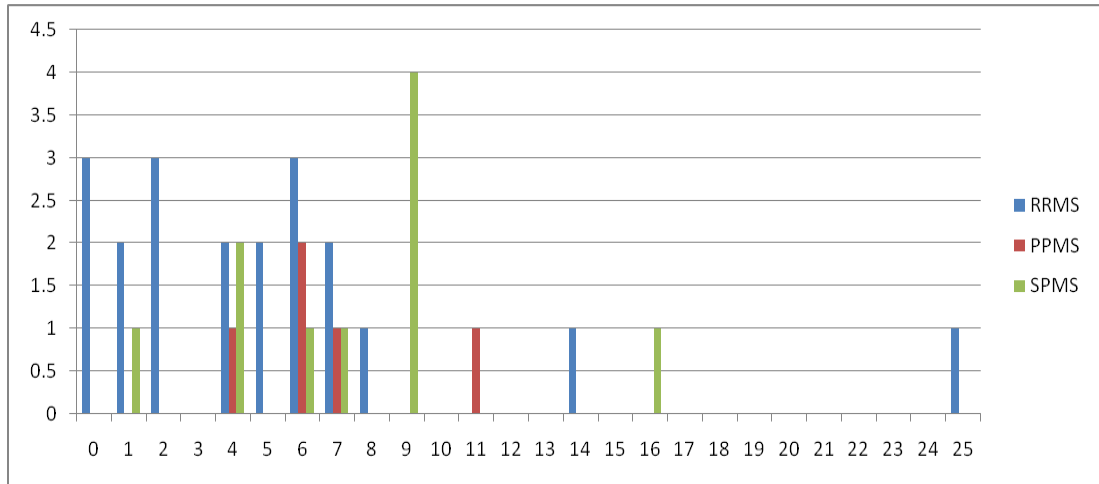
Şekil VI.7 MR2 Üst Servikal Bölge Lezyon Sayısı Histogramı



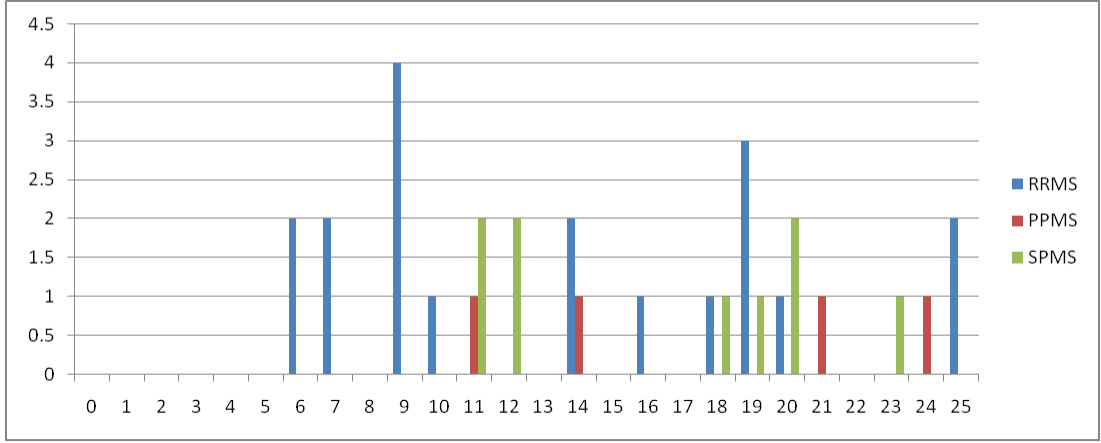
Şekil VI.8 MR2 Tüm Bölgelerdeki Lezyon Sayısı Histogramı

VI.1.1.3 MR3 Lezyon Sayıları Histogramı

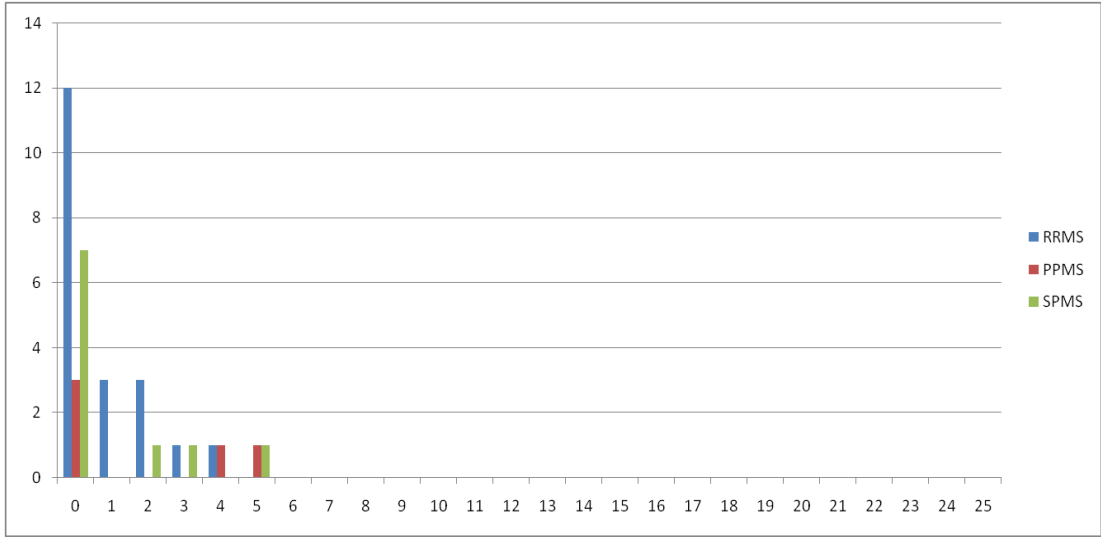
3. MR'ın 1., 2. ve 3.bölgelerdeki lezyon sayılarının ve bunların toplamının histogramları Şekil VI.8- VI.12'de gösterilmiştir. 3.MR'lar daha çok MS hastalığı ilerleyen hastalardan alınan verilerden oluşmaktadır. Özellikle 2. bölgeler (Korpus Kallozum- Periventriküler) karşılaştırıldığında 1. ve 2. MR'lardan daha çok lezyon olduğu görülmektedir. 1. ve 3. bölgeler önceki MR'larla karşılaştırıldığında çok fazla bir değişimin olmadığı, 3. bölgelerdeki lezyon sayılarının diğer bölgelere göre oldukça az ve benzer dağılımlara sahip olduğu anlaşılmıştır.



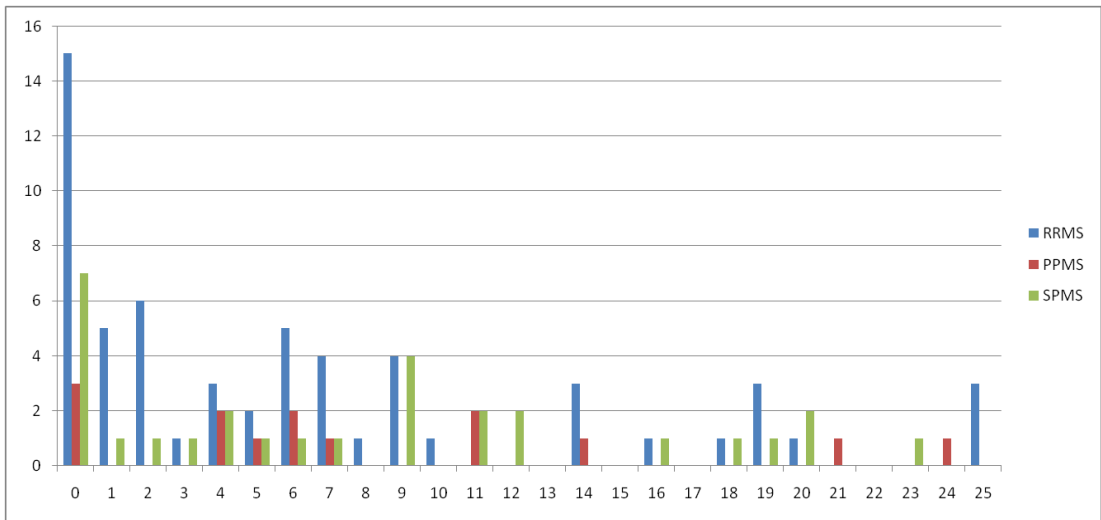
Şekil VI.9 MR3 Üst Servikal Bölge Lezyon Sayısı Histogramı



Şekil VI.10 MR3 Korpus Kallozum-Periventriküler Bölgesi Lezyon Sayısı Histogramı



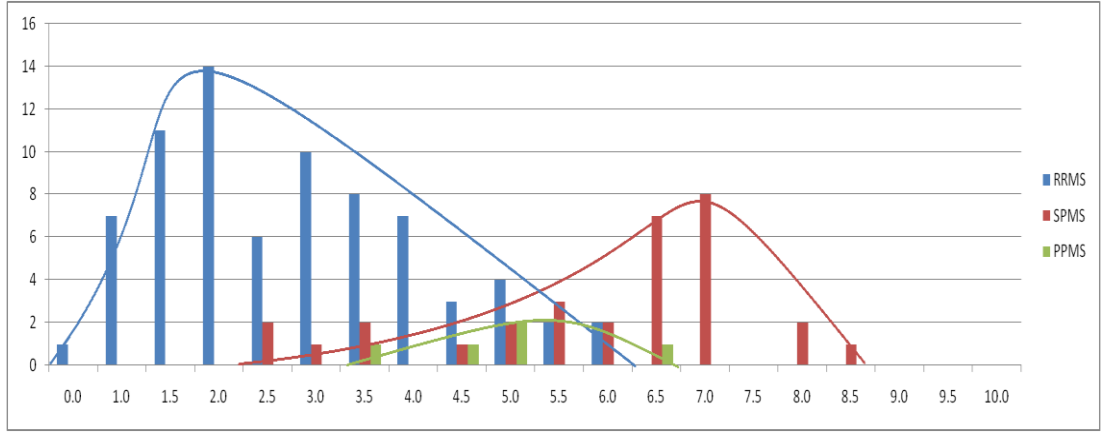
Şekil VI.11 MR3 Üst Servikal Bölge Lezyon Sayısı Histogramı



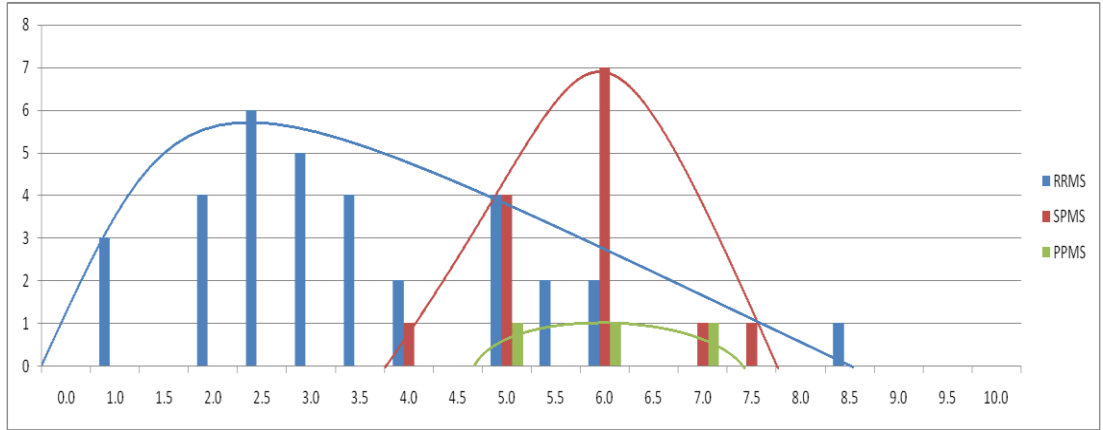
Şekil VI.12 MR3 Tüm Bölgelerdeki Lezyon Sayısı Histogramı

VI.2 EDSS SKORLARINA GÖRE HİSTOGRAM

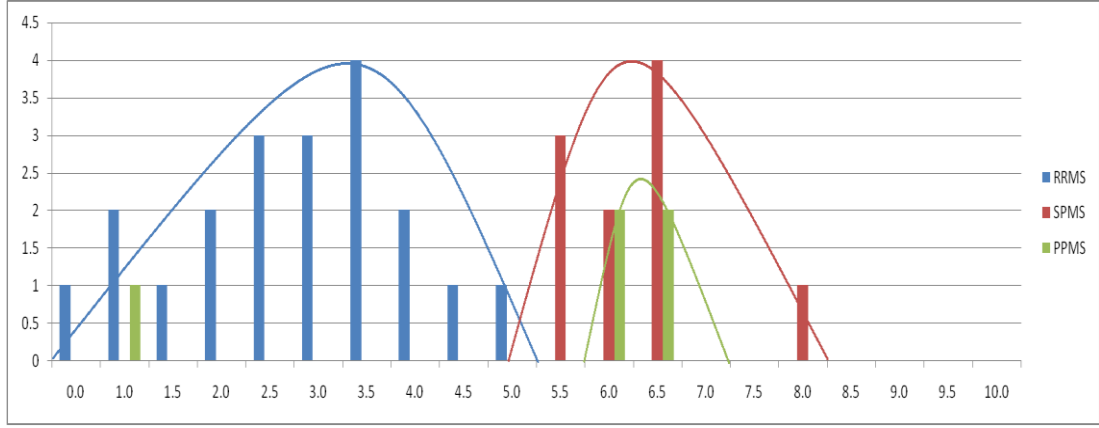
MR1, MR2, MR3’de EDSS Skorlarının histogramları Şekil VI.13-VI.16’de gösterilmiştir. 1., 2., 3. MR’ların EDSS skorlarına bakıldığında RRMS’in sola dayalı SPMS’in sağa dayalı ve PPMS’in SPMS’in dağılımına benzer fakat daha düşük frekanslara sahip olduğu gözlenmektedir. Buradan anlaşılacağı üzere RRMS, SPMS ve PPMS’den oldukça farklı bir dağılıma sahip olup çok az bir kesişim kümesine sahiptir. SPMS ve PPMS’in ise genellikle üst üste olduğu görülmüştür.



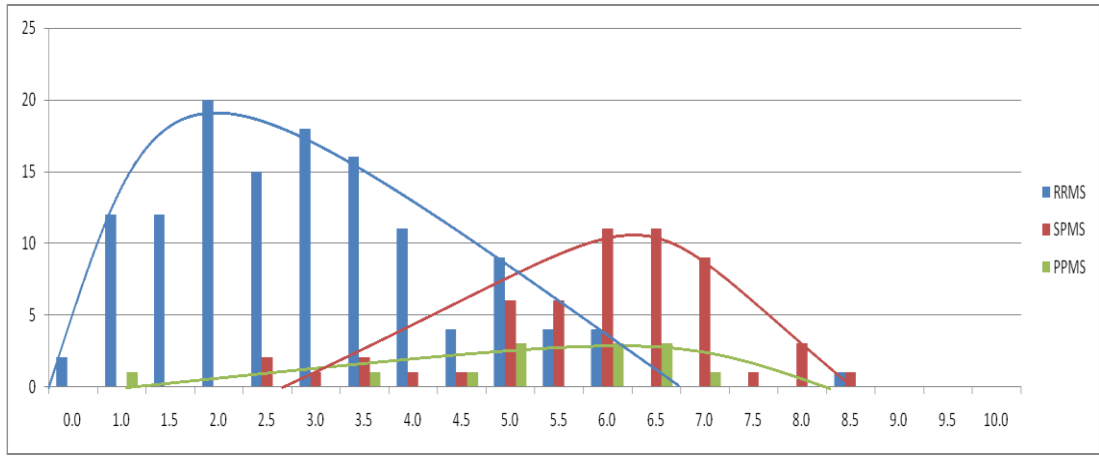
Şekil VI.13 MR1 EDSS Skoru Histogramı



Şekil VI.14 MR2 EDSS Skoru Histogramı



Şekil VI.15 MR3 EDSS Skoru Histogramı



Şekil VI.16 Tüm MR ların EDSS Skoru Histogramı

VI.3 GELİŞTİRİLEN SAKLI MARKOV MODEL

8 tane farklı gözlem matrisi EDSS skoru ve/veya gözlem matrisi oluşturuldu. Eğitim seti olarak 19 birey (MS olmayan) kontrol grubu ve 120 hastanın MR görüntüleri alındı (MR1, MR2, MR3 olup olmaması dikkate alındı). Tüm hastalar başlangıçta normal (NRML) sayıldı. Böylece üç MRG olan bir hasta için dört durum ortaya çıktı (2 tane MR görüntüsü olan için 3 durum ortaya çıktı.). Elde edilen modelden modellere göre 8 farklı model oluşturuldu. Daha sonra tüm hastalar için $P(O | \lambda_i)$, $i=1, \dots, 8$ için İleri (Forward) ve Viterbi ile maksimum olasılığı hesaplanarak hastaların teşhisleri konulmuştur.

VI.3.1 Durum Geçiş Matrisi

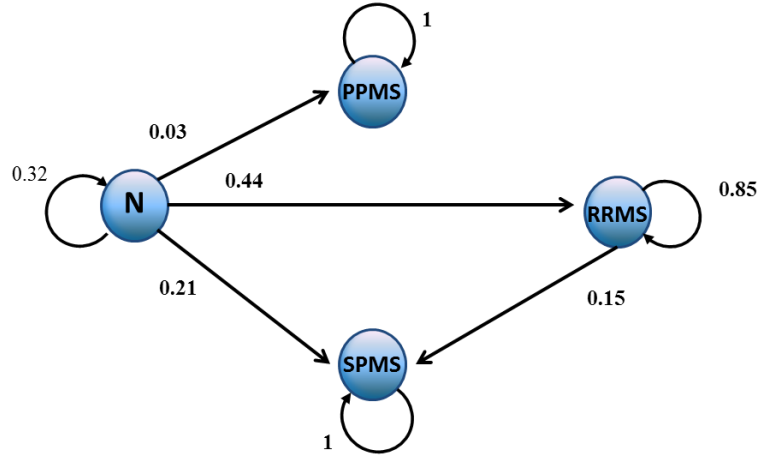
Durum geçiş matrisi oluşturulurken tüm hastaların ilk durumları NRML sayıldığından örnek olarak; RRMS, RRMS, SPMS tanısı konulmuş bu hasta için ilk duruma NRML eklendi ve geçiş olasılıkları NRML→RRMS→RRMS→SPMS

durumlarına (+1) eklenmiş oldu. Bu şekilde tüm eğitim seti için durum geçiş matrisi Tablo.VI.1 oluşturulmuş oldu.

Tablo.VI.1 Durum Geçiş Matrisi

	NRML	RRMS	PPMS	SPMS
NRML	0.3220	0,4350	0,0282	0,2147
RRMS	0	0,8488	0	0,1512
PPMS	0	0	1,0000	0
SPMS	0	0	0	1,0000

Tablo.VI.1'deki durum geçiş matrisine göre Şekil VI.17 MS hastalığının alt gruplarının dört durumlu Markov Modeli oluşturulmuştur.



Şekil VI.17 MS hastalığı ve alt gruplarının dört durumlu Markov Modeli

VI.3.2 Gözlem Matrisleri

VI.3.2.1 Birinci Gözlem Matrisi

Hastaların MR1, MR2 ve MR3'deki toplam EDSS skorlarına göre elde edilen toplamına bakılarak elde edilmiştir. Veriyi kuvantalarken, veriyi eşit 2 aralıklara bölünerek alınmış yani toplam EDSS skoru aralığı bir hasta için (0-20) aralığında alınmıştır. Aralık bu şekilde kuvantalanmıştır ve gözlem matrisi Tablo VI.2 elde edildi. (Normalde EDSS skoru bir hasta için 0-10 arasındadır. Fakat elimizde MR1, MR2, MR3 için ayrı ayrı bir EDSS skoru olduğundan toplamına bakılmıştır. İlerdeki çalışmalarda ayrı ayrı da ele alınacaktır.)

Model 1: 1.Gözlem Matrisi =

Tablo.VI.2 Birinci Gözlem Matrisi

	(0-2]	(2-4]	(4-6]	(6-8]	(8-10]
NRML	1,0000	0	0	0	0
RRMS	0,0938	0,2500	0,2578	0,2109	0,1016
SPMS	0,0769	0	0	0,0769	0,3077
PPMS	0	0	0,0545	0,0545	0,1273

Tablo.VI.2 Devam Birinci Gözlem Matrisi

	(10-12]	(12-14]	(14-16]	(16-18]	(18-20]
NRML	0	0	0	0	0
RRMS	0,0625	0	0	0,0078	0
SPMS	0,2308	0,3077	0	0	0
PPMS	0,3091	0,3636	0,0727	0,0182	0

VI.3.2.2 İkinci Gözlem Matrisi

Hastaların MR1, MR2 ve MR3'deki toplam EDSS skorlarına göre elde edilen toplamına bakılarak elde edilmiştir. Veriyi kuvantalarken, veriyi eşit 3 aralıklara bölünerek alınmış yani toplam EDSS skoru aralığı bir hasta için (0-20) aralığında alınmıştır. Aralık bu şekilde kuvantalanmıştır ve gözlem matrisi Tablo VI.3 elde edildi.

Model 2: 2.Gözlem Matrisi =

Tablo.VI.3 İkinci Gözlem Matrisi

	(0-3]	(3-6]	(6-9]	(9-12]	(12-15]	(15-18]	(18-20]
NRML	1,0000	0	0	0	0	0	0
RRMS	0,1094	0,3672	0,3516	0,1328	0,0313	0,0078	0
PPMS	0,0769	0	0,0769	0,3077	0,5385	0	0
SPMS	0	0,0364	0,0727	0,2364	0,5636	0,0909	0

VI.3.2.3 Üçüncü Gözlem Matrisi

Hastaların MR1, MR2 ve MR3'deki toplam EDSS skorlarına göre elde edilen toplamına bakılarak elde edilmiştir. Veriyi kuvantalarken, veriyi eşit 4 aralıklara bölünerek alınmış yani toplam EDSS skoru aralığı bir hasta için (0-20) aralığında

alınmıştır. Aralık bu şekilde kuvantalanmıştır ve gözlem matrisi Tablo VI.4 elde edildi.

Model 3: 3.Gözlem Matrisi =

	(0-4]	(4-8]	(8-12]	(12-16]	(16-20]
NRML	1,0000	0	0	0	0
RRMS	0,3594	0,6250	0,2500	0,0313	0,0078
PPMS	0,0769	0,0769	0,5385	0,5385	0
SPMS	0	0,1091	0,4545	0,6364	0,0727

VI.3.2.4 Dördüncü Gözlem Matrisi

EDSS skorlarında elde edilen histogramlarına (Şekil VI.13-VI.16) bakıldığında RRMS için açık bir Gauss dağılımı olduğu gözlenmiştir. Bu aralık 0-4,5 arasında lokal maksimum oluşturmuştur. RRMS ve SPMS için açık bir Gauss eğrisi olmamasına rağmen (5-7) , (7,5 ve üstü) için iki farklı durum daha ortaya çıktığı gözlenmiştir. Böylece elimizdeki histogramlar ışığında yeni bir EDSS skoru gözlem matrisi oluşturulmasına karar verildi. Aralık olarak (4,5 ve altı), (5-7), (7,5 ve üstü) (yani min $\leq 4,5$, mid 5-7, maks $\geq 7,5$) olarak üç farklı gözlem durumu oluşturulmuş oldu. Buna göre Tablo.VI.5 dördüncü gözlem matrisi elde edilmiştir.

Model 4: 4.Gözlem Matrisi =

	min $\leq 4,5$	mid 5-7	maks $\geq 7,5$
NRML	1,0000	0	0
RRMS	0,8594	0,1328	0,0078
PPMS	0,2308	0,7692	0
SPMS	0,1273	0,8000	0,0727

VI.3.2.5 Beşinci Gözlem Matrisi

Hastaların MR1, MR2 ve MR3'deki tüm lezyon sayılarının toplamına bakılarak elde edilmiş gözlem matrisi oluşturuldu. Toplam lezyon sayısı 0-28 arasında değişmektedir. Buna göre gözlem matrisimizde gözlemlerimiz herbir aralığı eşit 2 olarak bölünerek beşinci gözlem matrisi Tablo VI.6 elde edildi.

Model 5: 5.Gözlem Matrisi=

	Tablo VI.6 Beşinci Gözlem Matrisi						
	(0-2]	(2-4]	(4-6]	(6-10]	(10-12]	(12-14]	(14 -16]
NRML	1,0000	0	0	0	0	0	0
RRMS	0,4953	0,0888	0,0888	0,1028	0,0841	0,0561	0,0234
PPMS	0,6757	0,0811	0,0541	0,0541	0	0,0270	0,0270
SPMS	0,1667	0,2000	0,1111	0,0778	0,0889	0,1222	0,0111

	Tablo VI.6 Devam Beşinci Gözlem Matrisi					
	(16- 18]	(18-20]	(20-22]	(22 -24]	(24 -26]	(16- 18]
NRML	0	0	0	0	0	0
RRMS	0,0234	0,0234	0,0140	0,0093	0,0187	0,0234
PPMS	0,0270	0,0270	0,0270	0,0270	0	0,0270
SPMS	0,0667	0,0444	0,0111	0,0222	0,0111	0,0667

VI.3.2.6 Altıncı Gözlem Matrisi

Hastaların MR1, MR2 ve MR3'deki tüm lezyon sayılarının toplamına bakılarak elde edilmiş gözlem matrisi oluşturuldu. Toplam lezyon sayısı 0-28 arasında değişmektedir. Buna göre gözlem matrisimizde gözlemlerimiz herbir aralığı eşit 4 olarak bölünerek altıncı gözlem matrisi TabloVI.7 elde edildi.

Model 6: 6. Gözlem Matrisi=

	Tablo VI.7 Altıncı Gözlem Matrisi						
	(0-4]	(4-8]	(8-12]	(12-16]	(16-20]	(20-24]	(24-28]
NRML	1,0000	0	0	0	0	0	0
RRMS	0,6308	0,2243	0,1542	0,0561	0,0374	0,0327	0,0187
PPMS	0,7568	0,1081	0,0541	0,0811	0,0541	0,0270	0
SPMS	0,4111	0,2111	0,2667	0,2000	0,0556	0,0444	0,0111

VI.3.2.7 Yedinci Gözlem Matrisi

Hastaların MR1, MR2 ve MR3'deki tüm lezyon sayılarının toplamına bakılarak elde edilmiş gözlem matrisi oluşturuldu. Toplam lezyon sayısı 0-30 arasında değişmektedir. Buna göre gözlem matrisimizde gözlemlerimiz herbir aralığı eşit 5 olarak bölünerek beşinci gözlem matrisi Tablo VI.8 elde edildi.

Model 7: 7.Gözlem Matrisi=

Tablo VI.8 Yedinci Gözlem Matrisi

	(0-5]	(5-10]	(10-15]	(15-20]	(20-25]	(25-30]
NRML	1,0000	0	0	0	0	0
RRMS	0,6308	0,2290	0,0981	0,0421	0,0327	0,0187
PPMS	0,7568	0,1081	0,0541	0,0811	0,0270	0,0270
SPMS	0,4111	0,2333	0,02667	0,0889	0,0444	0

VI.3.2.8 Sekizinci Gözlem Matrisi

Yukarıdaki 7 gözlem matrisi ele alınarak oluşturulan Saklı Markov Modellerin sonuçlarına bakıldığında tek başına lezyon (ya da lezyon çapı) ya da EDSS skorları gibi bilgilerin hastalık tahmininde yeterli olmadığı belirlenmiştir. Sonuçlar %70-80 arasında doğruluk oranı vermesine rağmen iyileştirmek adına EDSS ve lezyon sayıları birleştirilerek yeni bir model oluşturulmasına karar verildi. Bunun sonucunda 9 gözlem durumu olan 8 model oluşturuldu. Bu modele göre gözlemlerimiz;

G1: EDSS < 4,5	Lezyon sayısı < 7
G2: EDSS < 4,5	7 < Lezyon sayısı < 15
G3: EDSS < 4,5	Lezyon sayısı > 15
G4: 4,5 < EDSS <= 7	Lezyon sayısı < 7
G5: 4,5 < EDSS <= 7	7 < Lezyon sayısı < 15
G6: 4,5 < EDSS <= 7	Lezyon sayısı > 15
G7: EDSS > 7	Lezyon sayısı < 7
G8: EDSS > 7	7 < Lezyon sayısı < 15
G9: EDSS > 7	Lezyon sayısı > 15

Yukarıdaki gözlemlerimize göre sekizinci gözlem matrisi TabloVI.9 elde edildi.

Model 8: 8.Gözlem Matrisi=

Tablo VI.9 Sekizinci Gözlem Matrisi

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
NRML	1,0000	0	0	0	0	0	0	0	0
RRMS	0,2642	0,1509	0,3962	0,0189	0,0566	0,0943	0	0,0189	0
PPMS	0	0	0,2500	0,1667	0,1667	0,4167	0	0	
SPMS	0	0	0	0,2105	0,1053	0,6316	0	0,0526	0

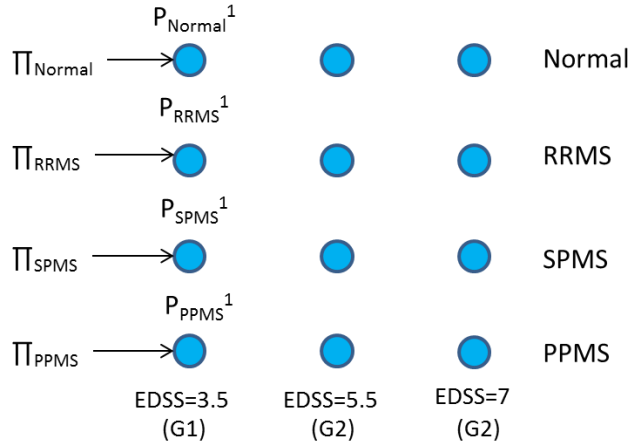
VI.3.3 Sonuçlar

Öncelikli olarak EDSS skorlarının histogramlarına ve lezyon sayılarının histogramlarına bakılarak aralarında ilişki olup olmadığı belirlenmeye çalışıldı. En yüksek başarı oranı olan 4. gözlem matrisine bakılarak EDSS skorları belirlendi. Lezyon sayıları için 8. gözlem matrisine bakılarak 7 ve 15 noktalarına göre aralıklar alındı. Buna göre yukarıdaki gözlem durumları ortaya konuldu.

MS hastalığının alt gruplarından oluşturulmuş olan eğitim setimize göre hastalık tahminlerinin Viterbi algoritması ile örneklendirelim;

Aşağıdaki örnek, Tablo VI.1 Durum Geçiş Matrisi ve Tablo VI.5 Dördüncü Gözlem Matrisi'ne (EDSS skoru için) göre hesaplanılmıştır.

Başlangıç olasılıklarının eşit olduğunu varsayarsak tüm Π 'ler (1/4) yani 0,25 olur.



Şekil VI.18 MS hastalığı ve alt gruplarının hastalık tahmini için birinci adım

$$P_{Normal}^1 = \Pi_{Normal} \times O_{G1,Normal}$$

$$= 0,25 \times 1 = 0,25$$

$$P_{RRMS}^1 = \Pi_{RRMS} \times O_{G1,RRMS}$$

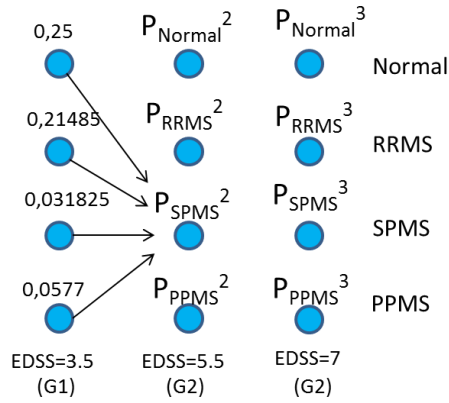
$$= 0,25 \times 0,8594 = 0,21485$$

$$P_{SPMS}^1 = \Pi_{SPMS} \times O_{G1,SPMS}$$

$$= 0,25 \times 0,1273 = 0,031825$$

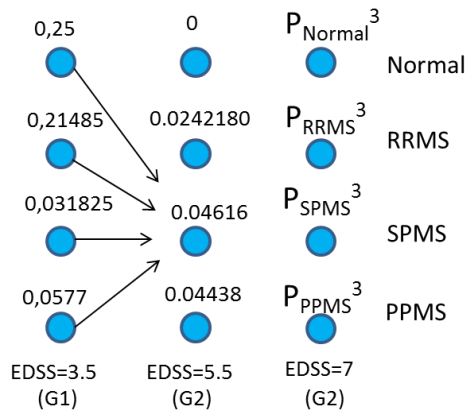
$$P_{PPMS}^1 = \Pi_{PPMS} \times O_{G1,PPMS}$$

$$= 0,25 \times 0,2308 = 0,0577$$



Şekil VI.19 MS hastalığı ve alt gruplarının hastalık tahmini için ikinci adım

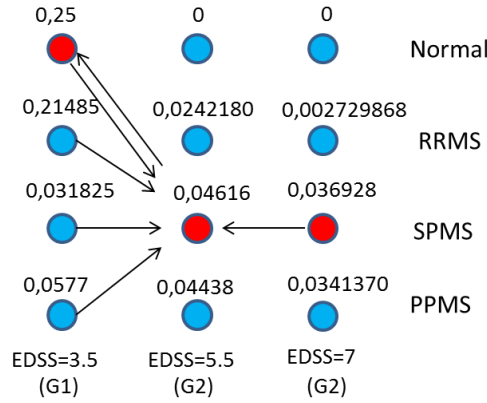
$$\begin{aligned}
 P_{\text{Normal}}^2 &= \text{maks}\{(P_{\text{Normal}}^1 \times T_{\text{Normal,Normal}}), (P_{\text{RRMS}}^1 \times T_{\text{RRMS,Normal}}), (P_{\text{SPMS}}^1 \times T_{\text{SPMS,Normal}}), (P_{\text{PPMS}}^1 \times T_{\text{PPMS,Normal}})\} \times O_{G2,\text{Normal}} \\
 &= \text{maks}\{(0,25 \times 0,320), (0,21485 \times 0), (0,031825 \times 0), (0,0577 \times 0)\} \times 0 \\
 &= 0 \\
 P_{\text{RRMS}}^2 &= \text{maks}\{(0,25 \times 0,4350), (0,21485 \times 0,8488), (0,031825 \times 0), (0,0577 \times 0)\} \times 0,1328 = 0,0242180 \\
 P_{\text{SPMS}}^2 &= \text{maks}\{(0,25 \times 0,2147), (0,21485 \times 0,1512), (0,0577 \times 1), (0,031825 \times 0)\} \times 0,8000 = 0,04616 \\
 P_{\text{PPMS}}^2 &= \text{maks}\{(0,25 \times 0,0282), (0,21485 \times 0), (0,031825 \times 0), (0,0577 \times 1)\} \times 0,7692 = 0,04438
 \end{aligned}$$



Şekil VI.20 MS hastalığı ve alt gruplarının hastalık tahmini için üçüncü adım

$$\begin{aligned}
 P_{\text{Normal}}^3 &= \text{maks}\{(P_{\text{Normal}}^2 \times T_{\text{Normal,Normal}}), (P_{\text{RRMS}}^2 \times T_{\text{RRMS,Normal}}), (P_{\text{SPMS}}^2 \times T_{\text{SPMS,Normal}}), (P_{\text{PPMS}}^2 \times T_{\text{PPMS,Normal}})\} \times O_{G2,\text{Normal}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \text{maks}\{(0 \times 0,3220), (0,024218 \times 0), (0,04616 \times 0), (0,04438 \times 0)\} \times 0 \\
&= 0 \\
P_{RRMS}^3 &= \text{maks}\{(0 \times 0,4350), (0,024218 \times 0,8488), (0,04616 \times 0), (0,04438 \times 0)\} \\
&\quad \times 0,1328 = 0,002729868 \\
P_{SPMS}^3 &= \text{maks}\{(0 \times 0,2147), (0,024218 \times 0,1512), (0,04616 \times 1), (0,04438 \times 0)\} \\
&\quad \times 0,8000 = 0,036928 \\
P_{PPMS}^3 &= \text{maks}\{(0 \times 0,0282), (0,024218 \times 0), (0,04616 \times 0), (0,04438 \times 1)\} \times \\
&\quad 0,7692 = 0,0341370
\end{aligned}$$



Şekil VI.21 MS hastalığı ve alt gruplarının hastalık tahmini için dördüncü adım

En yüksek son düğümdeki olasılıktan geriye doğru gidilir. Böylece en yüksek olasılıklı durum Normal SPMS SPMS şeklinde olacaktır.

VI.3.3.1 İleri-yön Algoritması Hastalık Tahminleri Örnek Sonuçlar

Birinci gözlem matrisine göre elde edilmiş hastalara göre hastalık tahminleri sonuçları;

Hasta 1: MR1(EDSS=6) MR2(EDSS=7,5)MR3(EDSS=8)
 Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS
 Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 2: MR1 (EDSS=3,5) MR2 (EDSS=5,5) MR3(EDSS=7)
 Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS
 Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

- Hasta 3: MR1 (EDSS=7) MR2 (EDSS=7) MR3(EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 4: MR1(EDSS=4) MR2 (EDSS=6) MR3 (EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 5: MR1(EDSS=6) MR2(EDSS=6) MR3(EDSS=6)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 6: MR1(EDSS=6) MR2(EDSS=6) MR3 (EDSS=6)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 7: MR1(EDSS=5) MR2(EDSS=5,5) MR3(EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 8: MR1(EDSS=6,5) MR2(EDSS=7) MR3(EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 9: MR1 (EDSS=1) MR2(EDSS=1) MR3 (EDSS=1)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 10: MR1 (EDSS=2,5) MR2 (EDSS=2,5) MR3 (EDSS=3)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

- Hasta 11: MR1 (EDSS=2,5) MR2 (EDSS=2,5) MR3 (EDSS=2,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 12: MR1 (EDSS=2) MR2 (EDSS=5) MR3 (EDSS=5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 13: MR1 (EDSS=2) MR2(EDSS=2) MR3(EDSS=2)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 14: MR1 (EDSS=5) MR2(EDSS=6) MR3(EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 15: MR1(EDSS=5) MR2 (EDSS=5) MR3 (EDSS=2,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 16: MR1 (EDSS=2,5) MR2 (EDSS=6) MR3 (EDSS=6)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 17: MR1 (EDSS=1) MR2 (EDSS=1) MR3 (EDSS=1)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 18: MR1 (EDSS=4) MR2 (EDSS=5) MR3 (EDSS=4)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

- Hasta 19: MR1 (EDSS=3,5) MR2 (EDSS=5) MR3 (EDSS=6)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 20: MR1 (EDSS=1) MR2 (EDSS=1) MR3 (EDSS=1)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 21: MR1 (EDSS=1,5) MR2 (EDSS=8,5) MR3 (EDSS=5,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 22: MR1 (EDSS=3,5) MR2 (EDSS=3,5) MR3 (EDSS=3,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 23: MR1 (EDSS=1,5) MR2 (EDSS=2) MR3 (EDSS=3)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 24: MR1 (EDSS=4,5) MR2 (EDSS=5) MR3 (EDSS=5,5)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 25: MR1 (EDSS=3,5) MR2 (EDSS=3,5) MR3 (EDSS=3,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 26: MR1 (EDSS=3) MR2 (EDSS=3) MR3 (EDSS=3,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 27: MR1 (EDSS=3,5) MR2 (EDSS=3,5) MR3 (EDSS=3)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 28: MR1 (EDSS=2,5) MR2 (EDSS=3) MR3 (EDSS=3,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

İkinci gözlem matrisine göre elde edilmiş bazı hastalara göre hastalık tahminleri örnek sonuçları;

Hasta 1: MR1(EDSS=6) MR2(EDSS=7,5) MR3(EDSS=8)
Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 2: MR1(EDSS=3,5) MR2(EDSS=5,5) MR3(EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 3: MR1(EDSS=7) MR2(EDSS=7) MR3(EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 4: MR1(EDSS=4) MR2(EDSS=6) MR3 (EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 5: MR1 (EDSS=6) MR2 (EDSS=6) MR3(EDSS=6)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 6: MR1 (EDSS=6) MR2 (EDSS=6) MR3(EDSS=6)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

- Hasta 7: MR1 (EDSS=5) MR2 (EDSS=5,5) MR3 (EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 8: MR1 (EDSS=6,5) MR2(EDSS=7) MR3(EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 9: MR1 (EDSS=1) MR2(EDSS=1) MR3(EDSS=1)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 10: MR1 (EDSS=2,5) MR2(EDSS=2,5) MR3(EDSS=3)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 11: MR1 (EDSS=2,5) MR2(EDSS=2,5) MR3EDSS=2,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 12: MR1 (EDSS=2) MR2(EDSS=5) MR3(EDSS=5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 13: MR1 (EDSS=2) MR2(EDSS=2) MR3(EDSS=2)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 14: MR1(EDSS=5) MR2(EDSS=6) MR3(EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

- Hasta 15: MR1(EDSS=5) MR2 (EDSS=5) MR3(EDSS=2,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 16: MR1(EDSS=2,5) MR2 (EDSS=6) MR3(EDSS=6)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 17: MR1 (EDSS=1) MR2 (EDSS=1) MR3 (EDSS=1)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 18: MR1 (EDSS=4) MR2 (EDSS=5) MR3 (EDSS=4)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 19: MR1 (EDSS=3,5) MR2 (EDSS=5) MR3 (EDSS=6)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 20: MR1 (EDSS=1) MR2 (EDSS=1) MR3 (EDSS=1)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 21: MR1 (EDSS=1,5) MR2 (EDSS=8,5) MR3 (EDSS=5,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 22: MR1 (EDSS=3,5) MR2 (EDSS=3,5) MR3 (EDSS=3,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

- Hasta 23: MR1 (EDSS=1,5) MR2 (EDSS=2) MR3 (EDSS=3)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 24: MR1 (EDSS=4,5) MR2 (EDSS=5) MR3 (EDSS=5,5)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 25: MR1 (EDSS=3,5) MR2 (EDSS=3,5) MR3 (EDSS=3,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 26: MR1 (EDSS=3) MR2 (EDSS=3) MR3 (EDSS=3,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 27: MR1 (EDSS=3,5) MR2 (EDSS=3,5) MR3 (EDSS=3)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 28: MR1 (EDSS=2,5) MR2 (EDSS=3) MR3 (EDSS=3,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Üçüncü gözlem matrisine göre elde edilmiş bazı hastalara göre hastalık tahminleri örnek sonuçları;

- Hasta 1: MR1 (EDSS=6) MR2 (EDSS=7,5) MR3 (EDSS=8)
Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 2: MR1 (EDSS=3,5) MR2 (EDSS=5,5) MR3 (EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

- Hasta 3: MR1 (EDSS=7) MR2 (EDSS=7) MR3 (EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 4: MR1 (EDSS=4) MR2 (EDSS=6) MR3 (EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 5: MR1 (EDSS=6) MR2 (EDSS=6) MR3 (EDSS=6)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 6: MR1 (EDSS=6) MR2 (EDSS=6) MR3 (EDSS=6)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 7: MR1 (EDSS=5) MR2 (EDSS=5,5) MR3 (EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 8: MR1 (EDSS=6,5) MR2 (EDSS=7) MR3 (EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 9: MR1 (EDSS=1) MR2 (EDSS=1) MR3 (EDSS=1)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 10: MR1 (EDSS=2,5) MR2 (EDSS=2,5) MR3 (EDSS=3)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

- Hasta 11: MR1 (EDSS=2,5) MR2 (EDSS=2,5) MR3 (EDSS=2,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 12: MR1 (EDSS=2) MR2 (EDSS=5) MR3 (EDSS=5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 13: MR1 (EDSS=2) MR2 (EDSS=2) MR3 (EDSS=2)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 14: MR1 (EDSS=5) MR2 (EDSS=6) MR3 (EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 15: MR1 (EDSS=5) MR2 (EDSS=5) MR3 (EDSS=2,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 16: MR1 (EDSS=2,5) MR2 (EDSS=6) MR3 (EDSS=6)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 17: MR1 (EDSS=1) MR2 (EDSS=1) MR3 (EDSS=1)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 18: MR1 (EDSS=4) MR2 (EDSS=5) MR3 (EDSS=4)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

- Hasta 19: MR1 (EDSS=3,5) MR2 (EDSS=5) MR3 (EDSS=6)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 20: MR1 (EDSS=1) MR2 (EDSS=1) MR3 (EDSS=1)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 21: MR1 (EDSS=1,5) MR2 (EDSS=8,5) MR3 (EDSS=5,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 22: MR1 (EDSS=3,5) MR2 (EDSS=3,5) MR3 (EDSS=3,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 23: MR1 (EDSS=1,5) MR2 (EDSS=2) MR3 (EDSS=3)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 24: MR1 (EDSS=4,5) MR2 (EDSS=5) MR3 (EDSS=5,5)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 25: MR1 (EDSS=3,5) MR2 (EDSS=3,5) MR3 (EDSS=3,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 26: MR1 (EDSS=3) MR2 (EDSS=3) MR3 (EDSS=3,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 27: MR1 (EDSS=3,5) MR2 (EDSS=3,5) MR3 (EDSS=3)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 28: MR1 (EDSS=2,5) MR2 (EDSS=3) MR3 (EDSS=3,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Dördüncü gözlem matrisine göre elde edilmiş bazı hastalara göre hastalık tahminleri sonuçları;

Hasta 1: MR1 (EDSS=6) MR2 (EDSS=7,5) MR3 (EDSS=8)
Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS

Hasta 2: MR1 (EDSS=3,5) MR2 (EDSS=5,5) MR3 (EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS SPMS SPMS

Hasta 3: MR1 (EDSS=7) MR2 (EDSS=7) MR3 (EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS

Hasta 4: MR1 (EDSS=4) MR2 (EDSS=6) MR3 (EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS SPMS SPMS

Hasta 5: MR1 (EDSS=6) MR2 (EDSS=6) MR3 (EDSS=6)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS SPMS

Hasta 6: MR1 (EDSS=6) MR2 (EDSS=6) MR3 (EDSS=6)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS

- Hasta 7: MR1 (EDSS=5) MR2 (EDSS=5,5) MR3 (EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 8: MR1 (EDSS=6,5) MR2 (EDSS=7) MR3 (EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 9: MR1 (EDSS=1) MR2 (EDSS=1) MR3 (EDSS=1)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 10: MR1 (EDSS=2,5) MR2 (EDSS=2,5) MR3 (EDSS=3)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 11: MR1 (EDSS=2,5) MR2 (EDSS=2,5) MR3 (EDSS=2,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 12: MR1 (EDSS=2) MR2 (EDSS=5) MR3 (EDSS=5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS SPMS SPMS
- Hasta 13: MR1 (EDSS=2) MR2 (EDSS=2) MR3 (EDSS=2)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 14: MR1 (EDSS=5) MR2 (EDSS=6) MR3 (EDSS=7)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS

- Hasta 15: MR1 (EDSS=5) MR2 (EDSS=5) MR3 (EDSS=2,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 16: MR1 (EDSS=2,5) MR2 (EDSS=6) MR3 (EDSS=6)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS SPMS SPMS
- Hasta 17: MR1 (EDSS=1) MR2 (EDSS=1) MR3 (EDSS=1)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 18: MR1 (EDSS=4) MR2 (EDSS=5) MR3 (EDSS=4)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 19: MR1 (EDSS=3,5) MR2 (EDSS=5) MR3 (EDSS=6)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS SPMS SPMS
- Hasta 20: MR1 (EDSS=1) MR2 (EDSS=1) MR3 (EDSS=1)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 21: MR1 (EDSS=1,5) MR2 (EDSS=8,5) MR3 (EDSS=5,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS SPMS SPMS
- Hasta 22: MR1 (EDSS=3,5) MR2 (EDSS=3,5) MR3 (EDSS=3,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 23: MR1 (EDSS=1,5) MR2 (EDSS=2) MR3 (EDSS=3)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 24: MR1 (EDSS=4,5) MR2 (EDSS=5) MR3 (EDSS=5,5)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : PPMS PPMS PPMS

Hasta 25: MR1 (EDSS=3,5) MR2 (EDSS=3,5) MR3 (EDSS=3,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 26: MR1 (EDSS=3) G2(EDSS=3) MR3 (EDSS=3,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 27: MR1 (EDSS=3,5) MR2 (EDSS=3,5) MR3 (EDSS=3)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 28: MR1 (EDSS=2,5) MR2 (EDSS=3) MR3 (EDSS=3,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Beşinci gözlem matrisine göre elde edilmiş bazı hastalara göre hastalık tahminleri örnek sonuçları;

Hasta 1: MR1 (LezSayısı=10) MR2 (LezSayısı=3) MR3 (LezSayısı=4)
Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS

Hasta 2: MR1 (LezSayısı=6) MR2 (LezSayısı=4) MR3 (LezSayısı=4)
Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

- Hasta 3: MR1 (LezSayısı=5) MR2 (LezSayısı=11) MR3 (LezSayısı=9)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 4: MR1 (LezSayısı=8) MR2 (LezSayısı=13) MR3 (LezSayısı=16)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 5: MR1 (LezSayısı=3) MR2 (LezSayısı=12) MR3 (LezSayısı=9)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 6: G2(LezSayısı=2) MR2 (LezSayısı=7) MR3 (LezSayısı=6)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 7: MR1 (LezSayısı=5) MR2 (LezSayısı=5) MR3 (LezSayısı=4)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 8: MR1 (LezSayısı=7) MR2 (LezSayısı=4) MR3 (LezSayısı=7)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 9: MR1 (LezSayısı=0) MR2 (LezSayısı=2) MR3 (LezSayısı=6)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 10: MR1 (LezSayısı=4) MR2 (LezSayısı=3) MR3 (LezSayısı=5)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

- Hasta 11: MR1 (LezSayısı=6) MR2 (LezSayısı=14) MR3 (LezSayısı=6)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 12: MR1 (LezSayısı=6) MR2 (LezSayısı=15) MR3 (LezSayısı=14)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS SPMS SPMS
- Hasta 13: MR1 (LezSayısı=5) MR2 (LezSayısı=5) MR3 (LezSayısı=2)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 14: MR1 (LezSayısı=7) G6(LezSayısı=11) MR3 (LezSayısı=9)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 15: MR1 (LezSayısı=4) MR2 (LezSayısı=7) MR3 (LezSayısı=8)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 16: MR1 (LezSayısı=3) MR2 (LezSayısı=6) MR3 (LezSayısı=6)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 17: MR1 (LezSayısı=0) MR2 (LezSayısı=3) MR3 (LezSayısı=2)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS SPMS SPMS
- Hasta 18: MR1 (LezSayısı=14) MR2 (LezSayısı=17) MR3 (LezSayısı=25)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS

- Hasta 19: MR1 (LezSayısı=15) MR2 (LezSayısı=12) MR3 (LezSayısı=11)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 20: MR1 (LezSayısı=8) MR2 (LezSayısı=11) MR3 (LezSayısı=6)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 21: MR1 (LezSayısı=0) MR2 (LezSayısı=7) MR3 (LezSayısı=9)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 22: MR1 (LezSayısı=5) MR2 (LezSayısı=3) MR3 (LezSayısı=7)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 23: MR1 (LezSayısı=4) MR2 (LezSayısı=9) MR3 (LezSayısı=7)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 24: MR1 (LezSayısı=5) MR2 (LezSayısı=8) MR3 (LezSayısı=7)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 25: MR1 (LezSayısı=2) MR2 (LezSayısı=3) MR3 (LezSayısı=2)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 26: MR1 (LezSayısı=0) MR2 (LezSayısı=4) MR3 (LezSayısı=5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 27: MR1 (LezSayısı=7) MR2 (LezSayısı=2) G3(LezSayısı=4)

Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS

Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 28: MR1 (LezSayısı=3) MR2 (LezSayısı=6) MR3 (LezSayısı=6)

Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS

Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Altıncı gözlem matrisine göre elde edilmiş bazı hastalara göre hastalık tahminleri sonuçları;

Hasta 1: MR1 (LezSayısı=10) MR2 (LezSayısı=3) MR3 (LezSayısı=4)

Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS

Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 2: MR1 (LezSayısı=6) MR2 (LezSayısı=4) MR3 (LezSayısı=4)

Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS

Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 3: MR1 (LezSayısı=5) MR2 (LezSayısı=11) MR3 (LezSayısı=9)

Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS

Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS

Hasta 4: MR1 (LezSayısı=8) MR2 (LezSayısı=13) MR3 (LezSayısı=16)

Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS

Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS

Hasta 5: MR1 (LezSayısı=3) MR2 (LezSayısı=12) MR3 (LezSayısı=9)

Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS

Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS

Hasta 6: MR1 (LezSayısı=2) MR2 (LezSayısı=7) MR3 (LezSayısı=6)

Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS

Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

- Hasta 7: MR1 (LezSayısı=5) MR2 (LezSayısı=5) MR3 (LezSayısı=4)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 8: MR1 (LezSayısı=7) MR2 (LezSayısı=4) MR3 (LezSayısı=7)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 9: MR1 (LezSayısı=0) MR2 (LezSayısı=2) MR3 (LezSayısı=6)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 10: MR1 (LezSayısı=4) MR2 (LezSayısı=3) MR3 (LezSayısı=5)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 11: MR1 (LezSayısı=6) MR2 (LezSayısı=14) MR3 (LezSayısı=6)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 12: MR1 (LezSayısı=6) MR2 (LezSayısı=15) MR3 (LezSayısı=14)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 13: MR1 (LezSayısı=5) MR2 (LezSayısı=5) MR3 (LezSayısı=2)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 14: MR1 (LezSayısı=7) MR2 (LezSayısı=11) MR3 (LezSayısı=9)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS

- Hasta 15: MR1 (LezSayısı=4) MR2 (LezSayısı=7) MR3 (LezSayısı=8)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 16: MR1 (LezSayısı=3) MR2 (LezSayısı=6) MR3 (LezSayısı=6)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 17: MR1 (LezSayısı=0) MR2 (LezSayısı=3) MR3 (LezSayısı=2)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 18: MR1 (LezSayısı=14) MR2 (LezSayısı=17) MR3 (LezSayısı=25)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 19: MR1 (LezSayısı=15) MR2 (LezSayısı=12) MR3 (LezSayısı=11)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 20: MR1 (LezSayısı=8) MR2 (LezSayısı=11) MR3 (LezSayısı=6)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 21: MR1 (LezSayısı=0) MR2 (LezSayısı=7) MR3 (LezSayısı=9)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 22: MR1 (LezSayısı=5) MR2 (LezSayısı=3) MR3 (LezSayısı=7)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 23: MR1 (LezSayısı=4) MR2 (LezSayısı=9) MR3 (LezSayısı=7)

Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS

Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 24: MR1 (LezSayısı=5) MR2 (LezSayısı=8) MR3 (LezSayısı=7)

Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS

Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 25: MR1 (LezSayısı=2) MR2 (LezSayısı=3) MR3 (LezSayısı=2)

Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS

Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 26: MR1 (LezSayısı=0) MR2 (LezSayısı=4) MR3 (LezSayısı=5)

Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS

Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 27: MR1 (LezSayısı=7) MR2 (LezSayısı=2) MR3 (LezSayısı=4)

Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS

Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 28: MR1 (LezSayısı=3) MR2 (LezSayısı=6) MR3 (LezSayısı=6)

Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS

Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Yedinci gözlem matrisine göre elde edilmiş hastalara göre hastalık tahminleri sonuçları;

Hasta 1: MR1 (LezSayısı=10) MR2 (LezSayısı=3) MR3 (LezSayısı=4)

Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS

Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 2: MR1 (LezSayısı=6) MR2 (LezSayısı=4) MR3 (LezSayısı=4)

Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS

Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

- Hasta 3: MR1 (LezSayısı=5) MR2 (LezSayısı=11) MR3 (LezSayısı=9)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 4: MR1 (LezSayısı=8) MR2 (LezSayısı=13) MR3 (LezSayısı=16)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 5: MR1 (LezSayısı=3) MR2 (LezSayısı=12) MR3 (LezSayısı=9)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 6: MR1 (LezSayısı=2) MR2 (LezSayısı=7) MR3 (LezSayısı=6)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 7: MR1 (LezSayısı=5) MR2 (LezSayısı=5) MR3 (LezSayısı=4)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 8: MR1 (LezSayısı=7) MR2 (LezSayısı=4) MR3 (LezSayısı=7)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 9: MR1 (LezSayısı=0) MR2 (LezSayısı=2) MR3 (LezSayısı=6)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 10: MR1 (LezSayısı=4) MR2 (LezSayısı=3) G2(LezSayısı=5)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

- Hasta 11: MR1 (LezSayısı=6) MR2 (LezSayısı=14) MR3 (LezSayısı=6)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 12: MR1 (LezSayısı=6) MR2 (LezSayısı=15) MR3 (LezSayısı=14)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 13: MR1 (LezSayısı=5) MR2 (LezSayısı=5) MR3 (LezSayısı=2)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 14: MR1 (LezSayısı=7) MR2 (LezSayısı=11) MR3 (LezSayısı=9)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 15: MR1 (LezSayısı=4) MR2 (LezSayısı=7) MR3 (LezSayısı=8)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 16: MR1 (LezSayısı=3) MR2 (LezSayısı=6) MR3 (LezSayısı=6)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 17: MR1 (LezSayısı=0) MR2 (LezSayısı=3) MR3 (LezSayısı=2)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 18: MR1 (LezSayısı=14) MR2 (LezSayısı=17) MR3 (LezSayısı=25)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

- Hasta 19: MR1 (LezSayısı=15) MR2 (LezSayısı=12) MR3 (LezSayısı=11)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 20: MR1 (LezSayısı=8) MR2 (LezSayısı=11) MR3 (LezSayısı=6)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 21: MR1 (LezSayısı=0) MR2 (LezSayısı=7) MR3 (LezSayısı=9)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS SPMS SPMS
- Hasta 22: MR1 (LezSayısı=5) MR2 (LezSayısı=3) MR3 (LezSayısı=7)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 23: MR1 (LezSayısı=4) MR2 (LezSayısı=9) MR3 (LezSayısı=7)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 24: MR1 (LezSayısı=5) MR2 (LezSayısı=8) MR3 (LezSayısı=7)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : SPMS SPMS SPMS
- Hasta 25: MR1 (LezSayısı=2) MR2 (LezSayısı=3) MR3 (LezSayısı=2)
Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 26: MR1 (LezSayısı=0) MR2 (LezSayısı=4) MR3 (LezSayısı=5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 27: MR1 (LezSayısı=7) MR2 (LezSayısı=2) MR3 (LezSayısı=4)

Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS

Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 28: MR1 (LezSayısı=3) MR2 (LezSayısı=6) MR3 (LezSayısı=6)

Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS

Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Sekizinci gözlem matrisine göre elde edilmiş hastalara göre hastalık tahmin sonuçları;

Hasta 1: MR1 (L=27, E=6) MR2 (L=3, E=7,5) MR3 (L=15, E=8)

Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS

Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 2: MR1 (L=17, E=3,5) MR2 (L=4, E=5,5) MR3 (L=16, E=7)

Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS

Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 3: MR1 (L=16, E=7) MR2 (L=11, E=7) MR3 (L=20, E=7)

Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS

Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

Hasta 4: MR1 (L=17, E=4) MR2 (L=13, E=6) MR3 (L=37, E=7)

Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS

Bulunan hastalık tahmini : RRMS SPMS SPMS

Hasta 5: MR1 (L=1, E=6) MR2 (L=12, E=6) MR3 (L=29, E=6)

Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS

Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

- Hasta 6: MR1 (L=18, E=6) MR2 (L=7, E=6) MR3 (L=18, E=6)
Klinik hastalık tanısı : SPMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 7: MR1 (L=16, E=5) MR2 (L=5, E=5,5) MR3 (L=15, E=7)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : PPMS PPMS PPMS
- Hasta 8: MR1 (L=24, E=6,5) MR2 (L=4, E=7) MR3 (L=25, E=7)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : PPMS PPMS PPMS
- Hasta 9: MR1 (L=3, E=1) MR2 (L=2, E=1) MR3 (L=14, E=1)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 10: MR1 (L=14, E=2,5) MR2 (L=5, E=2,5) MR3 (L=14, E=3)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 11: MR1 (L=27, E=2,5) MR2 (L=18, E=2,5) MR3(L=28, E=2,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 12: MR1 (L=14, E=2) MR2 (L=15, E=5) MR3 (L=28, E=5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 13: MR1 (L=11, E=2) MR2 (L=5, E=2) MR3 (L=12, E=2)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

- Hasta 14: MR1 (L=23, E=5) G5(L=11, E=6) MR3 (L=32, E=7)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 15: MR1 (L=18, E=5) MR2 (L=7, E=5) MR3 (L=17, E=2,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 16: MR1 (L=24, E=2,5) MR2 (L=8, E=6) MR3 (L=27, E=6)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : PPMS PPMS PPMS
- Hasta 17: MR1 (L=0, E=1) MR2 (L=3, E=1) MR3 (L=8, E=1)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 18: MR1 (L=32, E=4) MR2 (L=21, E=5) MR3 (L=57, E=4)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 19: MR1 (L=47, E=3,5) MR2 (L=12, E=5) MR3 (L=39, E=6)
Klinik hastalık tanısı : PPMS PPMS PPMS
Bulunan hastalık tahmini : PPMS PPMS PPMS
- Hasta 20: MR1 (L=34, E=1) MR2 (L=11, E=1) G3(L=35, E=1)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 21: MR1 (L=4, E=1,5) MR2 (L=11, E=8,5) MR3 (L=48, E=5,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

- Hasta 22: MR1 (L=17, E=3,5) MR2 (L=3, E=3,5) MR3 (L=26, E=3,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 23: MR1 (L=16, E=1,5) MR2 (L=9, E=2) MR3 (L=32, E=3)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 24: MR1 (L=18, E=4,5) MR2 (L=16, E=5) MR3 (L=28, E=5,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS SPMS SPMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 25: MR1 (L=13, E=3,5) MR2 (L=3, E=3,5) MR3 (L=18, E=3,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 26: MR1 (L=23, E=3) MR2 (L=4, E=3) MR3 (L=34, E=3,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 27: MR1 (L=38, E=3,5) MR2 (L=2, E=3,5) MR3 (L=20, E=3)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS
- Hasta 28: MR1 (L=18, E=2,5) MR2 (L=6, E=3) MR3 (L=26, E=3,5)
Klinik hastalık tanısı : RRMS RRMS RRMS
Bulunan hastalık tahmini : RRMS RRMS RRMS

VI.3.3.2 Maksimum Hastalık Tahmini Örnek Sonuçlar

Birinci gözlem matrisine göre elde edilmiş bazı hastalara göre hastalık maksimum olasılık tahminleri örnek sonuçları;

Hasta 4 : MR1(EDSS=4) MR2(EDSS=6) MR3(EDSS=7) (RRMS RRMS SPMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,0070546
NRML SPMS RRMS SPMS	5,7169e-005
NRML RRMS RRMS SPMS	0,00040538
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	0
NRML RRMS PPMS SPMS	0
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS SPMS	9,4074e-006
NRML RRMS SPMS SPMS	0,00010006
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	0
NRML PPMS PPMS SPMS	0
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	0
NRML PPMS SPMS SPMS	0
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	0
NRML SPMS PPMS SPMS	0
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	0
NRML SPMS SPMS SPMS	0

Maks. Olasılık : 0,0070546 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Hasta 11 : MR1(EDSS=2,5) MR2(EDSS=2,5) MR3(EDSS=2,5) (RRMS RRMS RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,0081076
NRML RRMS RRMS PPMS	0
NRML RRMS RRMS SPMS	0
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	0
NRML RRMS PPMS SPMS	0
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	0
NRML RRMS SPMS SPMS	0
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	0
NRML PPMS PPMS SPMS	0
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	0
NRML PPMS SPMS SPMS	0
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	0
NRML SPMS PPMS SPMS	0
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	0
NRML SPMS SPMS SPMS	0

Maks. Olasılık : 0,0081076 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Hasta 23 : MR1(EDSS=1,5) MR2(EDSS=2) MR3(EDSS=3) (RRMS RRMS RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,0011401
NRML RRMS RRMS PPMS	0
NRML RRMS RRMS SPMS	0
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	0
NRML RRMS PPMS SPMS	0
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	0
NRML RRMS SPMS SPMS	0
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	0
NRML PPMS PPMS SPMS	0
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	0
NRML PPMS SPMS SPMS	0
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	0
NRML SPMS PPMS SPMS	0
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	0
NRML SPMS SPMS SPMS	0

Maks. Olasılık : 0,0011401 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Hasta 27 : MR1(EDSS=3,5) MR2(EDSS=3,5) MR3(EDSS=3) (RRMS RRMS RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,0081076
NRML RRMS RRMS PPMS	0
NRML RRMS RRMS SPMS	0
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	0
NRML RRMS PPMS SPMS	0
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	0
NRML RRMS SPMS SPMS	0
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	0
NRML PPMS PPMS SPMS	0
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	0
NRML PPMS SPMS SPMS	0
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	0
NRML SPMS PPMS SPMS	0
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	0
NRML SPMS SPMS SPMS	0

Maks. Olasılık : 0,0081076 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

İkinci gözlem matrisine göre elde edilmiş bazı hastalara göre hastalık maksimum olasılık tahminleri örnek sonuçları;

Hasta 4 : MR1(EDSS=4) MR2(EDSS=6) MR3(EDSS=7) (RRMS RRMS SPMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,023549
NRML RRMS RRMS PPMS	0,0001145
NRML RRMS RRMS SPMS	0,0010826
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	2,728e-005
NRML RRMS PPMS SPMS	3,6846e-006
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	1,8423e-005
NRML RRMS SPMS SPMS	0,00026127
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	0
NRML PPMS PPMS SPMS	0
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	0
NRML PPMS SPMS SPMS	0
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	2,1013e-006
NRML SPMS PPMS SPMS	2,8381e-007
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	2,1286e-006
NRML SPMS SPMS SPMS	3,0187e-005

Maks. Olasılık : 0,023549 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Hasta 11 : MR1(EDSS=2,5) MR2(EDSS=2,5) MR3(EDSS=2,5) (RRMS RRMS RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,025688
NRML RRMS RRMS PPMS	0
NRML RRMS RRMS SPMS	0,00056533
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	0
NRML RRMS PPMS SPMS	0
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	0
NRML RRMS SPMS SPMS	6,5318e-005
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	0
NRML PPMS PPMS SPMS	0
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	0
NRML PPMS SPMS SPMS	0
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	0
NRML SPMS PPMS SPMS	0
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	0
NRML SPMS SPMS SPMS	7,5467e-006

Maks. Olasılık : 0,025688 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Hasta 23 : MR1(EDSS=1,5) MR2(EDSS=2) MR3(EDSS=3) (RRMS RRMS RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,025688
NRML RRMS RRMS PPMS	0
NRML RRMS RRMS SPMS	0,00056533
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	0
NRML RRMS PPMS SPMS	0
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	0
NRML RRMS SPMS SPMS	6,5318e-005
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	0
NRML PPMS PPMS SPMS	0
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	0
NRML PPMS SPMS SPMS	0
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	0
NRML SPMS PPMS SPMS	0
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	0
NRML SPMS SPMS SPMS	7,5467e-006

Maks. Olasılık : 0,025688 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Hasta 27 : MR1(EDSS=3,5) MR2(EDSS=3,5) MR3(EDSS=3)(RRMS RRMS RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,025688
NRML RRMS RRMS PPMS	0
NRML RRMS RRMS SPMS	0,00056533
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	0
NRML RRMS PPMS SPMS	0
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	0
NRML RRMS SPMS SPMS	6,5318e-005
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	0
NRML PPMS PPMS SPMS	0
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	0
NRML PPMS SPMS SPMS	0
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	0
NRML SPMS PPMS SPMS	0
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	0
NRML SPMS SPMS SPMS	7,5467e-006

Maks. Olasılık : 0,025688 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Üçüncü gözlem matrisine göre elde edilmiş bazı hastalara göre hastalık maksimum olasılık tahminleri örnek sonuçları;

Hasta 4 : MR1(EDSS=4) MR2(EDSS=6) MR3(EDSS=7) (RRMS RRMS SPMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,020269
NRML RRMS RRMS PPMS	0,00097014
NRML RRMS RRMS SPMS	0,0081895
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	0,0022753
NRML RRMS PPMS SPMS	0,00027438
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	0,0013719
NRML RRMS SPMS SPMS	0,017372
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	0,00030493
NRML PPMS PPMS SPMS	3,6772e-005
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	2,6266e-006
NRML PPMS SPMS SPMS	3,3259e-005
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	0,00030889
NRML SPMS PPMS SPMS	3,725e-005
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	0,00027937
NRML SPMS SPMS SPMS	0,0035375

Maks. Olasılık : 0,020269 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Hasta 11 : MR1(EDSS=2,5)MR2(EDSS=2,5)MR3(EDSS=2,5)(RRMSRRMS
RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,12668
NRML RRMS RRMS PPMS	0,00034648
NRML RRMS RRMS SPMS	0,0049137
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	4,6434e-005
NRML RRMS PPMS SPMS	9,4074e-006
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	4,7037e-005
NRML RRMS SPMS SPMS	0,0010006
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	6,223e-006
NRML PPMS PPMS SPMS	1,2608e-006
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	9,0054e-008
NRML PPMS SPMS SPMS	1,9157e-006
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	6,3038e-006
NRML SPMS PPMS SPMS	1,2771e-006
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	9,5785e-006
NRML SPMS SPMS SPMS	0,00020376

Maks. Olasılık : 0,12668 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Hasta 23 : MR1(EDSS=1,5) MR2(EDSS=2) MR3(EDSS=3) (RRMS RRMS RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,12668
NRML RRMS RRMS PPMS	0,00034648
NRML RRMS RRMS SPMS	0,0049137
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	4,6434e-005
NRML RRMS PPMS SPMS	9,4074e-006
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	4,7037e-005
NRML RRMS SPMS SPMS	0,0010006
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	6,223e-006
NRML PPMS PPMS SPMS	1,2608e-006
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	9,0054e-008
NRML PPMS SPMS SPMS	1,9157e-006
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	6,3038e-006
NRML SPMS PPMS SPMS	1,2771e-006
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	9,5785e-006
NRML SPMS SPMS SPMS	0,00020376

Maks. Olasılık : 0,12668 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Hasta 27 : MR1(EDSS=3,5) MR2(EDSS=3,5) MR3(EDSS=3) (RRMS
RRMSRRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,12668
NRML RRMS RRMS PPMS	0,00034648
NRML RRMS RRMS SPMS	0,0049137
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	4,6434e-005
NRML RRMS PPMS SPMS	9,4074e-006
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	4,7037e-005
NRML RRMS SPMS SPMS	0,0010006
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	6,223e-006
NRML PPMS PPMS SPMS	1,2608e-006
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	9,0054e-008
NRML PPMS SPMS SPMS	1,9157e-006
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	6,3038e-006
NRML SPMS PPMS SPMS	1,2771e-006
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	9,5785e-006
NRML SPMS SPMS SPMS	0,00020376

Maks. Olasılık : 0,12668 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Dördüncü gözlem matrisine göre elde edilmiş bazı hastalara göre hastalık maksimum olasılık tahminleri örnek sonuçları;

Hasta 4 : MR1(EDSS=4) MR2(EDSS=6) MR3(EDSS=7) (RRMS RRMS SPMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,0078656
NRML RRMS RRMS PPMS	0,0010124
NRML RRMS RRMS SPMS	0,010529
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	0,0063847
NRML RRMS PPMS SPMS	0,00094858
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	0,0047429
NRML RRMS SPMS SPMS	0,07399
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	0,0018669
NRML PPMS PPMS SPMS	0,00027737
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	1,9812e-005
NRML PPMS SPMS SPMS	0,00030907
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	0,00073544
NRML SPMS PPMS SPMS	0,00010927
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	0,00081949
NRML SPMS SPMS SPMS	0,012784

Maks. Olasılık : 0,07399 ve Sonuç: NRML RRMS SPMS SPMS

Hasta 11 : MR1(EDSS=2,5) MR2(EDSS=2,5) MR3(EDSS=2,5) (RRMS RRMS RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,32932
NRML RRMS RRMS PPMS	0,0019652
NRML RRMS RRMS SPMS	0,010838
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	0,00057462
NRML RRMS PPMS SPMS	4,5273e-005
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	0,00022637
NRML RRMS SPMS SPMS	0,0018727
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	0,00016802
NRML PPMS PPMS SPMS	1,3238e-005
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	9,4557e-007
NRML PPMS SPMS SPMS	7,8224e-006
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	6,619e-005
NRML SPMS PPMS SPMS	5,215e-006
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	3,9112e-005
NRML SPMS SPMS SPMS	0,00032356

Maks. Olasılık : 0,32932 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Hasta 23 : MR1(EDSS=1,5) MR2(EDSS=2) MR3(EDSS=3) (RRMS RRMS RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,32932
NRML RRMS RRMS PPMS	0,0019652
NRML RRMS RRMS SPMS	0,010838
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	0,00057462
NRML RRMS PPMS SPMS	4,5273e-005
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	0,00022637
NRML RRMS SPMS SPMS	0,0018727
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	0,00016802
NRML PPMS PPMS SPMS	1,3238e-005
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	9,4557e-007
NRML PPMS SPMS SPMS	7,8224e-006
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	6,619e-005
NRML SPMS PPMS SPMS	5,215e-006
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	3,9112e-005
NRML SPMS SPMS SPMS	0,00032356

Maks. Olasılık : 0,32932 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Hasta 27 : MR1(EDSS=3,5) MR2(EDSS=3,5) MR3(EDSS=3)(RRMS RRMS RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,32932
NRML RRMS RRMS PPMS	0,0019652
NRML RRMS RRMS SPMS	0,010838
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	0,00057462
NRML RRMS PPMS SPMS	4,5273e-005
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	0,00022637
NRML RRMS SPMS SPMS	0,0018727
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	0,00016802
NRML PPMS PPMS SPMS	1,3238e-005
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	9,4557e-007
NRML PPMS SPMS SPMS	7,8224e-006
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	6,619e-005
NRML SPMS PPMS SPMS	5,215e-006
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	3,9112e-005
NRML SPMS SPMS SPMS	0,00032356

Maks. Olasılık : 0,32932 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Beşinci gözlem matrisine göre elde edilmiş bazı hastalara göre hastalık maksimum olasılık tahminleri örnek sonuçları;

Hasta 4 : MR1(L=8)MR2(LezSayısı=13)MR3(LezSayısı=16)(RRMS RRMS SPMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	2,3826e-005
NRML RRMS RRMS PPMS	6,1246e-007
NRML RRMS RRMS SPMS	1,0071e-005
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	7,7144e-007
NRML RRMS PPMS SPMS	1,8123e-007
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	2,2653e-006
NRML RRMS SPMS SPMS	5,5878e-005
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	0
NRML PPMS PPMS SPMS	0
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	0
NRML PPMS SPMS SPMS	0
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	6,3408e-007
NRML SPMS PPMS SPMS	1,4896e-007
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	2,793e-006
NRML SPMS SPMS SPMS	6,8893e-005

Maks. Olasılık : 6,8893e-005 ve Sonuç: NRML SPMS SPMS SPMS

Hasta 11 : MR1(L=6)MR2(LezSayısı=14)MR3(LezSayısı=6)(RRMS RRMS RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,00012813
NRML RRMS RRMS PPMS	1,4971e-006
NRML RRMS RRMS SPMS	2,1542e-005
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	1,8857e-006
NRML RRMS PPMS SPMS	3,8762e-007
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	3,3225e-006
NRML RRMS SPMS SPMS	7,171e-005
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	1,0796e-006
NRML PPMS PPMS SPMS	2,2193e-007
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	2,7175e-008
NRML PPMS SPMS SPMS	5,8652e-007
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	1,1096e-006
NRML SPMS PPMS SPMS	2,2809e-007
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	2,9326e-006
NRML SPMS SPMS SPMS	6,3296e-005

Maks. Olasılık : 0,00012813 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Hasta 23 : MR1(L=4)MR2(LezSayısı=9)MR3(LezSayısı=7)(RRMS RRMS
RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,00039836
NRML RRMS RRMS PPMS	4,6547e-006
NRML RRMS RRMS SPMS	6,6975e-005
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	0
NRML RRMS PPMS SPMS	0
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	3,8259e-006
NRML RRMS SPMS SPMS	8,2575e-005
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	0
NRML PPMS PPMS SPMS	0
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	3,6233e-008
NRML PPMS SPMS SPMS	7,8203e-007
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	0
NRML SPMS PPMS SPMS	0
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	5,5859e-006
NRML SPMS SPMS SPMS	0,00012056

Maks. Olasılık : 0,00039836 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Hasta 27 : MR1(L=7)MR2(LezSayısı=2)MR3(LezSayısı=4)(RRMS RRMS RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,0004205
NRML RRMS RRMS PPMS	5,689e-006
NRML RRMS RRMS SPMS	0,00011694
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	5,6572e-006
NRML RRMS PPMS SPMS	1,6612e-006
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	9,9674e-006
NRML RRMS SPMS SPMS	0,00030733
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	3,2389e-006
NRML PPMS PPMS SPMS	9,5112e-007
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	8,1525e-008
NRML PPMS SPMS SPMS	2,5137e-006
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	3,3289e-006
NRML SPMS PPMS SPMS	9,7754e-007
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	8,7979e-006
NRML SPMS SPMS SPMS	0,00027127

Maks. Olasılık : 0,0004205 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Altıncı gözlem matrisine göre elde edilmiş bazı hastalara göre hastalık maksimum olasılık tahminleri örnek sonuçları;

Hasta 4 : MR1(L=8)MR2(L=13)MR3(LezSayısı=16)(RRMS RRMS SPMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,00016773
NRML RRMS RRMS PPMS	5,3896e-006
NRML RRMS RRMS SPMS	5,5393e-005
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	8,4858e-006
NRML RRMS PPMS SPMS	1,2459e-006
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	1,4951e-005
NRML RRMS SPMS SPMS	0,0002305
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	3,2389e-006
NRML PPMS PPMS SPMS	4,7556e-007
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	8,1525e-008
NRML PPMS SPMS SPMS	1,2568e-006
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	1,1413e-005
NRML SPMS PPMS SPMS	1,6758e-006
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	3,0164e-005
NRML SPMS SPMS SPMS	0,00046503

Maks. Olasılık : 0,00046503 ve Sonuç: NRML SPMS SPMS SPMS

Hasta 11 : MR1(LezSayısı=6)MR2(LezSayısı=14)MR3(LezSayısı=6)(RRMS RRMS RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,00046126
NRML RRMS RRMS PPMS	3,5931e-006
NRML RRMS RRMS SPMS	0,00017726
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	5,6572e-006
NRML RRMS PPMS SPMS	3,987e-006
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	4,1531e-006
NRML RRMS SPMS SPMS	0,00030733
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	2,1593e-006
NRML PPMS PPMS SPMS	1,5218e-006
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	2,2646e-008
NRML PPMS SPMS SPMS	1,6758e-006
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	7,609e-006
NRML SPMS PPMS SPMS	5,3625e-006
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	8,3789e-006
NRML SPMS SPMS SPMS	0,00062004

Maks. Olasılık : 0,00062004 ve Sonuç: NRML SPMS SPMS SPMS

Hasta 23 : MR1(LezSayısı=4) MR2(LezSayısı=9) MR3(LezSayısı=7) (RRMS

RRMS RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,0027676
NRML RRMS RRMS PPMS	2,1558e-005
NRML RRMS RRMS SPMS	0,0010635
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	8,2286e-006
NRML RRMS PPMS SPMS	5,7992e-006
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	2,8996e-005
NRML RRMS SPMS SPMS	0,0021457
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	4,3186e-006
NRML PPMS PPMS SPMS	3,0436e-006
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	2,174e-007
NRML PPMS SPMS SPMS	1,6088e-005
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	6,0238e-006
NRML SPMS PPMS SPMS	4,2453e-006
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	3,184e-005
NRML SPMS SPMS SPMS	0,0023562

Maks. Olasılık : 0,0027676 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Hasta 27 : MR1(LezSayısı=7)MR2(LezSayısı=2)MR3(LezSayısı=4) (RRMS
RRMS RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,0040256
NRML RRMS RRMS PPMS	4,3117e-005
NRML RRMS RRMS SPMS	0,00084198
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	2,2629e-005
NRML RRMS PPMS SPMS	6,3127e-006
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	3,1564e-005
NRML RRMS SPMS SPMS	0,00092455
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	8,6372e-006
NRML PPMS PPMS SPMS	2,4095e-006
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	1,7211e-007
NRML PPMS SPMS SPMS	5,0413e-006
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	3,0436e-005
NRML SPMS PPMS SPMS	8,4906e-006
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	6,368e-005
NRML SPMS SPMS SPMS	0,0018653

Maks. Olasılık : 0,0040256 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Yedinci gözlem matrisine göre elde edilmiş bazı hastalara göre hastalık maksimum olasılık tahminleri örnek sonuçları;

Hasta 4 : MR1(LezSayısı=8)MR2(LezSayısı=13)MR3(LezSayısı=16)(RRMS
RRMS SPMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	9,0061e-005
NRML RRMS RRMS PPMS	3,8585e-006
NRML RRMS RRMS SPMS	4,23e-005
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	8,1001e-006
NRML RRMS PPMS SPMS	1,2686e-006
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	6,3429e-006
NRML RRMS SPMS SPMS	0,00010431
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	4,8584e-006
NRML PPMS PPMS SPMS	7,609e-007
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	5,435e-008
NRML PPMS SPMS SPMS	8,9375e-007
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	1,712e-005
NRML SPMS PPMS SPMS	2,6813e-006
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	2,0109e-005
NRML SPMS SPMS SPMS	0,00033069

Maks. Olasılık : 0,00033069 ve Sonuç: NRML SPMS SPMS SPMS

Hasta 11 : MR1(LezSayısı=6) MR2(LezSayısı=14) MR3(LezSayısı=6) (RRMS RRMS RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,0011441
NRML RRMS RRMS PPMS	1,2004e-005
NRML RRMS RRMS SPMS	0,00025909
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	2,52e-005
NRML RRMS PPMS SPMS	7,7701e-006
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	1,9734e-005
NRML RRMS SPMS SPMS	0,00063887
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	1,2956e-005
NRML PPMS PPMS SPMS	3,9947e-006
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	1,4493e-007
NRML PPMS SPMS SPMS	4,6922e-006
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	1,9974e-005
NRML SPMS PPMS SPMS	6,1585e-006
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	2,3461e-005
NRML SPMS SPMS SPMS	0,00075955

Maks. Olasılık : 0,0011441 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Hasta 23 : MR1(L=4)MR2(LezSayısı=9)MR3(LezSayısı=7)(RRMSRRMS RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,0011441
NRML RRMS RRMS PPMS	1,4005e-005
NRML RRMS RRMS SPMS	0,0006909
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	8,4001e-006
NRML RRMS PPMS SPMS	5,9201e-006
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	2,96e-005
NRML RRMS SPMS SPMS	0,0021904
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	4,3186e-006
NRML PPMS PPMS SPMS	3,0436e-006
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	2,174e-007
NRML PPMS SPMS SPMS	1,6088e-005
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	6,6578e-006
NRML SPMS PPMS SPMS	4,6922e-006
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	3,5191e-005
NRML SPMS SPMS SPMS	0,0026042

Maks. Olasılık : 0,0026042 ve Sonuç: NRML SPMS SPMS SPMS

Hasta 27 : MR1(LezSayısı=7)MR2(LezSayısı=2)MR3(LezSayısı=4)(RRMS RRMS RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,0026696
NRML RRMS RRMS PPMS	2,801e-005
NRML RRMS RRMS SPMS	0,00060454
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	1,44e-005
NRML RRMS PPMS SPMS	4,44e-006
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	2,22e-005
NRML RRMS SPMS SPMS	0,00071873
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	8,6372e-006
NRML PPMS PPMS SPMS	2,6631e-006
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	1,9022e-007
NRML PPMS SPMS SPMS	6,1585e-006
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	3,0436e-005
NRML SPMS PPMS SPMS	9,3844e-006
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	7,0383e-005
NRML SPMS SPMS SPMS	0,0022786

Maks. Olasılık : 0,0026696 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Sekizinci gözlem matrisine göre elde edilmiş bazı hastalara göre hastalık maksimum olasılık tahminleri örnek sonuçları;

Hasta 4 : MR1(L=17, E=4)MR2(L=13, E=6) MR3(L=37, E=7)(RRMS RRMS SPMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,0010979
NRML RRMS RRMS PPMS	0,00010776
NRML RRMS RRMS SPMS	0,0016333
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	0,00034548
NRML RRMS PPMS SPMS	7,4811e-005
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	0,00015586
NRML RRMS SPMS SPMS	0,0035437
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	0,00023736
NRML PPMS PPMS SPMS	5,1398e-005
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	1,5297e-006
NRML PPMS SPMS SPMS	3,4781e-005
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	0
NRML SPMS PPMS SPMS	0
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	0
NRML SPMS SPMS SPMS	0

Maks. Olasılık : 0,0035437 ve Sonuç: NRML RRMS SPMS SPMS

Hasta 11 : MR1(L=27, E=2,5) MR2(L=18, E=2,5) MR3(L=28, E=2,5)(RRMS
RRMS RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,032278
NRML RRMS RRMS PPMS	0,00045257
NRML RRMS RRMS SPMS	0
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	0,00031093
NRML RRMS PPMS SPMS	0
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	0
NRML RRMS SPMS SPMS	0
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	0,00021362
NRML PPMS PPMS SPMS	0
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	0
NRML PPMS SPMS SPMS	0
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	0
NRML SPMS PPMS SPMS	0
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	0
NRML SPMS SPMS SPMS	0

Maks. Olasılık : 0,032278 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Hasta 23: MR1(L=16, =1,5) MR2 (L=9,E=2) MR3 (L=32,E=3) (RRMS RRMS RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,021519
NRML RRMS RRMS PPMS	0,00030171
NRML RRMS RRMS SPMS	0
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	0
NRML RRMS PPMS SPMS	0
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	0
NRML RRMS SPMS SPMS	0
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	0
NRML PPMS PPMS SPMS	0
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	0
NRML PPMS SPMS SPMS	0
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	0
NRML SPMS PPMS SPMS	0
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	0
NRML SPMS SPMS SPMS	0

Maks. Olasılık : 0,021519 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

Hasta 27: MR1(L=38, E=3,5) MR2(L=2,E=3,5)MR3(L=20,E=3)(RRMS RRMS RRMS)

NRML RRMS RRMS RRMS	0,021519
NRML RRMS RRMS PPMS	0,00030171
NRML RRMS RRMS SPMS	0
NRML RRMS PPMS RRMS	0
NRML RRMS PPMS PPMS	0
NRML RRMS PPMS SPMS	0
NRML RRMS SPMS RRMS	0
NRML RRMS SPMS PPMS	0
NRML RRMS SPMS SPMS	0
NRML PPMS RRMS RRMS	0
NRML PPMS RRMS PPMS	0
NRML PPMS RRMS SPMS	0
NRML PPMS PPMS RRMS	0
NRML PPMS PPMS PPMS	0
NRML PPMS PPMS SPMS	0
NRML PPMS SPMS RRMS	0
NRML PPMS SPMS PPMS	0
NRML PPMS SPMS SPMS	0
NRML SPMS RRMS RRMS	0
NRML SPMS RRMS PPMS	0
NRML SPMS RRMS SPMS	0
NRML SPMS PPMS RRMS	0
NRML SPMS PPMS PPMS	0
NRML SPMS PPMS SPMS	0
NRML SPMS SPMS RRMS	0
NRML SPMS SPMS PPMS	0
NRML SPMS SPMS SPMS	0

Maks. Olasılık : 0,021519 ve Sonuç: NRML RRMS RRMS RRMS

VI.3.4 Multiple Skleroz Hastalığının Alt Gruplarının Saklı Markov Model

Sonuçları

Elimizde 8 tane farklı SMM oluşturuldu. Bu gözlem matrislerine bağlı olarak oluşturulan EDSS skorları ve lezyon sayıları ele alınarak yapılmıştır. SMM’de ilk elde edilen sonuçlar ışığında tek başına EDSS skoru ya da lezyon sayısı gibi özelliklerin yeterli başarıyı gösteremediği fakat en yüksek başarımın uygun EDSS ve lezyon sayıları ışığında oluşturulan 8. gözlem matrisi ile elde edilmiş olduğu görülmüştür. Bu tez ışığında EDSS skoru ve lezyon sayılarının hastalık tahmininde %86,52’ nin üzerinde başarıyı sağladığı görülmüştür. İleriki çalışmalarda EDSS skoru ve lezyon sayısının yanında lezyon çapı, BOS, VEPSEP yapılması ile desteklenerek analiz sonuçlarının başarı oranını arttıracakları varsayıyor.

MS hastalığının alt grup safhalarının Saklı Markov Modelleri sonuçları;

- Model 1 : Birinci Gözlem Matrise göre hastalara göre hastalık tahminleri doğruluk oranı: 80,14
- Model 2 : İkinci Gözlem Matrise göre hastalara göre hastalık tahminleri doğruluk oranı: 78,01
- Model 3 : Üçüncü Gözlem Matrise göre hastalara göre hastalık tahminleri doğruluk oranı: 82,27
- Model 4 : Dördüncü Gözlem Matrise göre hastalara göre hastalık tahminleri doğruluk oranı: 84,40
- Model 5 : Beşinci Gözlem Matrise göre hastalara göre hastalık tahminleri doğruluk oranı: 68,09
- Model 6 : Altıncı Gözlem Matrise göre hastalara göre hastalık tahminleri doğruluk oranı: 70,21
- Model 7 : Yedinci Gözlem Matrise göre hastalara göre hastalık tahminleri doğruluk oranı: 65,96
- Model 8 : Sekizinci Gözlem Matrise göre hastalara göre hastalık tahminleri doğruluk oranı : **86,52**

BÖLÜM VII. SONUÇ ve ÖNERİ

Multiple Skleroz hastalığının tanısı ve alt gruplarının belirlenmesi için önceki çalışmalarda oluşturulmuş (MR görüntülerine ait) herhangi bir veri tabanı bulunmamaktadır. Bu tez çalışmasında Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı ile birlikte Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı ve Primer Manyetik Rezonans Görüntüleme merkezindeki 19 birey (MS olmayan) kontrol grubu ve 120 Multiple Skleroz hastasına ait farklı zamanlardaki çeşitli sayıda MR görüntülerinden MS hastalığı alt grupları ve MRG'deki lezyonların sayısı, buldukları yer ve bunların değişimine ait özellikler gibi pek çok parametreyi içeren bir veri tabanı oluşturulmuştur. MS hastalığının **alt gruplarının** seçiminde sistemde gerçekleştirilen tahmini hasta tanısının zaman zaman uzman hekiminkinden farklı olduğu görülmüştür. Benzer şekilde aynı bulgulara sahip hastalar için farklı hekimler farklı teşhislerde bulunabilmektedir. Oysaki geliştirilen matematiksel bir model üzerinden çalışan bir bilgisayar programı yardımıyla hastalığın tanısında aynı ya da benzer bulgular için hep aynı sonuç bulunabilecektir. Bu nedenle doktorlarımız ve uzmanlarımız ile beraber ortak çalışmalar yapılmalı ve böylece kişiden bağımsız teşhis koyabilen hastalık ve alt gruplarını doğru belirleyebilen sistemlerin tasarlanabilmesi sağlanmalıdır. Bazı ülkelerin MS'e ait çalışmalar yürütebilmesi için veri tabanları mevcuttur. Bir araştırma projesi kapsamında, çok sayıda MS tanısı ve alt gruplarının belirlenmesinin sonucu oluşturulacak bir veri tabanı hem araştırmacıların veriye ulaşmasını kolaylaştıracak hem de Tıp Bilimi için tanıma sistemlerinin tasarlanabilmesinin ve geliştirilmesinin yolunu açacaktır.

MS hastalığının alt gruplarının sınıflandırmasını yapabilmek için, öncelikle MS hastalığının klinik demografik ve laboratuvar özellikleri hakkında da geniş kapsamlı incelemeler ve araştırmalar yapmak gereklidir. Bunun sağlanması için uygun yollardan bazıları araştırma projeleri kapsamında hastalığın değişik yönlerini araştıran çalışmalar yapmaktır. MS hastalığının özelliklerini ayrıntılı bir şekilde belirledikten sonra, belirlenen özellikler histogramlara aktararak uygulanacak modellerde gözlem matrisleri oluşturulabilir. Uygun Saklı Markov Model seçilerek

MS hastalığının alt gruplarını ve seyir tiplerini önceden kestirme olasılığı olan ve buna göre tedavi yaklaşımlarını tahmin edebilen bir sistem tasarlanabilir.

Bu tez çalışmasında tasarlanan MS hastalığının tanısı, alt gruplarının ve seyir tiplerinin belirlenmesinin beynin belirlenen üç bölgesi için elde edilen tahmini sonuçlarının % **86,52** oranında olması nedeniyle ileride yapılacak çalışmalara yön vereceği belirlenmektedir. Bu tezde kullanılan özelliklere ait histogramlar ile sistemin bazı kısıtlamalara sahip olduğu; hastalık alt gruplarının daha yüksek oranda doğru tahmin edebilen, ticari anlamda kullanılabilir bir sistem tasarlamak için incelenen özellik sayısının artırılmasının uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKÇA

- [1] Compston, A.; McDonald, I.R.; Noseworthy, J.; Lassmann, H.; Miller, D.H.; Smith, K.J.; Wekerle, H.; Confavreux, C.: “*McAlpine’s Multiple Sclerosis*”, Churchill Livingstone Elsevier, 4 th Edition, China, (2005) 3-5.
- [2] Altman, R. M.; Petkau, A. J.: “Application of hidden Markov models to multiple sclerosis lesion count data”, *Statistics in Medicine, John Wiley & Sons, Ltd.*, 24 (2005) 2335-2344.
- [3] Charil, A.; Zijdenbos, A. P.; Taylor, J.; Boelman, C.; Worsley, K. J.; Evans, A. C.; Daqher, A.: “Statistical mapping analysis of lesion location and neurological disability in multiple sclerosis: application to 452 patient data sets”, *Science Direct*, 19 (2003) 532-544.
- [4] Bergamaschi, R.; Quaglini, S.; Trojano, M.; Amato, M. P.; Tavazzi, E.; Paolicelli, D.; Zipoli, V.; Romani, A.; Fuiani, A.; Portaccio, E.; Berzuini, C.; Montomoli, C.; Bastianello, S.; Cosi, V.: “Early prediction of the long term evolution of multiple sclerosis: the Bayesian Risk Estimate for Multiple Sclerosis (BREMS) score”, *J Neurol Neurosurg Psychiatry, Neurosurgery & Psychiatry with Practical Neurology*, 78 (2007) 757-759.
- [5] Hirst, C.; Ingram, G.; Swingler, R.; Compston, D. A.S.; Pickersgill, T.; Robertson, N.P.: “Change in disability in patients with multiple sclerosis: a 20-year prospective population-based analysis”, *J Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry with Practical Neurology*, 79 (2008) 1137-1143.
- [6] Helgason, C. M.; Malik, D. S.; Cheng, S-C.; Jobe, T. H.; Mordeson J. N.: “Statistical versus Fuzzy Measures of Variable Interaction in Patients with Stroke”, *Karger, Medical and Scientific Publishers, Neuroepidemiology*, 20 (2001) 77-84.
- [7] Rovaris, M.; Rocca, M. A.; Barkhof, F.; Calesbrese, M.; Stefano, N. D.; Khalil, M.; Fazekas, F.; Fisniku, L; Gallo, P.; Miller, D.M.; Moltalban, X.; Polam, C.; Rovira, A.; Sombekke, M. H.; Sormani, M. P.; Stromillo, M. L; Filippi, M.: “Relationship between brain MRI lesion load and short-term disease evolution in non-disabling MS: a large-scale, multicentre study”, *Sage Publications, Multiple Sclerosis Journal*, 17 (2010) 319-326.

- [8] Mejer, D. S.; Guttamann, C. R.: “MRI time series modelling of MS lesion development”, *U.S. National Library of Medicine National Institutes of Health*, 32 (2006) 531-537.
- [9] Mejer, D. S.; Weiner, H. L.; Guttamann, C. R.: “MRI imaging intensity modeling of damage and repair in Multiple Sclerosis: Relationship of short-term lesion recovery to progression and disability”, *U.S. National Library of Medicine National Institutes of Health, AJNR AM J Neuroradiol*, 28 (2007) 1956-1963.
- [10] Mackay, R. J.: “Estimating the order of a hidden markov model”, *Canadian Journal of Statistics*, 30 (2002) 573-589.
- [11] Albert, P. S.; McFarland, H. F.; Smith, M. E.; Frank, J. A.: “Time series for modelling counts from a relapsing-remitting disease: Application to modelling disease activity in multiple sclerosis”, *Statistics in Medicine, John Wiley & Sons, Ltd.*, 13 (1994) 453-466.
- [12] Pelletier, D.; Garriso, K.; Henry, R.: “Measurement of Whole-Brain Atrophy in Multiple Sclerosis”, *Journal of Neuroimaging*, 14 (2004) 11-19.
- [13] Sajja, B. R.; Datta, S.; He, R.; Mehta, M.; Gupta, R. K.; Wolinsky, J. S.; Narayana, P. A.: “Unified Approach for Multiple Sclerosis Lesion Segmentation on Brain MRI”, *Annal of Biomedical Engineering*, 34 (2006) 142-151.
- [14] Elskamp, IJ. V.; Knol, D. L.; Uitdehaag, B. M. J.; Barkhof, F.: “The distribution of new enhancing lesion counts in multiple sclerosis: further explorations”, *Multiple Sclerosis*, 15 (2009) 42-49.
- [15] Karabudak, R.; Işık, N.; Siva, A.: “Multiple Sklerozda Tanı ve Tedavi Kılavuzu”, *Bilimsel Tıp yayınevi*, Ankara, (2009) 5-20.
- [16] Xiaobai, L.: “Stochastic models for MRI lesion count sequences from patients with relapsing remitting multiple sclerosis”, *PhD Thesis*, The Ohio State University, USA, (2006) 5-11.
- [17] Kaymakamzade, B.: “ Progresif Başlangıçlı Multiple Skleroz Hastalarında Aksonal Hasar Belirteçlerinin Klinik ve Beyin Omurilik Sıvısı Özellikleri Temelinde Değerlendirilmesi”, *Uzmanlık Tezi*, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye, (2011) 9-26.

- [18] Gilroy, J.: “*Basic Neurology*”, 3 rd Edition.; The McGraw-Hill Companies, (2000) 225-278.
- [19] Karabudak, R.: “*MS ile yaşamak*”, Aşına Kitaplar, Ankara, Türkiye, (2006) 11-34.
- [20] Karabudak, R.; Aksel, S.; Altınbaş, A.; Kuşçu, D.Y.: “ *Olgularla Multiple Skleroz*”, Bilimsel Tıp Yayınevi, Ankara, Türkiye, (2011) 29-36, 241-243.
- [21] Gaspari, M.; Roveda G et al.: “An expert system for the evaluation of EDSS in multiple sclerosis”, *Artificial Intelligence in Medicine* (2002) 187-210, <http://www.ms-gateway.gen.tr/msi-anlamak/ms-tanx131sx131/edss-nedir73.htm> (25.02.2011).
- [22] Utkan, H.: “Multiple Sklerozda Ottonom İşlev Bozuklukları”, *Uzmanlık Tezi*, T.C Sağlık Bakanlığı Dr. Lütü Kırdar Kartal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Nöroloji Kliniği, İstanbul, Türkiye, (2006) 6-19.
- [23] “Manyetik Rezonans Görüntüleme”, *Medikon Görüntüleme Merkezi*, http://www.medikongoruntuleme.com/manyetik-rezonans-goruntuleme-mrg_02.asp (17.05.2011).
- [24] “MR ve MS”, *MS-GATEWAY*, <http://www.ms-gateway.gen.tr/msi-anlamak/ms-tanx131sx131/mr-ve-ms-77.htm> (20.05.2011).
- [25] Sümbüloğlu, K.; Sümbüloğlu, V.: “*Biyoistatistik*”, 14. Baskı; Hatiboğlu yayınevi, Ankara, Türkiye, (2010) 186-201.
- [26] Kocaçalışkan, İ.; Bingöl, N.A.: “*Biyoistatistik*”, 2. Baskı; Nobel yayınevi, Ankara, Türkiye, (2010) 77-149.
- [27] Orhunbilge, N.: “*Regresyon ve Korelasyon Analizi*”, 2. Baskı; İ.Ü. Basım ve yayınevi, İstanbul, Türkiye, (2002) 99-204.
- [28] Albright, B.: “*Mathematical Modelling with Excel* ”, 1 st Indian Edition; Jones and Bartlett, (2010) 45-91.
- [29] Kayran, A. H.; Yücel, M. N.: “*Olasılık Teorisi ve Stokastik Süreçler*”, 11. Deneme; İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, (2011) 173-181, 275-324.
- [30] Demirutku, K.; Okay, N.C.; Yaman, A.; Kıvanç, F.E.; Muratoğlu, B.; Yeniçeri,

- Z.: “İstatiksel Formüller ve Tablolar”, *Başkent Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, (2005) 50, <http://iibf.baskent.edu.tr/bilgi/istatistik.pdf> (13.07.2011).
- [31] Alpaydın, E.: “*Yapay Öğrenme*”, 1. Baskı; Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, (2011) 312-329.
- [32] Karlin, S.; Taylor. H. M.: “*A First Course in Stochastic Processes*”, 2 nd Edition; Academic Press, USA, (1975) 45-116.
- [33] Alpaydın, E.; “*Introduction to Machine Learning*”, 2 nd Edition; Massachusetts Institute of Technology, (2010) 363-385.
- [34] Bunke, H.; Caelli, T.: “Hidden Markov models: applications in computer vision” *International journal of pattern recognition and artificial intelligence, World Scientific*, 15 (2001) 155-182.
- [35] Leon-Garcia, A.; “*Probability, Statistics and Random Processes for Electrical Engineering*”, Pearson International 3 rd Edition, (2008) 647-700.
- [36] Ross, Sheldon M.: “*Introduction to Probability Models*”, 9 th Edition; Academic Press, Berkley, California, (2007) 185-263.
- [37] Chatzis, S. P.; “Hidden Markov Models ”, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Springer, NewYork*, 1 (2010) 1-3.
- [38] Cerit, C.; Yüksel, M.: “*Olasılık Problemleri*”, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, (1998) 80-150.
- [39] Young, S.; Evermann, G.; Hain, T.; Kershaw, D.; Moore G.; Odell, J.; Olason,D.; Poovey, D.; Valtchev, V.; Woodland, P.: “*The HTK Book*”, Cambridge University Engineering Department, (2002) 15.
- [40] Walpole, E. R; Myers, H. R.; Myers, L.S.: “*Probability and Statistics*”, Pearson Education 9 th Edition, (2011) 100-490.
- [41] Tao, C.: “A Generalization of Discrete Hidden Markov Model and of Viterbi Algorithm” *Computer and Information Science, Elsevier*, 25 (1992) 1381-1387.
- [42] Önalın, Ö.: “*Stokastik Süreçler*”, Avcıol Basım Yayın, İstanbul, Türkiye, (2010) 50-129.
- [43] Winston, W. L.: “Introduction to Probability Models”, *Thomson Learning, Operation Research, Fourth Edition, USA*, 2 (2004) 199-301.

- [44] He, Y.: “Extended Viterbi algorithm for second order hidden Markov process”, *Pattern Recognition, 9 th International Conference, Italy, 2 (1998)* 718-720.
- [45] Witten, I. H.; Frank, E.: “*Data Mining*”, 2 nd Edition; Practical Machine Learning Tools and Techniques, Elsevier, (2005) 194-312.
- [46] MacDonald, L. L.; Zucchini, W.: “*Hidden Markov and Other Models for Discrete-valued Time Series*”, XVI Edition; Chapman and Hall-CRC, (2000) 134-188.
- [47] Marsland, S.: “*Machine Learning: An Algorithmic Perspective*”, 1 st Edition; Chapman&Hall/CRC Machine Learning&Patter Recognition, USA, (2009) 347-353.
- [48] Haberdar, H.: “Saklı Markov Model Kullanılarak Görüntüden Gerçek Zamanlı Türk İşaret Dili Tanıma Sistemi”, *Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, (2005)* 14-30.
- [49] Fraser, A. M.: “*Hidden Markov Models and Dynamical Systems*”, 1 st Edition, The Society for Industrial and Applied Mathematics, SIAM, USA, (2009) 19-61.
- [50] Bengio, Y.: “Markovian Models for Sequential Data”, *Neural Computing Surveys, 2 (1999)* 129-162.
- [51] Rabiner, L. R.: “A Tutorial on Hidden Markov Models and Selected Applications in Speech Recognition”, *Proceeding of the IEEE, 77 (1989)* 257-286.
- [52] Rabiner, L. R.; Juang B. H.: “An Introduction to Hidden Markov Models”, *IEEE Acoustics, Speech, and Signal Processing Magazine 3 (2007)* 4-16.
- [53] Meloni, L. G. P.: “Learning discrete hidden Markov models”, *Computer Applications in Engineering Education, Contributions from the International Conference Engineering and Computer Education, 2 (2000)* 141-149.
- [54] Coetzer, J.; Herbst, B.M.; Du Preez, J.A.: “Off-line Signature Verification Using the Discrete Radon Transform and a Hidden Markov Model”, *Eurasip Journal on Applied Signal Processing - Special Issue on Biometric Signal Processing, 100 (2004)* 559-571.

ÖZGEÇMİŞ

Yeliz KARACA 13.07.1977 tarihinde Aksaray’da doğdu. İstanbul Ü. Burhan Felek Lisesi’ni bitirdikten sonra Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümü’nden 2003 yılında mezun oldu. 2007 yılında Yeditepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik (İngilizce) Anabilim Dalı’ndaki Yüksek Lisans programını “Global Attractivity and Asymptotic Stability of Solutions of Non-Linear Integral Equation” adlı tezi ile bitirdi. 2007 yılında Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik Anabilim Dalı Teorik Matematik Doktora programına başladı. “Multiple Skleroz Hastalığının ve Alt Gruplarının Belirlenmesi İçin Optimum Bir Matematiksel Modelin Oluşturulması” adlı doktora tezi ile Türk Nöroloji Derneği tarafından 2012 yılının “Nörolojik Bilimler Alanında İşbirliği ve Destek Ödülü” ödülünü almıştır.